ENERGIJA

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA
HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU, ZAGREB

GODIŠTE 8 ZAGREB GODINA 1959

SADRŽAJ ENERGIJE U 1959. GODINI

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

	Broj	Str.
Alfirević prof. Slobodan: Morfologija i geološki sastav Tihog kanala kao podloga podmorskom električnom kabelu	3—4	91
Alfirević prof. Slobodan: Marinsko-geološka istraživanja u kanalima južnog Jadrana i njihova primjena u podmorskom trasiranju električnih kabela . .	9—10	277
Arnold ing. Marijan: Spajanje odvodnika prenapona i izbor nominalnog napona	9—10	298
Brezinšćak ing. Marijan: Registracija struja munja pomoću metode magnetskih štapića	9—10	282
Butković ing. Zdenko: Razlike između sistema električne vuče s obzirom na tehničko-ekonomske uvjete	5—6	161
Filipović ing. Božidar: Valorizacija električne energije u Jugoslaviji	7—8	209
Jerić ing. Jerko: Narodni dohodak i proizvodnja električne energije	5—6	170
Jung ing. Miroslav: Proračun kratkog spoja u budućoj 110 i 220 kV mreži Hrvatske	1—2	12
Kasprzyk mr. ing. Stefan: Sredstva za poboljšanje ekonomije topline u industrijskoj energetici	5—6	146
Kostanjšek Drago: Statističke metode u elektroprivrednim ispitivanjima . . .	5—6	173
Leskovar ing. Marijan: Prognoziranje razvoja konzuma električne energije . . .	1—2	10
Leskovar ing. Marijan: Vodne snage Jugoslavije	7—8	206
Leskovar ing. Marijan: Deklasiranje termoelektrana	9—10	272
Lucati ing. Jakob: Centralna grijanja u gradu Zagrebu	3—4	84
Lucati ing. Jakob — *Selanec* ing. Zdenko: Termoelektrane u industriji Hrvatske .	7—8	219
Požar prof. dr. ing. Hrvoje: Instalirana snaga hidroelektrana i stepen iskorištenja vodnih snaga	1—2	5
Požar prof. dr. ing. Hrvoje: Nove mogućnosti za izradu elektroenergetskih bilanca velikih elektroenergetskih sistema	3—4	75
Požar prof. dr. ing. Hrvoje: Određivanje moguće proizvodnje varijabilne energije u hidroelektranama	5—6	140
Stefanini prof. dr. ing. Božidar: O ekonomici dalekovoda	5—6	155
Zentner ing. Ervin: Uređaji za upravljanje i javljanje na daljinu u elektroprivredi	9—10	289

POGONSKA PROBLEMATIKA

Baborsky ing. Aleksandar: Primjena tehnike ponovnog ukopčavanja u našoj mreži visokog i najvišeg napona . . .	1—2	17
Beširević N. — *Cerić* F. — *Maksimović* D. — *Mandić* J. — *Mandić* N. — *Skulić* M. — *Spahić* F.: Neka iskustva u pogonu mreža 110 kV	7—8	224
Hangi ing. Velimir: Zaštita sabirnica . .	1—2	20
Jenik ing. Slavko: Konstrukcija i pogon parnih kotlova razmatrani s obzirom na sigurnost, pogonsku spremnost i ekonomiju	3—4	95
Kalapašev ing. Siniša: O normiranju gubitaka električne energije u distributivnim mrežama	9—10	269
Knešaurek ing. Norbert: Iz pogonske problematike parnih turbina	3—4	103
Sodan ing. Milan: O redukcijama ove jeseni	11—12	356
Zlatar ing. Željko: Uputa o postupku uklopnog osoblja prilikom proraćivanja zaštita učinskih transformatora . . .	1—2	24
Zlatar ing. Željko: Statistika smetnji u 110 kV mreži zapadne Hrvatske za godinu 1958.	5—6	165

IZGRADNJA POSTROJENJA

Baranović ing. Borivoj: Izgradnja hidroelektrana na Trebišnjici: Dubrovnik i Grančarevo	1—2	1
Bulić ing. Ivan: Hidroelektrane Split i Peruča u 1958.	3—4	69
Cvetković ing. Zorko : Širenje prijenosne mreže u zapadnoj Hrvatskoj	7—8	240
Nadinić ing. Miljenko: Izgradnja hidroelektrane Senj	7—8	203

	Broj	Str.
Planić ing. Radoslav: Investiranje u elektroprivredu u NR Hrvatskoj	11—12	346
Raguž Nikola: Elektrifikacija dubrovačkog otočja	7—8	238
Uredništvo: Puštena u pogon hidroelektrana Gojak	5—6	137

EKONOMSKO-FINANCIJSKA PROBLEMATIKA

Feöcze dipl. ec. Daniel: Niveliranje troškova distribucije na području elektroprivredne zajednice	1—2	27
Feöcze dipl. ec. Daniel: Položaj i svojstva elektroprivrede u sklopu društvenog proizvoda	11—12	335
Kršulović dipl. ec. Ante: Premiranje u termoelektranama za sniženje troškova materijala za preradu i vlastitog potroška električne energije	9—10	310
Lučev ing. Ivan: Razmjena električne energije između elektroprivrednih zajednica	1—2	32
Šermazanov Aleksej: Određivanje obujma međurepubličke razmjene električne energije	1—2	36
Vodopija dipl. ec. Željko: Utjecaj investiranja u razvodne mreže i potroška električne energije na privredni razvoj nekih područja Hrvatske	9—10	306
Wipplinger dipl. ec. Ljiljana: Neki problemi amortizacije u elektroprivredi	9—10	302

RAZNO

Alajbeg Ante: Dohodak investicionog uzdržavanja osnovnih sredstava privrednih organizacija	3—4	114
Antunac Krsto: Potreba rekonstrukcije hidroelektrane Jaruga	3—4	115
Balling ing. Miroslav: Plansko investiranje u zagrebačku mrežu	1—2	41
Damjanić Miloš: Posjet francuskoj elektroprivredi	11—12	362
Foit ing. dipl. Bohumil: Čehoslovačka ispitna stanica velike snage	7—8	252
Goluža Mirko: Da li postoji problem ventilacije transformatorskih stanica u obalnom pojasu	9—10	314
Janaček ing. Valter: Iskorišćenje vodnih snaga u sjevernoj Škotskoj	3—4	107
Jerić ing. Jerko: Osvrt na energetsku situaciju u Evropi i u USA	5—6	185
Jerić ing. Jerko: Proizvodnja i potrošnja ugljena u Hrvatskoj	9—10	318
Jovanović Mirko: Tarifni sporazum u elektroprivredi	3—4	113
Kostanjšek Drago: Elektroprivreda Evrope od 1952.—1957.	5—6	182
Kostanjšek Drago: Elektroprivreda Hrvatske u 1958	11—12	363
Kostanjšek Drago: Elektroprivreda Slovenije u 1958.	11—12	371
Kovač Franjo: Norveška i švedska elektroprivreda	11—12	364
Lucati ing. Jakob: Unapređenje toplinskog gospodarstva u Hrvatskoj	5—6	179
Masnec Branko: Izgradnja dispečerskog centra ZEPH u Zagrebu	11—12	373
Novelli — Carnicella: Distributivna mreža s ovješenim kabelima (preveo: *V. Cvjetković*)	7—8	243
Planić ing. Radoslav: Financiranje izgradnje republičke mreže u 1959.	3—4	111
Rasworschegg dipl. ing. H.: Austrijska iskustva u građenju kotlova za naše lignite	1—2	47
Ribić ing. Božidar: Izvođenje zračnih kućnih priključaka	9—10	318
Sakar ing. Zdenko: Važnost kontrole toplinskog gospodarstva i rezultati rada na njegovu unapređenju u Jugoslaviji	1—2	44
Sakar ing. Zdenko: Posjet belgijskoj elektroprivredi	7—8	249
Vide ing. Jože: Usporedba nekih karakteristika zidanih i montažnih transformatorskih stanica	9—10	315

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Proslava 50-godišnjice elektroprivrede grada Karlovca	1—2	48
Anketa Savezne industrijske komore o organizaciji naučno-istraživačkog rada	1—2	49
Prvo zasjedanje studijske grupe za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE (Ing. V. *Hangi*)	1—2	50
Tehnička pomoć i specijalizacija u inozemstvu (M. *Jovanović*)	1—2	52
Izmjena stručnjaka s Belgijom (*V. Ž.*)	1—2	53
Proširenje jedne velike termičke centrale u Gertruidenbergu	1—2	53
Peto, šesto i sedmo redovno zasjedanje upravnog odbora ZEPH	3—4	118
Osmo, deveto i deseto redovno zasjedanje upravnog odbora ZEPH	5—6	189
Jedanaesto redovno zasjedanje upravnog odbora ZEPH	7—8	258
Dvanaesto redovno zasjedanje upravnog odbora ZEPH	9—10	327
Trinaesto redovno zasjedanje upravnog odbora ZEPH	11—12	392
Četrnaesto redovno zasjedanje upravnog odbora ZEPH	11—12	393
Elektrificira se rodno selo Nikole Tesle (*I. R.*)	3—4	120
Domaći uređaji za ispitivanje releja i selenski ispravljači 20 A	3—4	120
Smrtni slučaj od udara električne struje	3—4	121

	Broj	Str.
Tvornica Rade Končar i Litostroj izradit će opremu za HE Split	3—4	121
Poduzeće ELEKTRA Buje (E. *Radetić*)	5—6	186
Poduzeće ELEKTROISTRA Pula (E. (*Radetić*)	7—8	255
Poduzeće ELEKTROPRIMORJE Rijeka (E. *Radetić*)	9—10	322
Poduzeće ELEKTRA Zadar (E. *Radetić*)	11—12	381
Iz Elektroprimorja, Rijeka (*E. R.*)	5—6	191
Rad Stručnog udruženja distributivnih poduzeća Hrvatske (V. *Depolo*)	7—8	259
Deset godina rada poduzeća ELEKTROOPSKRBA Zagreb (*E. R.*)	7—8	260
Proslava Desetgodišnjice DALEKOVODA Zagreb (*J. B.*)	7—8	262
Deset godina ELEKTROPROJEKTA (Ing. A. *Stepinac*)	11—12	388
Ing. Jerko Jerić - četrdeset godina u elektroprivredi (*E. R.*)	9—10	320
Ing. Juraj Mihajlov — sedamdesetgodišnjica života (*S. Š.*)	9—10	321
Izvršenje plana proizvodnje i kupnje električne energije u NRH od I—IX. 1959.	9—10	328
Ispitivanje zamkastih razvodnih mreža na analizatoru (*M. B.*)	9—10	328
Još dva otoka zadarskog područja spojena su podmorskim kabelom na zemaljsku mrežu (Ing. Žarko *Gulin*)	11—12	386
Aktivnost ekonomista elektroprivrede FNRJ (*D. F.*)	11—12	394
Savjetovanje o elektrifikaciji poljoprivrede u Osijeku	11—12	394

VIJESTI S GRADILIŠTA

	Broj	Str.
Širenje republičke mreže tokom godine 1958.	3—4	116
Priključak otoka Hvara (Ing. Koloman *Vagman*)	3—4	116
Priključak otoka Krka na mrežu (*J. Ahel*)	3—4	117
Priključak daruvarskog područja na mrežu (*F. Rolih*)	3—4	118
Proširenje 30 kV mreže u istočnoj Slavoniji (Ing. S. *Maravić*)	3—4	118
Dalekovod će polagati i podmorske kabele	5—6	191
Osim hidroelektrane Senj i hidroelektrana Rijeka	5—6	191
Dalnja rekonstrukcija električne mreže u Zagrebu	5—6	192
Sa gradilišta termoelektrane Zagreb II	5—6	192
Uređaj za pročišćavanje dimnih plinova u elektrani Zagreb	5—6	193
I četvrti projekt za Burmu	5—6	193
Izgradnja termoelektrane Zagreb II	9—10	319
Pripremni radovi na izgradnji TS 220/110 kV Mraclin	9—10	320
Radovi na dalekovodu 30 kV Međurić—Pakrac—Daruvar	9—10	320
Stanje radova na prijenosu 35 kV Gospić—Gračac	9—10	320
Izgradnja Toplane Zagreb	11—12	376
Distributivna mreža Gorskog Kotara prešla na napon 10 kV (Ing. Branko *Mrakovčić*)	11—12	377
Izgradnja dalekovoda 110 kV Mostar—Ston (*I. R.*)	11—12	380
Definitivni priključak HE Gojak na dalekovodnu mrežu	11—12	380

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

	Broj	Str.
Jerić ing. Jerko: Predviđanja u američkoj elektroprivredi za period 1957—1970.	3—4	121
Markovčić ing. Boris: Njemački prijenos na 380 kV	5—6	193
Stefanini prof. dr. ing. Božidar: Štedne izvedbe transformatorskih stanica	1—2	54
Stefanini prof. dr. ing. Božidar: Izbor izolacije i zaštita prenapona kod nadzemnih vodova	3—4	123

KONFERENCIJE

	Broj	Str.
Četvrti međunarodni kongres elektrotermije u Stresi i Međunarodna izložba elektrotermije u Beogradu	3—4	124

GOD. 8 (1959) energija BROJ 1 — 2

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

IZGRADNJA HIDROELEKTRANA NA TREBIŠNJICI: DUBROVNIK I GRANČAREVO

Borivoj Baranović, Zagreb

Započela je izgradnja prve etape postrojenja na Trebišnjici, ukupne snage 316 MW i proizvodnje 2000 GWh. Glavna elektrana iskorištava pad 272 m i akumulaciju 1100 hm³. Veoma elastične karakteristike proizvodnje i veoma niska proizvodna cijena kWh osnovne su odlike postrojenja.

DK 621.311.21(497.1)

Odlukom Saveznog izvršnog vijeća krajem 1958. g., započela je izgradnja hidroelektrana na Trebišnjici, koje će imati, kad budu potpuno završene, instaliranu snagu 576 MW i moći će proizvoditi u srednjoj hidrološkoj godini 2436 GWh.

Ukupne investicije su 47 milijardi dinara, a ukupna će vrijednost proizvodnje elektrana biti godišnje 4.000 × 10^6 dinara. Međutim, gradnje na Trebišnjici omogućit će i uređenje vodnog režima na Popovom polju, koje je sada sezonski plavljeno, zatim navodnjavanje Dubrovačke Župe, pa će se uz posebne investicije za melioracije (oko 4 milijarde din) moći dobiti povećanje biljnog prinosa godišnje u vrijednosti za oko 2 milijarde dinara.

Glavni su objekti postrojenja 107 m visoka brana Grančarevo (akumulaciono jezero 1100 hm³ korisne sadržine) s elektranom 160 MW (srednja godišnja proizvodnja 510 GWh), 30 m visoka brana Gorica, dvostruki dovodni tunel do mora, dužine 16,6 km, promjera 2 × 6 m, s elektranom Dubrovnik 416 MW (srednji pad 272 m, srednja godišnja proizvodnja 1926 GWh).

Sadašnjom odlukom o izgradnji obuhvaća se samo prva etapa postrojenja sa slijedećim podacima o energiji i investicijama:

	MW	GWh	Din . 10^6
Postrojenje Grančarevo	108	493	18.661
Postrojenje Dubrovnik	208	1597	15.450
Ukupno	316	2090	34.111

Osnovni projekt i investicioni program postrojenja izradilo je poduzeće *Elektroprojekt* iz Sarajeva, glavni projektant ing. Stjepan *Mikulec*. Investicioni program odobrio je 17. 9. 1958. g. Upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede na 4. redovnoj sjednici.

Za izgradnju ovog velikog postrojenja brinut će se poduzeće *Hidroelektrane na Trebišnjici u izgradnji*, osnovano aktom Saveznog izvršnog vijeća od 23. 12. 1958. Poduzeće ima 2 pogona, jedan sa sjedištem u Trebinju i drugi u Dubrovniku. Svaki će pogon dobivati investicione kredite i raspolagati njima u svojem djelokrugu izgradnje, kako je određeno u investicionom programu. Pogoni se formiraju već od početka januara ove godine.

Umjesno je, da se ovom prilikom spomene nešto ukratko o historijatu studija na ovom vodotoku.

Još je *Th. Schenkel*, u svojoj knjizi: *Karstgebiete und Ihre Wasserkräfte*, 1912 g. upozorio na veoma povoljne okolnosti iskorištenja vodne snage Trebišnjice i predložio, da se ispitaju dvije varijante pada, t. j. prema Ombli i prema Slanom. Predviđao je postrojenje od 112.000 KS (vidi ing. J. *Jerić: Vodne snage NR Hrvatske*, izdanje Instituta za elektroprivredu, Zagreb 1953.).

Na poticaj ing. Ante *Deškovića* iz Splita bilo je još 1916 g. u Beču osnovano koncesionirano društvo za izgradnju hidroelektrane Dubrovnik s vodama Trebišnjice. Izrada projekta bila je povjerena jednom inženjerskom birou u Zürichu, koji je sa svojim stručnim osobljem vršio tehničke i geološke studije tokom 1917. Rezultat ovog rada bio je idejni projekt dovršen 1920 g. s branom visine svega 37 m, pribranskom elektranom 8.000 KS, te elektranom Dubrovnik 53.000 KS. Izgradnja ovih objekata povezivala se s podizanjem tvornice aluminija, elektrifikacijom pruge i melioracijom Popovog polja. Od čitavog projekta korisni su danas samo hidrološki podaci, za sve dane od 1899. do 1913. godine. Projekt je u nepotpunom stanju pohranjen u arhivi Instituta za elektroprivredu u Zagrebu. Interesantno je ovdje uočiti, kako je već tada bila ekonomski privlačiva izgradnja, za ondašnje tehničke mogućnosti ovog izvanredno velikog objekta. I sadašnja ispitivanja pokazuju, da je to zaista neobično vrijedan objekat.

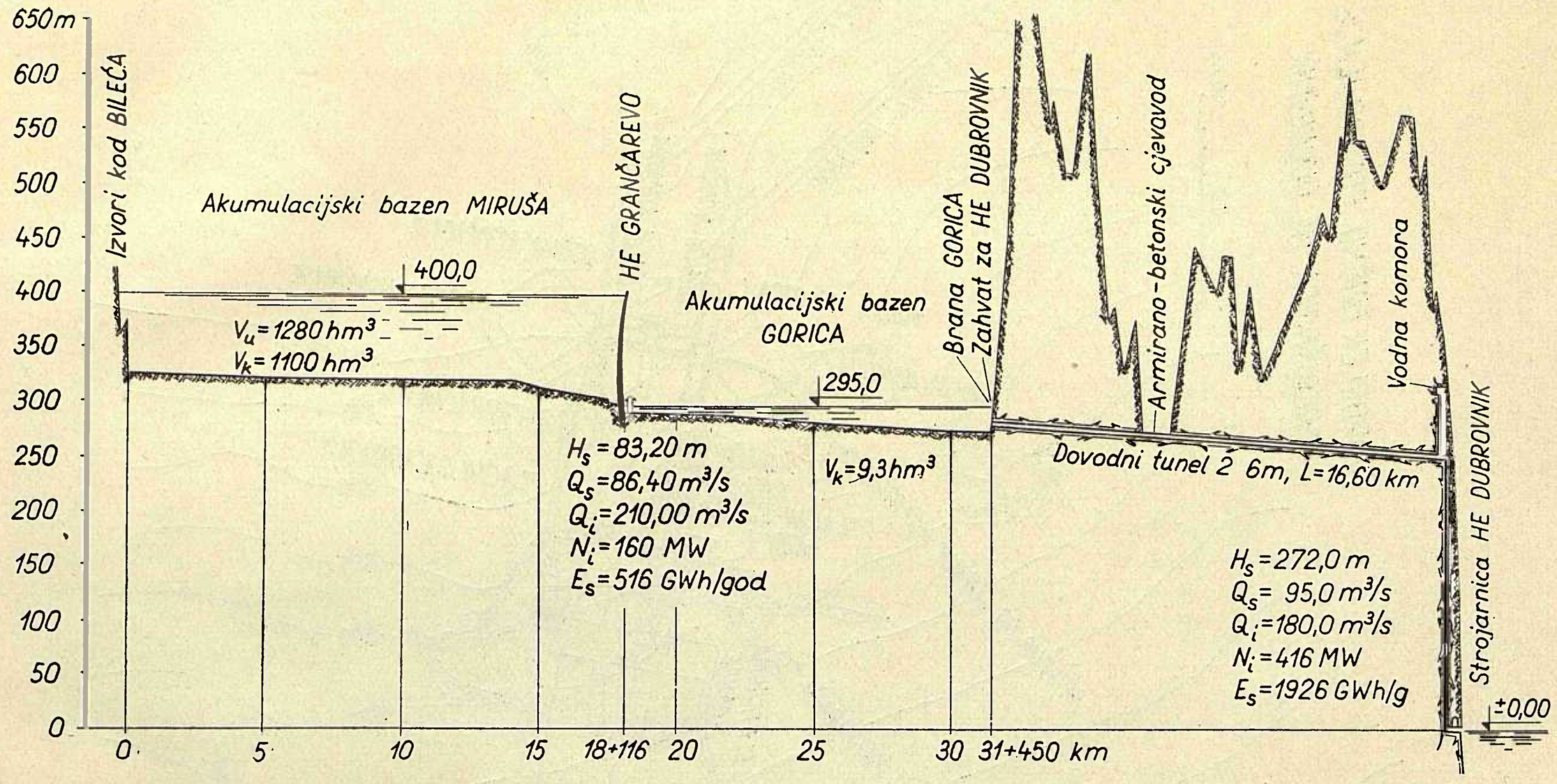
Prvi puta poslije oslobođenja uočilo se to prilikom izrade studije Yougelexport, u okviru koje se na poticaj dr. Vladimira *Šlebingera* (Savezni zavod za privredno planiranje) — počela ozbiljno razmatrati mogućnost izgradnje ovog postrojenja. Tada je na traženje ing. Stjepana *Hana*, koji je s jugoslavenske strane bio glavni predstavnik Yougelexporta, poduzeće Elektroprojekt u Sarajevu izradilo prvu projektnu stu-

diju, koja je odmah pokazala, da poslije hidrocentrala Split i Senj, postrojenje na Trebišnjici ima najbolje tehničke i ekonomske uvjete za proizvodnju i izvoz zimske energije, te da uopće ide u red najekonomičnijih postrojenja u Jugoslaviji i Evropi. (vidi elaborat: *Possibilités d'exportation d'énergie électrique en provenance de la Yougoslavie,* Ženeva 1955.).

Ubrzo se uvidjelo, da se u Jugoslaviji brzi porast potrošnje može najjeftinije pokriti izgradnjom velikih hidroelektrana u primorskom pojasu, gdje se iskorištavaju veliki padovi s relativno povoljnim uvjetima za stvaranje akumulacija i da se u narednom perspektivnom razvoju elektroprivreda treba usmjeriti na stvaranje jedinstvenog superponiranog sistema Jugoslavije. Zato se u elaboratu Saveznog zavoda za privredno planiranje, 1956 g. predlaže, da se u primorskom pojasu izgradi, osim HE Perućica, koja je tada već u gradnji, još u prvom redu HE Split, a među daljnjim najekonomičnijim elektranama, koje dolaze u uži izbor, navodi se HE Trebišnjica (vidi: ing. G. *Preci: Perspektivni plan elektroprivrede Jugoslavije,* Elektroprivreda, 1957., br. 10.)

Za potrebe saveznih organa studijski se obrađivao tokom 1957. izbor redoslijeda izgradnje hidroelektrana u Jugoslaviji i u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu (obrađivač dr. ing. Hrvoje P o ž a r). Original-

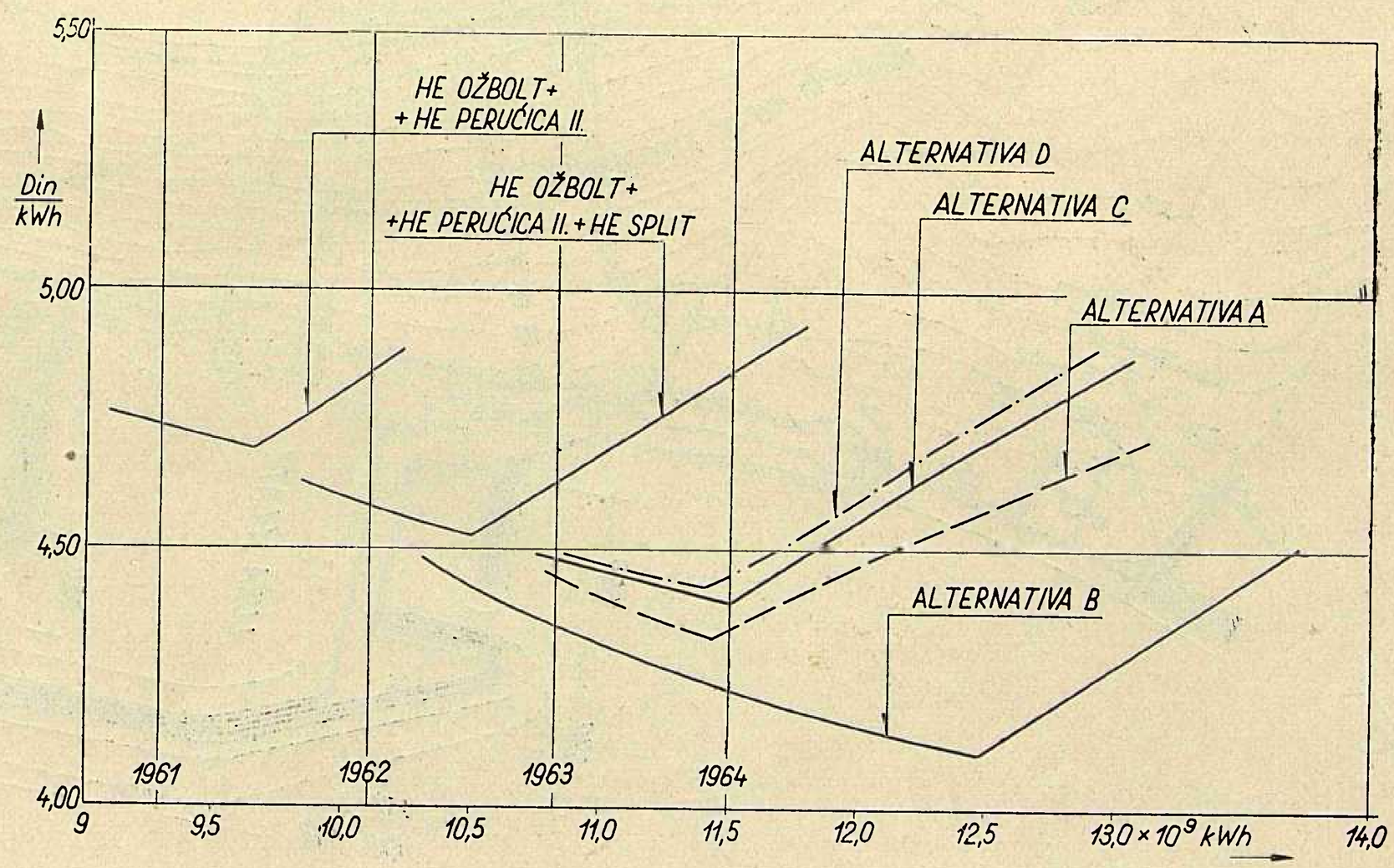
Sl. 1. Situacija postrojenja na Trebišnjici.



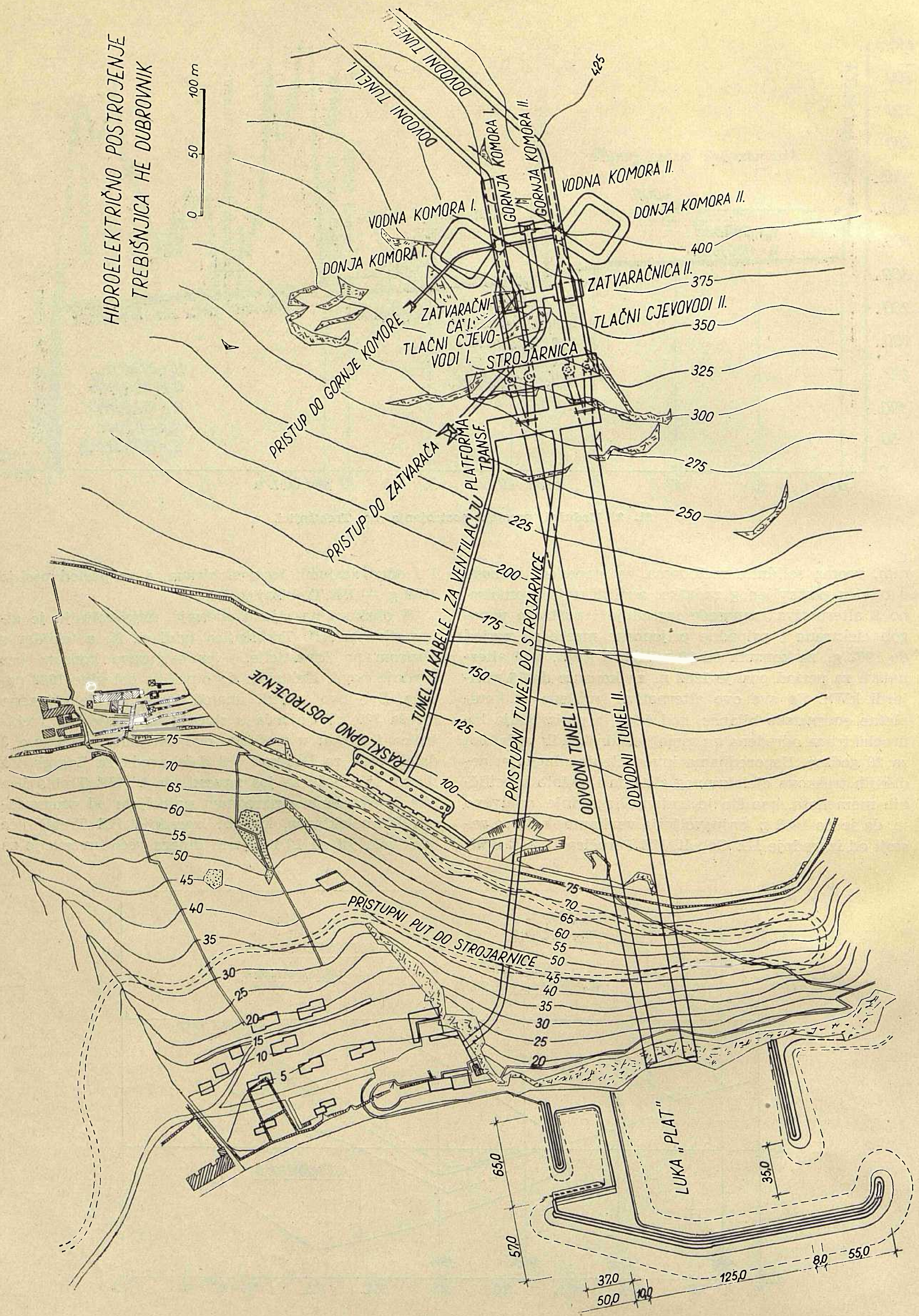
Sl. 2. Uzdužni presjek postrojenja na Trebišnjici.

nim, veoma solidnim metodama, sa stepenom točnosti u okviru postavljenog zadatka, analitički je promotreno 9 alternativa rasporeda izgradnje i puštanja u pogon elektrana i pripadne prijenosne mreže za period do 1962 g., za konzum od 10 milijardi kWh, te 5 alternativa za period poslije 1962 g., za konzum do 15 milijardi kWh. Za sve ove alternative izrađene su kompletne energetske bilance, kod čega je proizvodnja hidroelektrana određena na temelju hidroloških podataka za 20 godina. Usporedbama investicionih ulaganja, godišnjih troškova cjelokupnog sistema i važnih specifičnih momenata, kao što je trajanje izgradnje, dobiveno je, da je do 1962 g. najpovoljnija varijanta, koja se sastoji od izgradnje HE Ožbolt, HE Perućica II, HE Split I i odgovarajućih termoelektrana, a za period poslije 1962 g. — HE Trebišnjica I.

S obzirom na cijenu energije, najpovoljnija je alternativa sa HE Trebišnjica (vidi sl. 3), a također s obzirom na investicije, jer osigurava konzum bez gradnje novih elektrana do otprilike polovine 1966 godine. Sve ovo vrijedi unatoč tome, što je pripadna mreža 220 kV najveća u slučaju izgradnje HE Trebišnjice i što su u troškove ove varijante uračunata 3 dalekovoda za Beograd i 3 dalekovoda za Zagreb. Za ilustraciju može se još navesti, da bi HE Trebišnjica bila izjednačena s narednom najboljom od promatranih hidroelektrana, kad bi izgradnja HE Trebišnjice iziskivala još za 12 milijardi dinara veće investicije za



Sl. 3. Usporedbena cijena energije na nivou 220 kV za alternative izgradnje u sistemu FNRJ; imenovane su samo hidroelektrane koje se dodaju (Alternativa *B* označuje varijantu s Trebišnjicom I).



Sl. 4. Hidroelektrana Dubrovnik, situacija postrojenja i pripadnih objekata.

mrežu, t. j. kad bi bilo potrebno još 1100 km više jednostrukih dalekovoda 220 kV, nego za narednu najbolju alternativu.

Važno je nadalje, da je povoljno pustiti u pogon HE Trebišnjicu što prije, jer ona znatno smanjuje troškove proizvodnje u sistemu radi smanjenja potrošnje ugljena. Na primjer, kad bi je uspjelo pustiti u pogon 1962. smanjili bi se već tada godišnji troškovi za 1,5 milijarde dinara, odnosno smanjila potrošnja za 430.000 t ugljena kalorične vrijednosti 3.500 kcal/kg (430 GWh manje proizvodnje u termoelektranama).

Sa stanovišta proučavanja metoda za izbor hidroelektrana, interesantno je, da je i analitičko uspoređivanje hidroelektrana, promatrajući izolirano od elektroenergetskog sistema pokazalo, da je poslije HE Perućica II i HE Split I hidroelektrana Trebišnjica I najpovoljniji objekt. Usporedba je izvršena na osnovu valorizacije energije, a prema specifičnim investicijama po kWh moguće proizvodnje. Valorizacija je provedena prema kriterijima, koji se primjenjuju za valorizaciju energije: prema garantiranoj i varijabilnoj energiji, prema sezonskoj energiji (zima, ljeto), te prema danjoj i noćnoj energiji. Na ovako povoljan rezultat utjecali su svakako i veliki akumulacioni prostor i relativno niski investicioni troškovi.

Treba spomenuti, da je ovo uspoređivanje obuhvatilo sve objekte, koji su tada imali idejne projekte i investicione programe, a da nije prema tome bilo obuhvaćeno postrojenje Tara — Morača, a osim toga, nije bilo riješeno ni pitanje prevođenja voda iz sliva Drine u jadranski sliv.

Poslije sjednice Upravnog odbora Zajednice jugoslavenske elektroprivrede 22. i 23. maja 1957. u vezi s perspektivnim razvojem elektroprivrede FNRJ i rada specijalne komisije Saveznog izvršnog vijeća o istom problemu, donesene su poznate odluke Saveznog izvršnog vijeća, kojima se u elektroprivredi prišlo izgradnji najpovoljnijih energetskih izvora i s tim u vezi povezivanju cijele zemlje u jedinstveni elektroenergetski sistem.

Naslov pisca: Ing. Borivoj Baranović, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

INSTALIRANA SNAGA HIDROELEKTRANA I STEPEN ISKORIŠĆENJA VODNIH SNAGA

Hrvoje Požar, Zagreb

Prikazana je metoda određivanja optimalne instalirane snage hidroelektrana uvaživši pri tom položaj hidroelektrane u dnevnom dijagramu opterećenja u odnosu obilja vode na vodotocima. Izložena metoda osniva se na komparaciji s termoelektranama, te uvažava raspored voda tokom godine, volumen akumulacionog bazena, te troškove izgradnje hidroelektrane. Za odluku o pitanju koje hidroelektrane treba da budu instalirane za pokrivanje osnovnog, a koje za gornji dio dijagrama opterećenja u većini slučajeva ne postoje tehnička ograničenja. Odluka ovisi o ekonomskim karakteristikama postrojenja. Konačno je razmatrano pitanje o utjecaju stanja iskorišćenja vodnih snaga na instaliranu snagu hidroelektrana.

DK 621.311.21:621.22

1. Određivanje instalirane snage hidroelektrana

Polazeći od zahtjeva da opskrbimo potrošača potrebnom količinom električne energije uz što manje ukupne troškove u promatranom elektroenergetskom sistemu, možemo optimalnu instaliranu snagu hidroelektrane odrediti na osnovu slijedećeg razmatranja.

Razmotrimo prilike u nekom elektroenergetskom sistemu u kojem postoje izgrađene hidroelektrane i termoelektrane. Radi porasta potrošnje odlučeno je izgraditi novu hidroelektranu, ali bit će potrebno — u općem slučaju — radi dopune, povećati instaliranu snagu u termoelektranama bilo izgradnjom nove termoelektrane ili proširenjem postojećih termoelektrana.

Povećane potrebe energije W bit će tada zadovoljene proizvodnjom u postojećim hidroelektranama W_{hs}, proizvodnjom u novoj hidroelektrani W_h i proizvodnjom u termoelektranama W_t:

$$W = W_{hs} + W_h + W_t. \tag{1}$$

Veličine W_{hs} i W_h predstavljaju moguću proizvodnju hidroelektrana, jer pretpostavljamo da se sva moguća proizvodnja može plasirati u mrežu. Ta se pretpostavka može prihvatiti, jer možemo računati da će barem nekoliko godina nakon izgradnje nove hidroelektrane konzum toliko porasti, da će biti osigurano plasiranje ukupne moguće proizvodnje.

Uz povećanu proizvodnju ukupni se troškovi T sastoje od troškova u postojećim hidroelektranama T_{hs}, u novoj hidroelektrani T_h i termoelektrani T_t:

$$T = T_{hs} + T_h + T_t. \tag{2}$$

Troškove termoelektrana možemo aproksimirati izrazom

$$T_t = b_t \cdot r \cdot P_t + c_g W_t, \tag{3}$$

gdje su b_t godišnji specifični troškovi snage po jedinici instalirane snage, r faktor rezerve, koji omogućuje sigurnu proizvodnju maksimalno potrebne snage P_t iz termoelektrana, dok su c_g specifični troškovi goriva za proizvodnju jedinice energije. Uvrštavanjem izraza (3) u (2) nakon zamjene W_t prema (1), dobivamo

$$T = T_{hs} + T_b + b_t \cdot r \cdot P_t + c_g (W - W_{hs} - W_h). \tag{4}$$

Snaga P_t je maksimalna snaga iz termoelektrana potrebna za zadovoljenje konzuma. Snagu P_t možemo dobiti iz izraza (sl. 1 i 2)

$$P_t = P_m - P_{ho}, \tag{5}$$

gdje je P_m maksimalni manjak snage nakon iskorišćenja postojećih hidroelektrana, a P_{ho} snaga koju može proizvesti nova hidroelektrana u času maksimalne potrebe snage iz termoelektrana,

Uvaživši (5) dobivamo

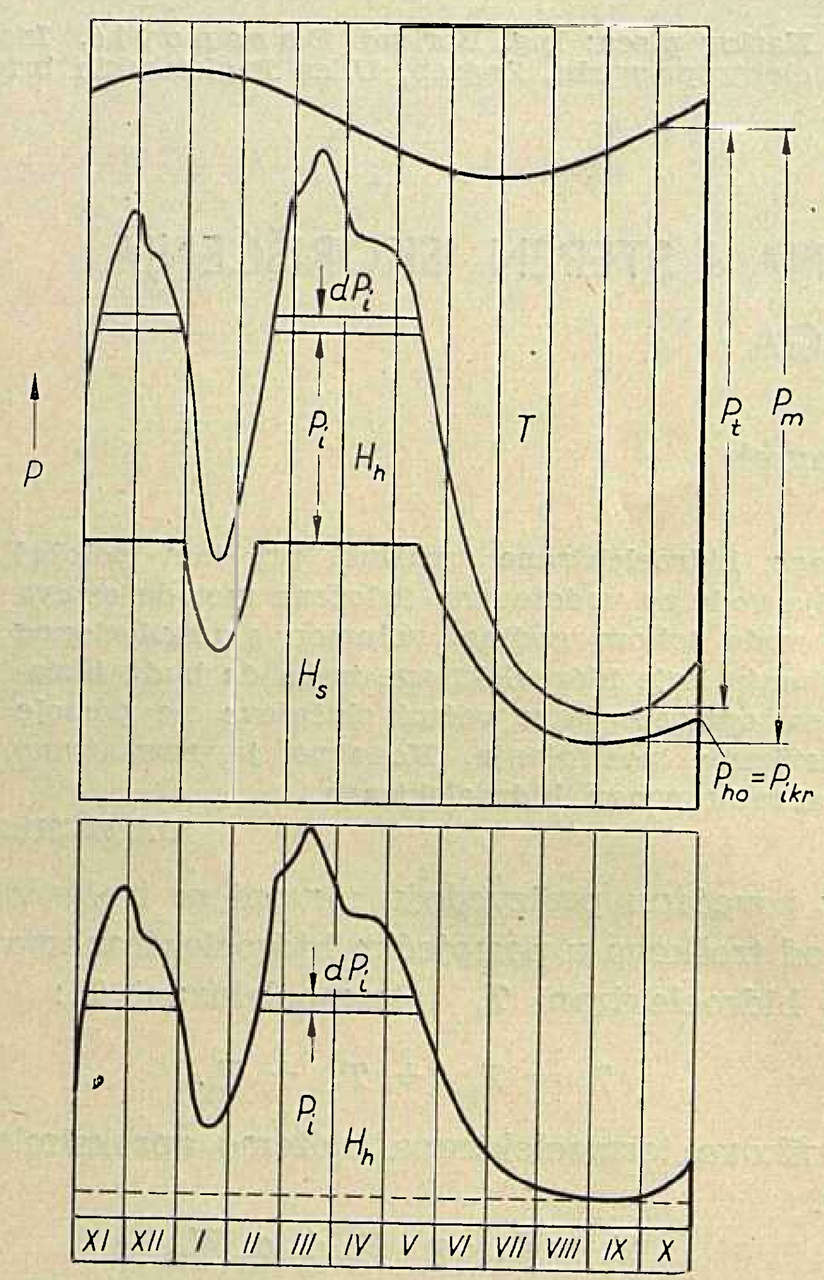
$$T = T_{hs} + T_h + b_t r (P_m - P_{ho}) + c_g (W - W_{hs} - W_h) \quad (6)$$

U izrazu (6) dolazi veličina P_{ho} koju moramo točnije razmotriti, jer ima — kako ćemo vidjeti — odlučan utjecaj na daljne izvode. Veličina P_{ho} je snaga, koju hidroelektrana može proizvesti u doba najveće potrebe snage iz termoelektrana. Veličina P_{ho} je ovisna o veličini izgradnje hidroelektrane Q_i odnosno o instaliranoj snazi hidroelektrane P_i samo onda, kad je snaga P_{vo} (sl. 2), koja bi se mogla proizvesti s obzirom na raspoloživu vodu u tom času, veća od instalirane snage.

U tom slučaju moramo u izraz (6) uvrstiti

$$P_{ho} = P_i, \quad (7)$$

jer snaga koju hidroelektrana može proizvesti ne može biti veća od instalirane snage elektrane.



Sl. 1. Raspored proizvodnje za slučaj izgradnje nove hidroelektrane (slučaj *A*).

Ako je međutim snaga vode $P_{vo} < P_i$, snaga je P_{ho} neovisna o instaliranoj snazi, jer — makoliko povećali instaliranu snagu P_i — ne možemo utjecati na veličinu P_{ho}. Postoji dakle granična instalirana snaga hidroelektrane P_{ikr} iznad koje se s povećanjem instalirane snage ne postiže povećanje snaga P_{ho}. Dakle za slučaj $P_{vo} < P_i$ treba u jednadžbi (6) postaviti

$$P_{ho} = P_{ikr}. \quad (8)$$

Za prvi slučaj (7) imamo primjer na sl. 2 dok je drugi slučaj (8) prikazan na sl. 1.

Veličina P_{ikr} ovisna je o godišnjem rasporedu protoka postojećih hidroelektrana i nove hidroelektrane. U većini praktičnih slučajeva, jer je raspored protoka sličan u postojećim hidroelektranama i novoj hidroelektrani, snaga P_{ikr} je malena i praktički je jednaka minimalnoj snazi nove hidroelektrane. Međutim u hidroelektrani s drukčijim rasporedom protoka od postojećih hidroelektrana snaga P_{ikr} može imati veliku vrijednost. To isto vrijedi i za akumulacione hidroelektrane.

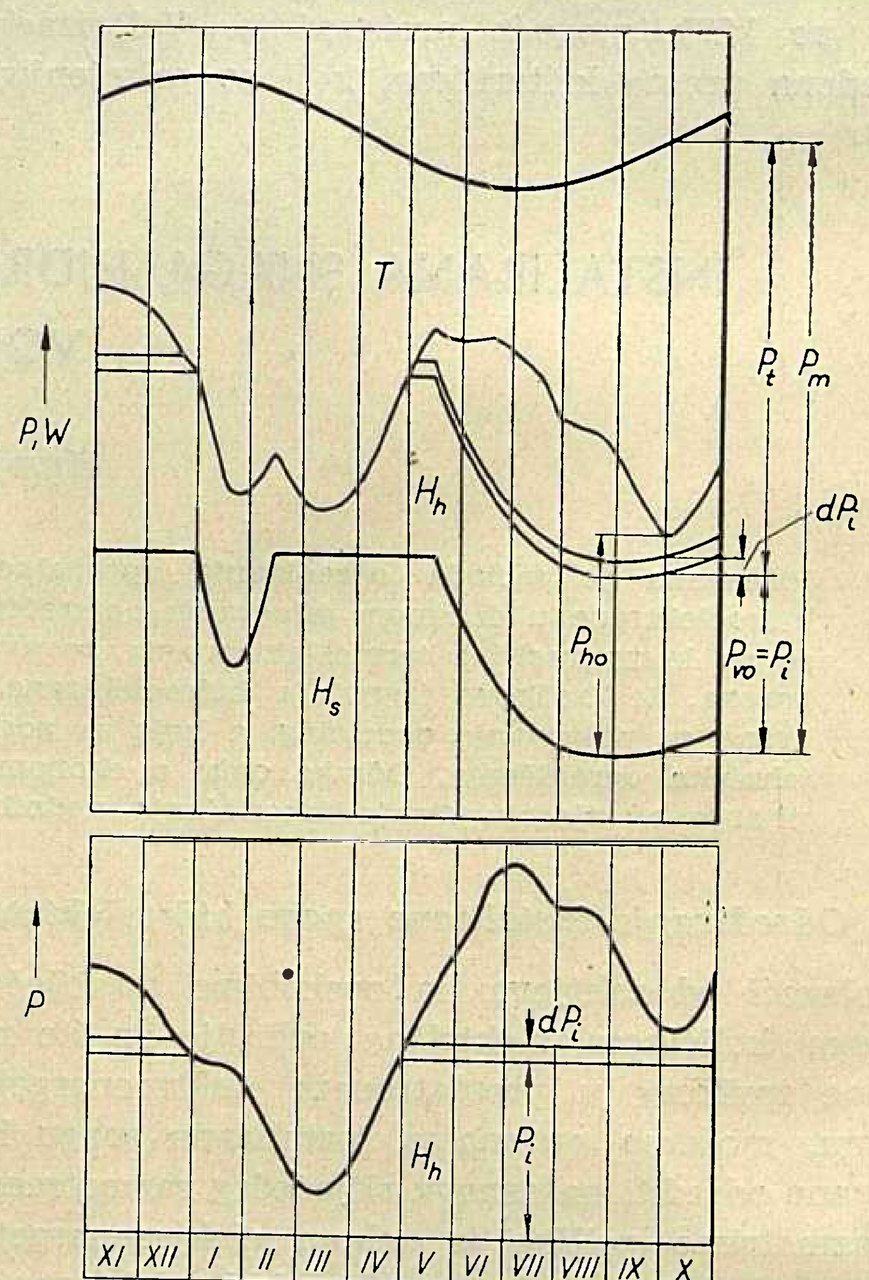
Jednadžbu (6) moramo dakle promatrati za dva slučaja i to za $P_i < P_{ikr}$ (odnosno $P_{ho} = P_i$):

$$T = T_{hs} + T_h + b_{tr} (P_m - P_i) + c_g (W - W_{hs} - W_h) \quad (9)$$

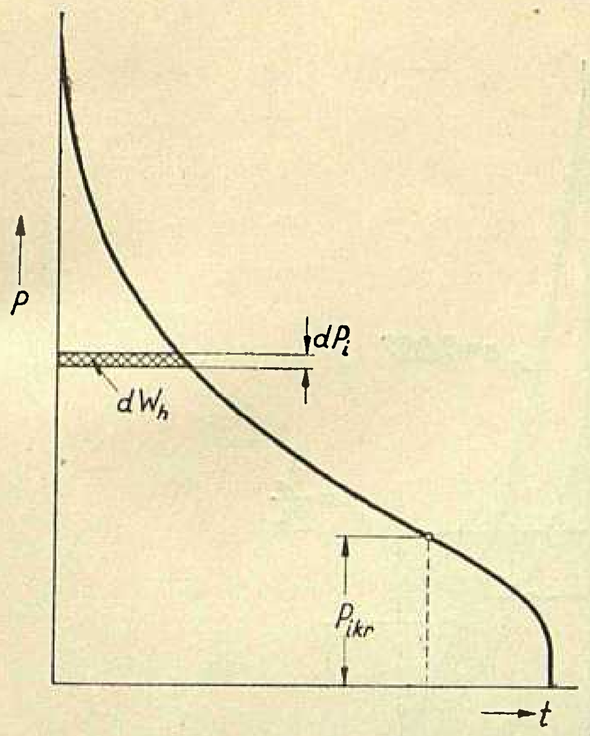
i za $P_i > P_{ikr}$ (odnosno $P_{ho} = P_{ikr}$):

$$T = T_{hs} + T_h + b_{ir} (P_m - P_{ikr}) + c_g (W - W_{hs} - W_h). \quad (10)$$

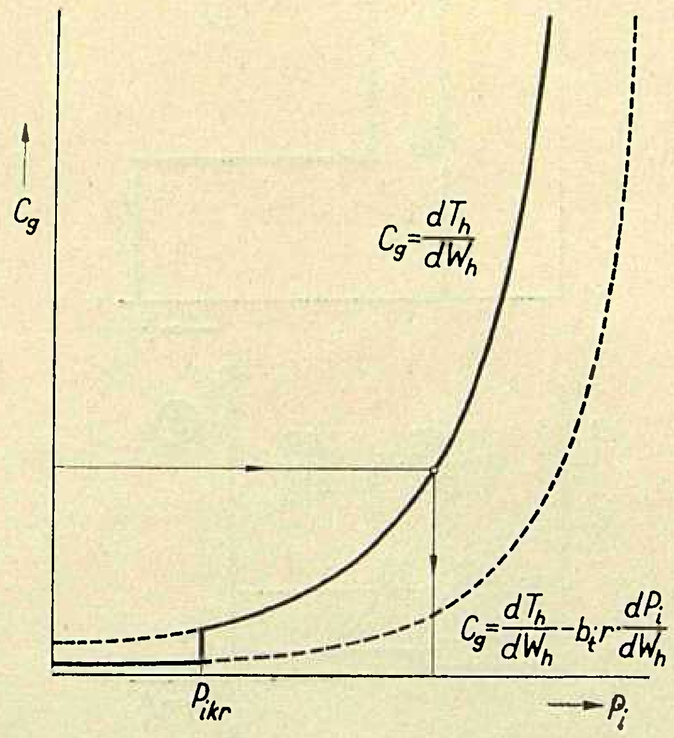
Optimum u elektroenergetskom sistemu bit će postignut kad ukupni troškovi T u sistemu budu minimalni. Treba dakle odrediti veličinu izgradnje nove hidroelektrane uz koju se može postići opskrba potrošača uz minimalne troškove vodeći pri tomu računa o postojećim hidroelektranama i termoelektranama. S obzirom na veličinu izgradnje nove hidroelektrane, troškovi T_{hs} i proizvodnja W_{hs} postojećih hidroelektrana, manjak snage P_m (sl. 1 i 2), ukupna potreba energije W, kritična snaga nove hidroelektrane P_{ikr}, specifični troškovi za gorivo c_g, specifični troškovi snage termoelektrane b_t, te faktor rezerve r, neovisni su o veličini izgradnje hidroelektrane. Godišnji troškovi nove hidroelektrane T_h funkcija su veličine izgradnje Q_i; to isto vrijedi za instaliranu snagu P_i i moguću proizvodnju W_h. Budući da je $W_h = f(Q_i)$, to su i T_h i P_i funkcije



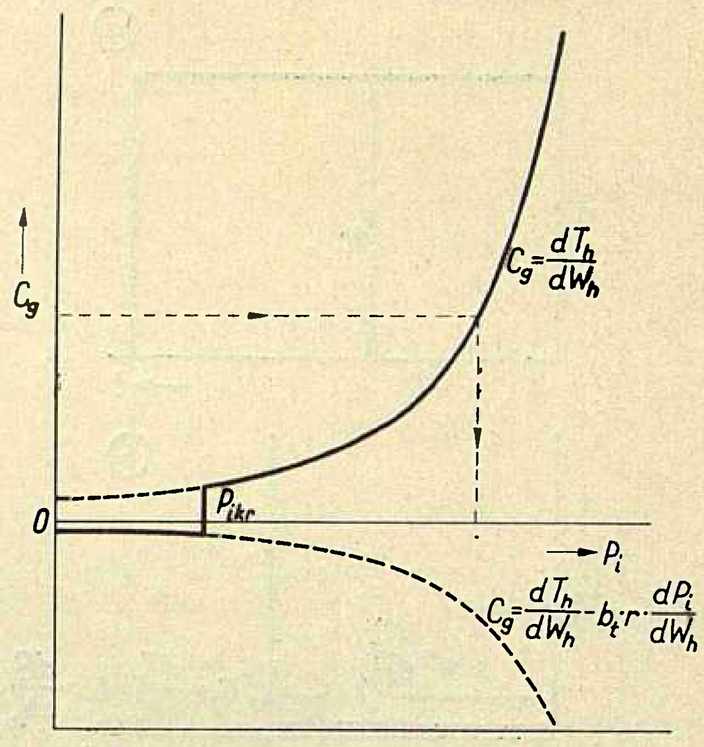
Sl. 2. Raspored proizvodnje za slučaj izgradnje nove hidroelektrane (slučaj *B*).



Sl. 3. Krivulja trajanja snage hidroelektrane



Sl. 4. Krivulje prema (15) i (16) za slučaj da je $dT_h/dP_i > b_t \cdot r$



Sl. 5. Krivulje prema (15) i (16) za slučaj da je $dT_h/dP_i < b_t \cdot r$

moguće proizvodnje W_h, pa diferenciranjem jednadžbe (9) i (10) po W_h možemo odrediti minimum troškova.

Promotrimo najprije slučaj kad je $P_i < P_{ikr}$ (sl. 2). Diferenciranjem jednadžbe (9), koja vrijedi za $P_i < P_{ikr}$, dobivamo jedan od uvjeta za minimum troškova

$$\frac{dT}{dW_h} = \frac{dT_h}{dW_h} - b_t r \frac{dP_i}{dW_h} - c_g = 0 \qquad (11)$$

Druga derivacija izraza (9) bit će uvijek pozitivna, kad je ispunjena nejednadžba

$$\frac{dT_h}{dP_i} > b_t \cdot r \qquad (12)$$

pa će postojati i minimum funkcije (9).

Ukoliko je međutim

$$\frac{dT_h}{dP_i} < b_t \cdot r, \qquad (13)$$

ne će funkcija (9) imati ekstrema, a najmanji mogući troškovi bit će postignuti za najveći P_i, za koji još vrijedi jednadžba (9). Prema tomu optimalna veličina izgradnje — u ovom slučaju — bit će jednaka P_{ikr}.

Promotrimo sada slučaj (sl. 1) kad je $P_i > P_{ikr}$. Ako odredimo minimum troškova za slučaj $P_i > P_{ikr}$, deriviramo izraz (10) po W_h, dobivamo kao uvjet minimuma (10):

$$\frac{dT}{dW_h} = \frac{dT_h}{dW_h} - c_g = 0. \qquad (14)$$

Sada će u svim slučajevima druga derivacija biti pozitivna, pa će uvijek postojati i minimum funkcije (10).

Za određivanje optimalne veličine izgradnje hidroelektrane možemo se poslužiti grafičkom konstrukcijom. Kao osnova za grafičku konstrukciju su jednadžbe (11) i (14), iz kojih dobivamo

$$c_g = \frac{dT_h}{dW_h} - b_t \cdot r \cdot \frac{dP_i}{dW_h}, \qquad (15)$$

$$c_g = \frac{dT_h}{dW_h}. \qquad (16)$$

Pretpostavimo da je krivulja trajanja snage promatrane hidroelektrane prikazane na sl. 3, na kojoj je prikazana i snaga P_{ikr}. Na osnovu krivulje trajanja, te na osnovu ovisnosti godišnjih troškova za hidroelektranu u ovisnosti o instaliranoj snazi, moguće je nacrtati krivulje prema (15) i (16), kako je prikazano na sl. 4, iz kojih je moguće za bilo koje troškove za gorivo c_g u termoelektranama odrediti optimalnu instaliranu snagu hidroelektrane.

Krivulje na sl. 4 vrijede za slučaj da je ispunjena nejednadžba (12), a one na sl. 5 za slučaj ispunjenja nejednadžbe (13).

Na sl. 6 i 7 nacrtane su krivulje iz kojih se može odrediti optimalna instalirana snaga hidroelektrana i to jednom uz pretpostavku da hidroelektrana može osigurati preko cijele godine konstantnu snagu (sl. 6), a drugi put da je snaga hidroelektrane u sušnom periodu veća od snage u vlažnom periodu ($P_{ikr} = P_{max}$).

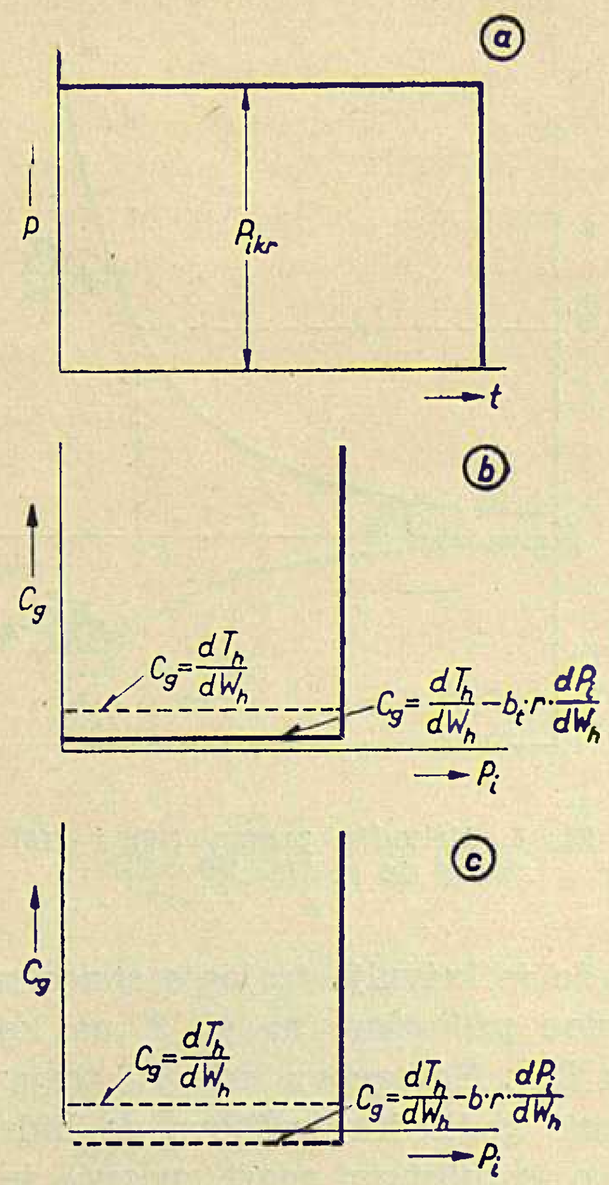
Ovako određene instalirane snage hidroelektrane osiguravaju minimum troškova u elektroenergetskom sistemu samo ako je osiguran plasman energije uz konstantno opterećenje hidroelektrane tokom razdoblja velikih voda u promatranoj hidroelektrani.

2. *Utjecaj položaja elektrana u dijagramu opterećenja*

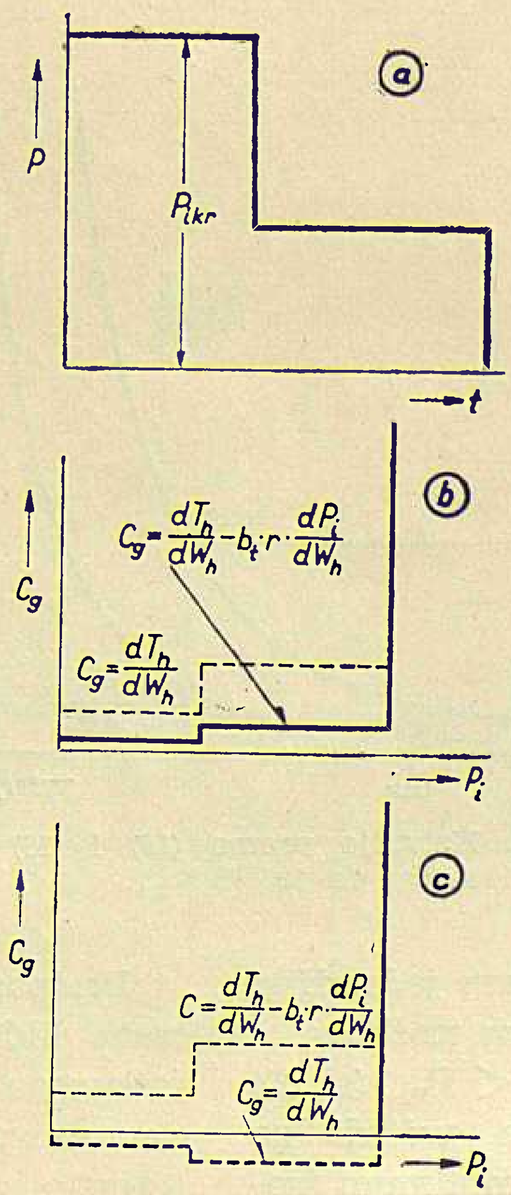
Položaj elektrana u dnevnom dijagramu opterećenja ovisi o raspoloživoj energiji i snazi u hidroelektranama, a njihova uloga određena je zahtjevom za što manjim troškovima proizvodnje. Promotrimo prilike u većem elektroenergetskom sistemu u sušnom (sl. 9a) i vlažnom (sl. 9b) periodu.

U sušnom periodu sve hidroelektrane s akumulacionim bazenima rade u vrhu dnevnog dijagrama, da bi na sebe preuzele promjene opterećenja i da bi se što više iskoristila njihova raspoloživa snaga. U ovom razdoblju suma iskoristivih snaga hidroelektrana s akumulacionim bazenom normalno je veća od sume njihovih maksimalnih snaga radi relativno male moguće proizvodnje. Povećanje instalirane snage hidroelektrana radi potreba u sušnom periodu iznad one određene u prvom poglavlju nema dakle opravdanja.

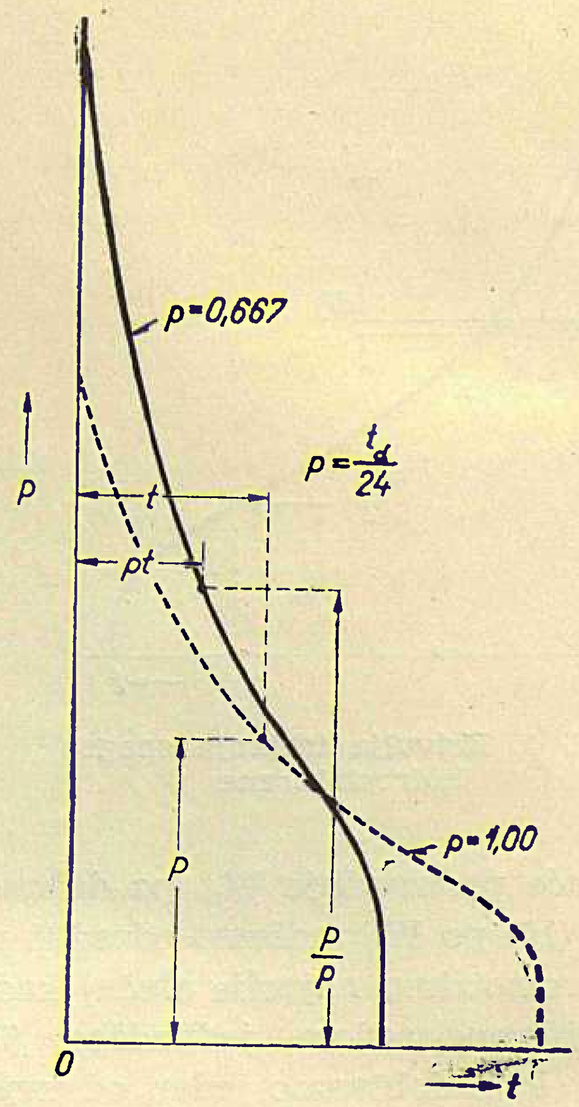
U vlažnom periodu samo jedan dio hidroelektrana može raditi s konstantnom snagom tokom cijelog dana, dok drugi dio hidroelektrana može koristiti svoju mak-



Sl. 6. Određivanje instalirane snage za hidroelektrane s trajanjem snage prema (*a*), (*b*) za slučaj da je $dT_h/dP_i > b_t \cdot r$, (*c*) za slučaj da je $dT_h/dP_i < b_t \cdot r$.

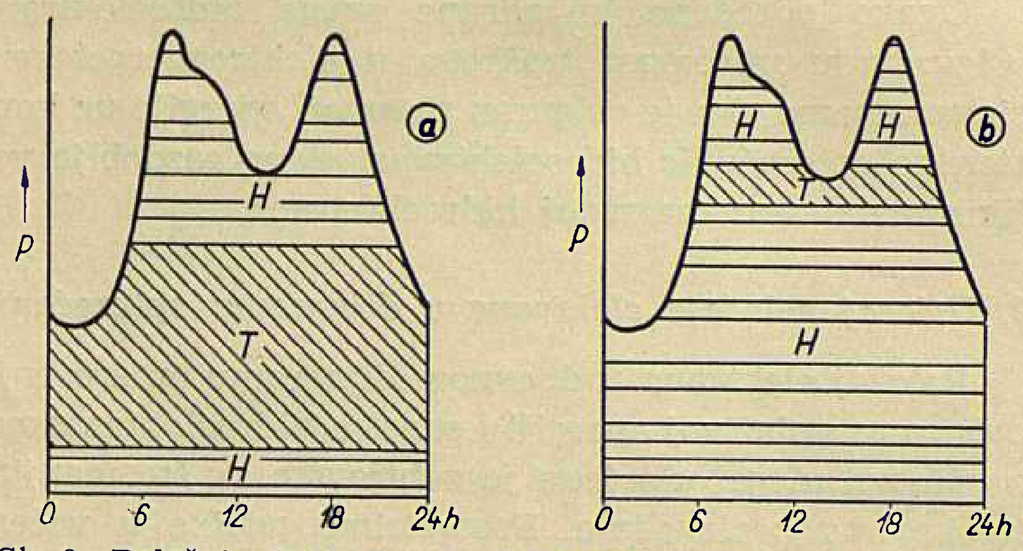


Sl. 7. Određivanje instalirane snage za hidroelektrane s trajanjem snage prema (*a*), (*b*) za slučaj da je $dT_h/dP_i > b_t \cdot r$, (*c*) za slučaj da je $dT_h/dP_i < b_t \cdot r$.



Sl. 8. Krivulja trajanja snage za korišćenje snage u dijelu dana

simalnu snagu samo kroz dio dana. Te druge hidroelektrane ne mogu dakle proizvesti onu količinu energije koja odgovara njihovoj instaliranoj snazi, a koja je određena uz uvjet plasmana cjelokupne moguće proizvodnje. Prema tomu instaliranom snagom koja je određena prema izloženom u točci (1) za hidroelektrane koje ne rade s konstantnom snagom tokom cijelog dana ne ispunjava se uvjet minimuma troškova u elektroenergetskom sistemu.



Sl. 9. Položaj elektrana u dnevnom dijagramu opterećenja: *a)* u sušnom periodu, *(b)* u vlažnom periodu.

Ako s t_d označimo broj sati u danu, kroz koje hoćemo koristiti punu snagu hidroelektrane, možemo omjerom

$$p = t_d/24 \qquad (17)$$

karakterizirati položaj hidroelektrane u dijagramu opterećenja. Za slučaj $p = 0{,}667$ ($t_d = 16$ sati) prikazana je krivulja trajanja snage na sl. 8. Konstrukcija krivulje za $p = 0{,}667$ i krivulje za $p = 1{,}00$ također je prikazana na sl. 8.

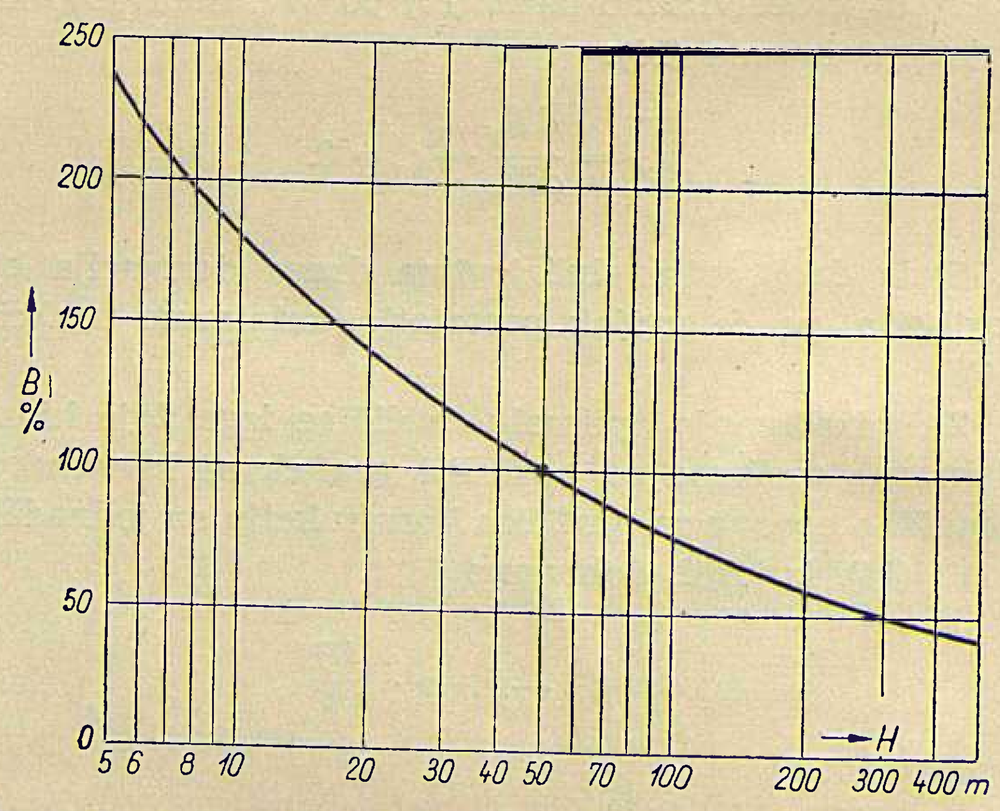
Pomoću tako konstruirane krivulje trajanja moguće je odrediti optimalnu veličinu izgradnje na već prikazani način.

3. *Izbor hidroelektrana prema ulozi u sistemu*

Položaj protočnih hidroelektrana u dijagramu opterećenja unaprijed je određen.

Hidroelektrane s velikim P_{ikr} (to su normalno hidroelektrane s velikim akumulacionim bazenima), mogu — bez gubitaka vode — u vlažnom periodu koristiti male količine vode, jer se njihova proizvodnja koncentrira na sušni period godine. Radi takovog rasporeda proizvodnje moguće je hidroelektranu s velikim P_{ikr} (sl. 7.) u vlažnom periodu koristiti za pokrivanje gornjeg dijela dnevnog dijagrama opterećenja. Prema tomu može se kazati, da se u pravilu za spomenute hidroelektrane veličina izgradnje određuje prema izloženom u točci 1.

Sve ostale hidroelektrane (s manjim akumulacionim bazenima) mogu se izgraditi bilo za rad s korisnom



Sl. 10. Ovisnost dodatnih investicija (*B*) za jedinicu instalirane snage o padu (*H*) u pribranskoj hidroelektrani.

snagom tokom cijelog dana, bilo za rad samo u dijelu dana. Izbor ne ovisi o tehničkim uvjetima. Odluka je ovisna o troškovima izgradnje ili još točnije o povećanju troškova izgradnje za povećanje instalirane snage. Te dodatne investicije iznose

$$B = \frac{dI_h}{dP_i}, \qquad (18)$$

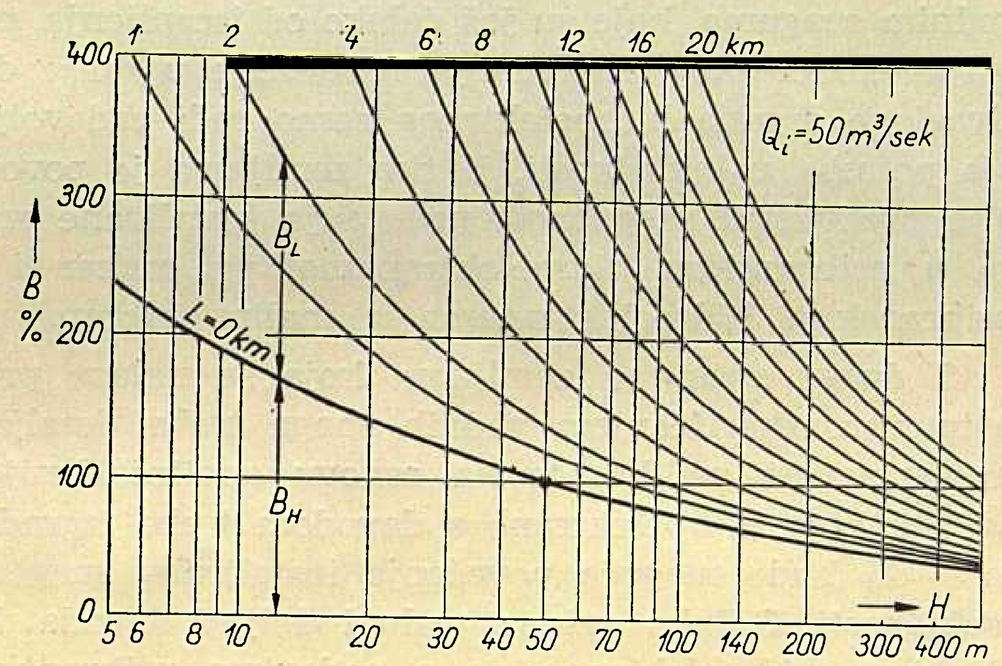
gdje su I_h investicije za izgradnju hidrocentrale, a P_i instalirana snaga hidroelektrana.

Prirast investicija B je funkcija pada H, protoka Q_i za instaliranu snagu, te duljine dovoda L, pa možemo pisati

$$B = f(H, Q_i, L). \qquad 19)$$

Međutim za hidroelektrane s duljinom dovoda $L=0$, a to su pribranske hidroelektrane, prirast investicija B — u prvoj aproksimaciji — ovisi samo o padu H, pa je

$$B_H = B_H(H). \qquad (20)$$



Sl. 11. Dodatne investicije (*B*) za hidroelektrane s dovodom dugim (*L*) u ovisnosti o padu (*H*) za veličinu izgradnje Q_i = 50 m³/ sec.

Na veličinu B_H (sl. 10) utječu investicije za cjevovod, turbine, generatore, dizalice, hidromehaničku opremu na ulazu u cjevovod i turbine, rasklopno postrojenje, pomoćne pogone i za zgradu strojarnice.

Ako još uvažimo, da — opet kao prvu aproksimaciju — možemo (19) pisati u obliku

$$B = B_H(H) + B_L(Q_i, L) \qquad (21)$$

dobivamo familiju krivulja (sl. 10) za određeni protok za instaliranu snagu. Naravno da dodatak B_L, koji je ovisan o duljini dovoda L ovisi o geološkim uvjetima, o broju napadnih tačaka, o tlaku u tunelu i sl. Na sl. 11 dane su samo srednje vrijednosti. Budući da na B_L utječe još i veličina Q_i, ali jer taj utjecaj nije velik, mogu se krivulje na sl. 11 upotrebiti za jedan interval protoka za instaliranu snagu.

Krivulje na sl. 11 treba da posluže samo kao ilustracija daljnjih razmatranja.

U hidroelektrani s većim padom i s kraćim dovodom potrebne su manje dodatne investicije po jedinici snage, pa je sigurno ekonomičnije takvu hidroelektranu izgraditi za veću instaliranu snagu. Prema tomu hidroelektrane s manjim dodatnim investicijama treba predvidjeti za rad u srednjem i gornjem dijelu dijagrama opterećenja.

Koje hidroelektrane i koliko hidroelektrana treba izgraditi s većom instaliranom snagom od one, koja je optimalna uz pretpostavku konstantnog opterećenja (točka 1), moguće je odrediti tek nakon detaljnije analize prilika u elektroenergetskom sistemu i usporedbe mogućih hidroelektrana na promatranom području, odnosno vodotoku.

4. *Prilike nakon iscrpljenja ekonomski iskoristivih vodnih snaga*

Nakon potpunog iscrpljenja ili nakon iscrpljenja većeg dijela ekonomski iskoristivih vodnih snaga najveći dio nove proizvodnje treba da na sebe preuzmu termoelektrane (bilo klasične bilo nuklearne). Od tada će hidroelektrane sve više imati zadaću da pokrivaju gornji dio dnevnog dijagrama opterećenja. Prema tomu — s obzirom na to stanje — bilo bi korisno hidroelektrane instalirati za veću snagu od one koja odgovara prilikama kad još ima raspoloživih hidroenergetskih izvora.

Ako je predvidivi rok do iscrpljenja hidroenergetskih izvora dulji od vijeka trajanja postrojenja, odnosno do otpisa postrojenja, ne bi trebalo voditi računa o prilikama u toj dalekoj budućnosti.

Međutim ako je predvidivi rok do iscrpljenja hidroenergetskih izvora kraći, a pogotovo kad je taj rok kratak, korisno je pri izboru instalirane snage hidroelektrana voditi računa i o toj činjenici.

U pribranskim hidroelektranama možemo s minimalnim povećanjem investicija u vrijeme građenja osigurati mogućnost postavljanja još jednog ili dva agregata. Postavljanje tih dodatnih agregata bit će izvršeno onda kad bude s obzirom na položaj hidroelektrane u dijagramu opterećenja potrebno. Može se dakle tvrditi da ima opravdanja, da se u pribranskim hidroelektranama predvidi mogućnost postavljanja daljnjih agregata.

Za hidroelektrane s dovodom to nije moguće unaprijed reći. Za buduće povećanje broja agregata, odnosno za buduće povećanje instalirane snage takove hidroelektrane, potrebno je već u momentu gradnje predvidjeti dovodne organe (tunel, ulaznu građevinu, vodnu komoru) za konačnu instaliranu snagu. To svakako predstavlja preuranjene investicije. Međutim u nekim slučajevima te preuranjene investicije mogu biti opravdane.

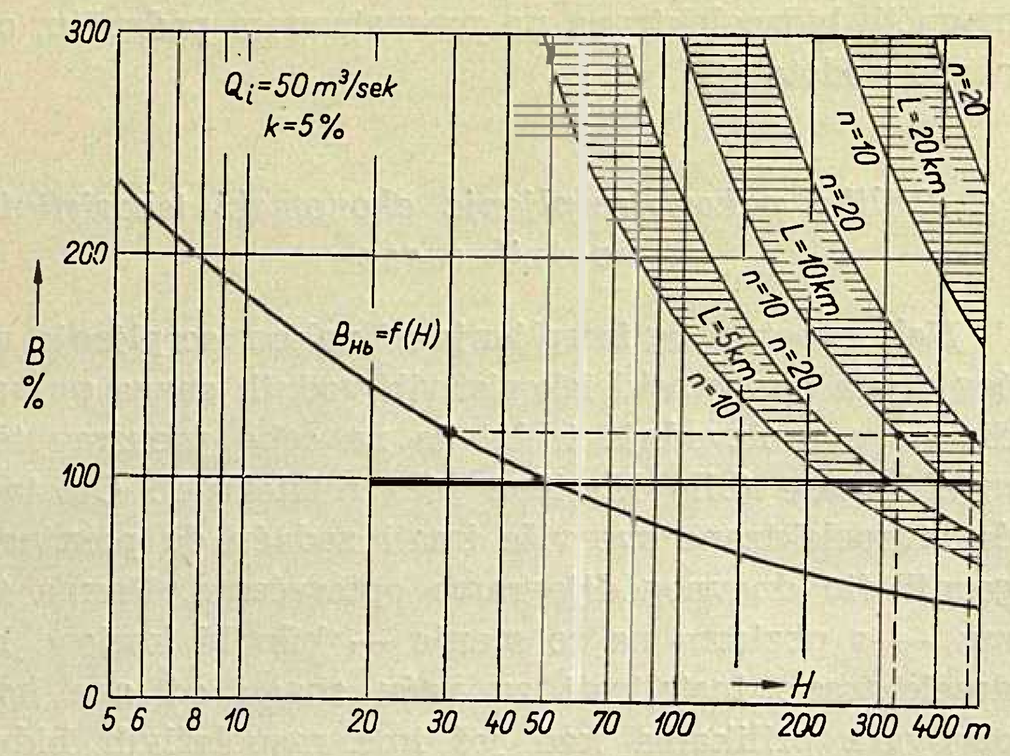
Pretpostavimo da smo odredili da će za n godina od danas biti potrebno ugraditi dodatnu snagu u nekoj od hidroelektrana, te da treba da se odlučimo da li ćemo u hidroelektrani a, s dovodom duljine L, koju danas gradimo predvidjeti proširenje, ili ćemo za to proširenje koristiti mjesto u nekoj pribranskoj hidroelektrani b, koja je već izgrađena. Za svaki MW proširenja u hidroelektrani a treba danas investirati B_{La} Din, a u n-toj godini B_{Ha}, dakle preračunato na nultu godinu razmatranja (današnje stanje) dobivamo ukupno

$$B_a = B_{La} + \frac{B_{Ha}}{(1 + k/100)^n}. \qquad (22)$$

Međutim u pribranskoj elektrani b za povećanje instalirane snage za svaki MW potrebno je u n-toj

godini investirati B_{Hb}, što daje preračunato na nultu godinu

$$B_b = \frac{B_{Hb}}{(1 + k/100)^n}. \qquad (23)$$



Sl. 12. Usporedba dodatnih troškova (*B*) za pribranske hidroelektrane i hidroelektrane s dovodom duljine (*L*); *n* = broj godina nepotpunog korištenja dovoda.

U formulama (22) i (23) k je kamatnjak u postocima. Tek onda ako je

$$B_a < B_b, \qquad (24)$$

odnosno ako je

$$B_{La} \cdot (1 + k/100)^n + B_{Ha} < B_{Hb} \qquad (25)$$

ima opravdanja prijevremeno ulaganje u dovod hidroelektrane *a*.

Polazeći od podataka na sl. 11 možemo nacrtati krivulje za dodatne investicije

$$B_{La} \cdot (1 + k/100)^n + B_{Ha} \qquad (26)$$

za duljine tunela L = 5, 10 i 20 km, te za rok n = 10 i 20 godina (sl. 12). Na istoj slici nacrtana je krivulja B_{Hb} = f *(H)*, koja vrijedi za pribranska postrojenja.

Uspoređujući na pr. hidroelektranu s tunelom duljine L = 10 km s pribranskom hidroelektranom pada H = 30 m, vidjet ćemo da je povoljnije postaviti dodatnu snagu u pribranskoj hidroelektrani s dovodom, ako je pad u toj hidroelektrani manji od 300 m i ako je radi potreba snage nakon 10 godina bilo ranije potrebno izgraditi tunel većeg promjera. Ako se međutim potrebe povećanja snage pojavljuju tek nakon dvadeset godina, opravdanje za ranije ulaganje u tunel postoji tek onda, kad je pad veći od 450 m (sl. 12).

Mogućnost izgradnje pribranskih hidroelektrana s većim padovima, odnosno mogućnost postavljanja dodatnih agregata u već izgrađenim pribranskim hidroelektranama s većim padovima, manje opravdava preuranjeno investiranje u dovode i to tim manje što je potreba za novom snagom dalja od momenta izgradnje, što je pad manji i što je duljina dovoda veća.

U područjima ili zemljama s velikim iskoristivim vodnim snagama, koje su još daleko od iscrpljenja, nemaju ekonomskog opravdanja investicije u dulje derivacione organe hidroelektrana samo radi zadovoljenja potreba u budućnosti. U tim zemljama je povoljnije predvidjeti mogućnost povećanja instalirane snage u pribranskim hidroelektranama, pa makar i u pribranskim hidroelektranama s malim padom.

S druge strane u zemljama koje se nalaze pred potpunim iskorišćenjem vodnih snaga treba detaljnije razmotriti prilike, te na osnovu analize donijeti odluku koje hidroelektrane s dovodom treba izgraditi tako da bude moguće povećanje instalirane snage u budućnosti. Odluka ovisi o padu i duljini dovoda derivacione hidroelektrane, te o padovima pribranskih hidroelektrana koje se još mogu izgraditi odnosno koje se još mogu proširiti.

Naslov pisca: Prof. Dr. Ing. Hrvoje Požar, Elektrotehnički fakultet, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

PROGNOZIRANJE RAZVOJA KONZUMA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Marijan Leskovar, Zagreb

Obim konzuma električne energije raste s vremenom i kod stagnantne privrede, ali brže raste u vrijeme kada napreduje privredna aktivnost zemlje. Struktura privrede ne mijenja se brzo. Po proporcijama iz prošlosti dade se predvidjeti razvoj u neposrednoj budućnosti, na rokove od pet do deset godina. Iznosi se način predviđanja razvitka konzuma po formuli binomne strukture, u vezi s predviđanjem općeg napretka privrede.

DK 621:311:339.4

Veličina konzuma električne energije napredovat će s vremenom i unutar stagnantne privrede. Sve se industrije vremenom sve to više mehaniziraju, i u slučaju da im opseg proizvodnje ne raste, jer se ide za olakšanjem ljudskog rada, pa se električna energija upotrebljava u sve većem obimu i kod jednakog broja zaposlenih i kod jednake količine proizvoda. S druge strane, elektrifikacija zemlje napredovat će i unutar stagnantne privrede. Isto tako, svako će priključeno domaćinstvo, kod jednakih realnih prihoda, trošiti vremenom sve to više električne energije.

Prvo, jer se ljudi privikavaju na sve intenzivniju umjetnu rasvjetu, drugo, jer će od vremena do vremena nabaviti neki novi potrošački aparat za svoje kućanstvo, recimo, tempom od otplate do otplate potrošačkog kredita. Osim toga, električna energija loko potrošač vremenom biva sve jeftinija u realnim cijenama. Poradi toga ona postaje kompetitivnom s drugim izvorima energije za sve to veći broj vrsti upotrebe.

Gornja razmatranja ukazuju na opravdanost naše polazne postavke. Statistička provjeravanja to potvrđuju.

Jasno je, da će stopa godišnjeg porasta za konzum električne energije biti veća u slučaju privredne aktivnosti u porastu nego kod stagnantne privrede. Industrija će povećati svoja postrojenja ili će raditi kroz povećani broj sati u godini, ili oboje, dok je privredna djelatnost u porastu. Poradi općeg povećanja prihoda, elektrifikacija zemlje moći će brže napredovati. A povećanje prihoda za pojedina kućanstva ubrzat će tempo nabavke novih potrošačkih aparata.

Iz gornjega slijedi, da tempo napredovanja konzuma električne energije zavisi od dva glavna elementa:

od vremena,
od varijacija intenzivnosti privredne djelatnosti u zemlji

Ostali uplivni momenti, kao na primjer cijena električne energije, ne mogu se brzo mijenjati. Doduše, tarife se mijenjaju skokovito ali ne svake godine. Gledamo li na trend višegodišnjeg razvoja, svi ostali uplivni momenti sporednog su značenja.

Utjecajnost jednog i drugog od gore istaknutih dvaju elemenata ovisna je od privredne strukture zemlje. Onaj dio stope godišnjeg porasta realnog konzuma električne energije, koji zavisi samo od vremena, dakle, koji je isključiva posljedica napretka opće elektrifikacije zemlje, elektrifikacije domaćinstva i privrednih pogona, drugačiji će biti u zemlji što počinje da se elektrificira negoli u zemlji sa vrlo visokim stepenom elektrifikacije i sa vrlo visokim specifičnim konzumom po stanovniku. Isto tako će ovisnost napretka konzuma od porasta indeksa privredne djelatnosti biti drugačija u zemlji koja pristupa industrijalizaciji i koja izgrađuje svoju baznu industriju, negoli u visoko industrijaliziranoj zemlji.

Međutim, struktura privrede ne mijenja se vrlo brzo u razmjerima cijele zemlje. Zato možemo našu gornju konstataciju upotrebiti za prognosticiranje razvoja realnog konzuma u velikim ekonomskim područjima po gornja dva elementa, koje ćemo odrediti iz statističkih podataka za ostvareni razvoj u prošlosti. Dobre indikacije moći ćemo dobiti ovim načinom, dakle na osnovu općih pokazatelja, za predviđanja na pet godina unaprijed u dinamičkoj privredi, a inače i na deset godina unaprijed. Ovaj postupak, poradi toga što je baziran na općim pokazateljima, ne će nam moći dati sigurne indikacije za razvoj u budućnosti u razdobljima kraćim od pet godina, jer se pojedine grane privrede razvijaju u izvjesnoj mjeri skokovito, tako da grafički prikaz takovih razvoja pokazuje sliku nepravilnih zubi pile.

Ovi »pilini zubi« naročito su izraziti u vremenskom razvoju konzuma električne energije u Jugoslaviji, i to stoga, jer osim općih razloga za nekontinuirani razvoj od godine u godinu, postoje posebni razlozi za tu nekontinuiranost kod ove privredne veličine. Konzum naime skače kod nas puštanjem u pogon novih snažnih elektrana, te skače ili pada od godine do godine prema tome, je li hidrauličnost povoljnija ili nepovoljnija u nadošloj godini negoli u prošloj.

Nadovezujući na gornje napomene o »pilinim zubima« u vremenskom razvoju pojedinih grana privrede, upozorit ćemo ovdje na iskustvenu činjenicu, da opći pokazatelji daju dobre indikacije samo za predviđanja višegodišnjeg razvoja, i to tek kada na nj gledamo iz podaljega, to će reći u perspektivi u kojoj se gube iz vida godišnja mala odstupanja stvarnog razvitka od općeg razvojnog trenda. Ali zato, u takovoj su primjeni opći pokazatelji sigurniji putokaz od detaljnih razrada, i teže navode na globalne griješke u ocjenama.

Oba postupka treba da se dopunjuju, i da služe za međusobna provjeravanja. Sukcesivnim aproksimacijama dolazi se tako do najvećeg mogućeg stepena tačnosti u postavljanju privrednih predviđanja.

Za mjeru napretka privredne aktivnosti možemo uzeti indeks ukupne industrijske djelatnosti, vidom na primjenu kod našeg problema. Nesumnjivo je, naime, da će porast industrijske djelatnosti više utjecati na brzinu porasta konzuma električne energije negoli, na primjer, porast stočarske ili poljoprivredne proizvodnje.

Pregledom i obradom statističkih podataka iz Statističkog godišnjaka FNRJ i iz časopisa Indeks, došli smo do ovih načelnih konstatacija po gore izloženim gledištima:

Realni konzum električne energije poraste prosječno svake godine za *a* postotaka, kao posljedica napretka opće elektrifikacije, za cijelu Jugoslaviju.

Povrh toga, za svaki postotak prosječnog godišnjeg porasta indeksa ukupne industrijske proizvodnje, porast će godišnje za daljnjih *b* postotaka realni konzum električne enerije, u prosjeku za razmatrano razdoblje. I ovo važi tek u razmjerama za cijelu Jugoslaviju.

Obrada razmotrenih statističkih podataka dovela nas je do ovih rezultata za razvitak obima realnog konzuma u Jugoslaviji po gornjoj šemi:

1. Period od 1939. do 1957.:
prosječna stopa godišnjeg porasta na ime općeg napretka elektrifikacije:

$$a = + 3{,}5\%/\text{godinu}. \qquad (1)$$

k tome treba dodati, za svaki % prosječnog godišnjeg porasta indeksa ukupne industrijske djelatnosti:

$$b = + 2\ \%. \qquad (1a)$$

2. Za ratni i neposredni poratni period od 1939. do 1946. uključivo:

$$a = + 2\%/\text{godinu}, \qquad (2)$$
$$b = + 2\%. \qquad (2a)$$

3. Za period nove ekonomske politike, od 1952. do 1957. uključivo:

$$a = 4{,}5\%/\text{god.}, \qquad (3)$$
$$b = 1\%. \qquad (3a)$$

Pretpostavivši da se struktura jugoslavenske privrede ne će mnogo promijeniti od 1957. do 1961. uključivo, možemo konstataciju po iskustvu iz perioda od 1952. do 1957., prema gornjem rezultatu 3., koristiti za uporedbu sa proporcijama predviđenima u Društvenom planu privrednog razvoja Jugoslavije od 1957. do 1961. godine. Po tom planu predviđa se:

prosječan godišnji porast ukupne industrijske proizvodnje od

$$+ 11\%/\text{god.} \quad (4)$$

prosječan godišnji porast realnog konzuma električne energije od

$$+ 13\%/\text{god.} \quad (5)$$

Prema gornjoj formuli (3), predviđenom porastu ukupne industrijske proizvodnje odgovarao bi ovaj prosječan godišnji porast realnog konzuma električne energije:

$$\frac{\Delta W/\text{god.}}{W} = (a + 11 \cdot b)\,\%/\text{god.},$$

$$\frac{\Delta W/\text{god.}}{W} = (4{,}5 + 11{,}1)\,\%/\text{god.} = 15{,}5\%/\text{god.} \quad (6)$$

Odnosno, prosječnom godišnjem porastu realnog konzuma od 13% odgovara prema formuli (3), prosječan godišnji porast indeksa ukupne industrijske proizvodnje

$$x = 13\% - 4{,}5\% = 8{,}5\%. \quad (7)$$

Razlika između prosječne stope godišnjeg porasta realnog konzuma od 13% predviđene po Društvenom planu, i godišnje stope po jednadžbi (6) od 15,5%, tako je malena, da se može uzeti da rezultat iz (6) potvrđuje proporcije iz plana. Ipak, poredba vrijednosti porasta iz (5) i (6), može se ocijeniti kao indikacija, da su proporcije iz plana tačne, ili da možda sadrže griješku u ocjeni u smjeru preniskog na štetu napretka elektroprivrede, odnosno na previsoko u korist napretka industrije, dok ta griješka u suprotnom smjeru nije vjerojatna. Smatramo da ovu indikaciju ne treba ispustiti iz vida, i da treba posvetiti najviše pažnje pravovremenom ostvarenju plana na polju izgradnje elektroprivrede, makar to moralo ići na uštrb dovršenja izgradnje novih industrijskih postrojenja u planiranom roku. Osim gornje uporedbe dvaju postotaka, koja ima tek indikativni značaj, za malo prije izneseni stav govore i dva niže navedena lanca konstatacija i zaključivanja, bazirana na stečenom iskustvu odnosno na iskustvenim podacima.

Za svaki dinar uložen u elektroprivredu, za izgradnju njenih proizvodnih kapaciteta, prenosne i razvodne mreže, treba uložiti bar dva dinara u industriju da bi se omogućilo korišćenje novih na raspoloženje stavljenih kilovati i kilovatsati. Ako se ne mogu izgraditi istovremeno elektroprivreda za izvjestan broj novih kW i industrijska postrojenja koja će moći iskoristiti te nove kW stavljene na dispoziciju, bolje da dinar u elektroprivredi čeka na dva dinara u industriji, negoli obratno s gledišta čiste ekonomske računice.

U stagnantnoj privredi industrijska djelatnost ne će biti u porastu. Međutim, elektroprivreda je grana djelatnosti koja se mora, po naravi stvari, razvijati u smjeru porasta, pa i unutar stagnantne privrede. Kod ovakovih grana privrede stvarnost brzo pokriva griješke na više, dok se značajnost griješki na niže samo pooštrava vremenom.

Napominjemo da smo namjerice zaokružili sve gore iznesene rezultate obrade statističkih podataka na ½%, jer je sada privredni razvoj naše zemlje tako dinamičan, da se struktura privrede brzo mijenja, pa se u toj situaciji mogu davati samo relativno grube indikacije za budućnost na pet godina unaprijed, po iskustvu iz proteklih pet godina.

Glavni izvori dokumentacije

SZS: *Statistički godišnjak FNRJ — 1957,* Beograd, 1957.

SZS: *Indeks,* 1958, br. 6, Beograd, jun 1958.

Društveni plan privrednog razvoja Jugoslavije od 1957. do 1961. godine. Izdanje Službenog lista FNRJ, Beograd, 1957.

Naslov pisca: Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

PRORAČUN KRATKOG SPOJA U BUDUĆOJ 110 . 220 kV MREŽI HRVATSKE

Miroslav Jung, Zagreb

Prikazane su pretpostavke i rezultati proračuna kratkog spoja u 110 i 220 kV mreži Hrvatske. Račun je proveden, radi pomanjkanja mjerenih vrijednosti, na temelju tipskih reaktancija pojedinih elemenata mreže, uz uobičajene pretpostavke. Rezultati proračuna ukazuju da, današnji i planirani, proizvodi domaće industrije mogu, sa stanovišta svoje čvrstoće, uglavnom zadovoljiti domaće potrebe u slijedeća dva decenija.

DK 621.3.012.5:621.316.1

Rezultati proračuna kratkog spoja u visokonaponskim mrežama interesantni su kako sa stanovišta kontrole i izbora dinamičke, električke i toplinske čvrstoće aparata i uređaja, tako i u pogledu udešavanja zaštite. Oni jednako interesiraju elektroprivredu, koja radi izbora i pravilne upotrebe mora poznavati naprezanja aparata i uređaja u svojim postrojenjima, kao i elektroindustriju, koja mora sa svoje strane pripremiti i savladati proizvodnju odgovarajuće opreme.

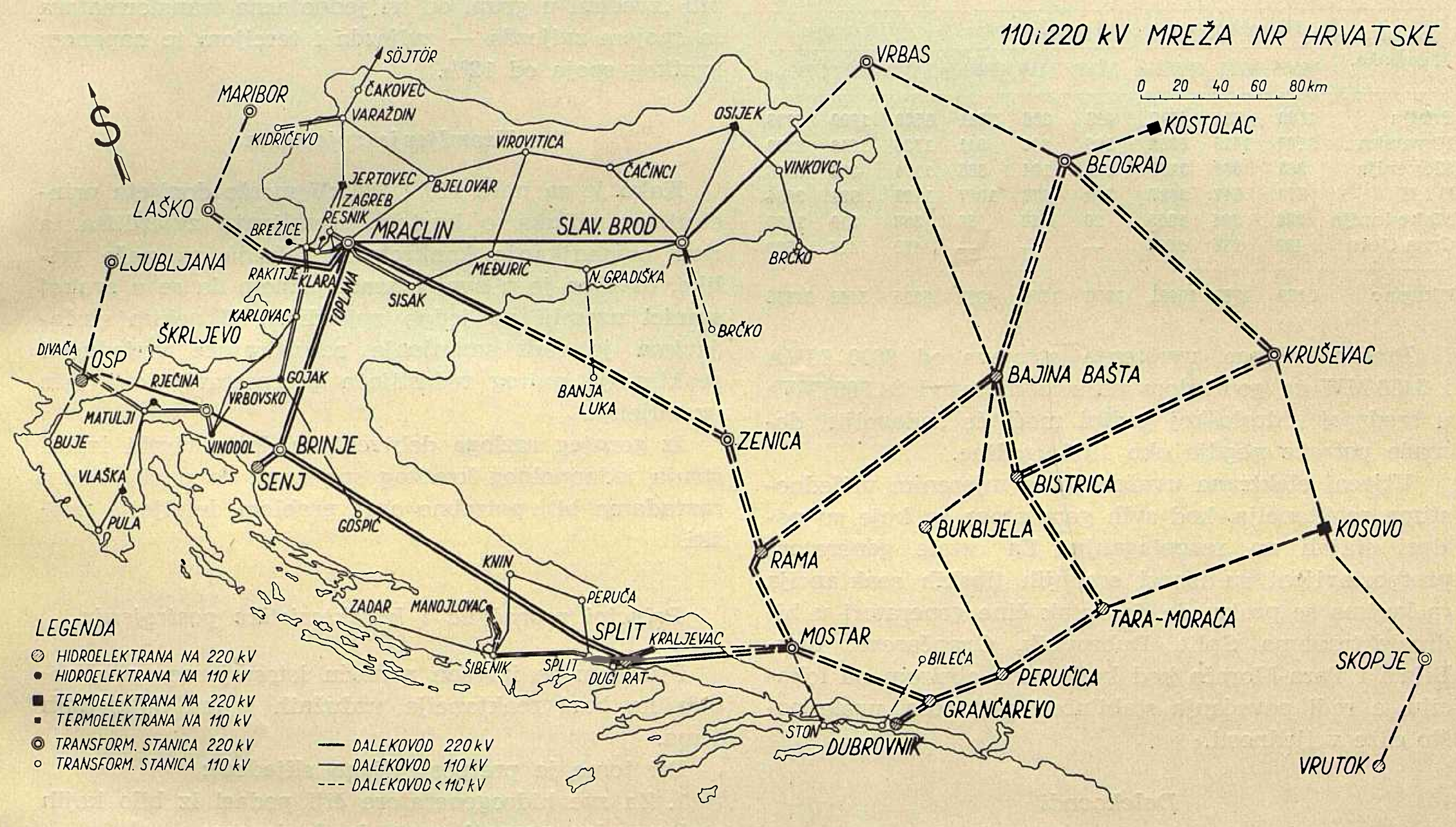
Iz navedenih razloga poklanja se u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu posebna pažnja proračunu kratkog spoja u visokonaponskoj mreži Hrvatske. Glavni korisnici ovih rezultata su Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, po čijoj narudžbi su dosadašnji radovi rađeni, te projektanti i investitori novih postrojenja. Za Zajednicu Jugoslavenske elektroprivrede izvršen je proračun kratkog spoja u budućoj 110 i 220 kV mreži Jugoslavije.

Kako u skoroj budućnosti očekujemo izgradnju i puštanje u pogon prvih naših postrojenja superponiranog napona, optimalno rješenje problema elektrifikacije zemlje zahtijeva rješavanje čitavog niza pitanja među kojima svakako ni pitanje naprezanja mreže kod kratkih spojeva ne stoji na zadnjem mjestu.

Budući da su se svi dosadašnji proračuni kratkog spoja odnosili na mreže napona 110 kV i niže, to se ove godine prišlo proračunu kratkog spoja u mreži koja uvažava i utjecaj postrojenja superponiranog napona. Proračun je izvršen pomoću istosmjernog analizatora poduzeća *Elektra* u Zagrebu, a rezultati su objavljeni u [I]. Upotrebljena literatura citirana je detaljno u navedenom elaboratu, a ovaj članak predstavlja zapravo prikaz elaborata.

Konfiguracija mreže

Odabrana konfiguracija mreže prikazana je na priloženoj slici: 110 i 220 kV mreža Hrvatske. Izbor konfiguracije mreže izvršen je na temelju studijskih radova o perspektivnom razvitku naših 110 i 220 kV mreža, koji su izvršeni u Institutima za elektroprivredu u Beogradu, Ljubljani i Zagrebu.



U pogledu odabrane konfiguracije mreža treba istaći veliku vjerojatnost da će 1970 godine konfiguracija 110 kV mreže odgovarati izabranoj, ali se nikako ne može očekivati da će 220 kV mreža u predviđenom roku doseći naznačeni stepen razvoja. Prikazana mreža 220 kV ipak je usvojena iz razloga što još nije određen redoslijed izgradnje inače definiranih energetskih izvora, koji će se graditi u daljoj budućnosti. Budući da je cilj predmetnog proračuna utvrđivanje maksimalnih naprezanja kod kratkih spojeva u mreži 1970 godine odabrana je prikazana konfiguracija 220 kV mreže, te je time izbjegnuto eventualno potcjenjivanje rezultata do kojih bi moglo doći kraj pogrešne ocjene redoslijeda izgradnje.

Precjenjivanje rezultata uvedeno gornjim postupkom nije međutim od bitnog značaja. To već i radi toga što aparati i uređaji koji će biti montirani do 1970 godine trebaju na mjestu ugradnje zadovoljiti za nešto duži vremenski period.

Budući da se citirani radovi, u pogledu konfiguracije 220 kV mreže, dosta razilaze u prvim etapama izgradnje, dok su im konfiguracije u završnoj fazi uglavnom slične, odabrana je konfiguracija završne faze kako je to prikazano na slici. Može se očekivati da će ovakova mreža biti u pogonu negdje oko godine 1975.

U pogledu mreže 110 kV treba istaći vjerojatnost da će svi prikazani dalekovodi i stanice biti izgrađeni do godine 1970. Daljnji razvoj ove mreže do sada nije obrađivan.

Prikazana konfiguracija 110 i 220 kV mreža usvojena je ipak, uz očitu neistodobnost, s razloga što ona omogućava proračun maksimalnih naprezanja kod kratkih spojeva u našim mrežama. Naime kad bi danas, kraj definiranih energetskih izvora, proizvoljno odabrali njihov redoslijed izgradnje, pa time pokušali postaviti jednu raniju etapu 220 kV mreže, rezultati proračuna za pojedina 110 kV postrojenja bili bi precijenjeni, a za druga podcijenjeni.

Kako aparati i uređaji koji će biti izgrađeni u našu buduću mrežu trebaju na mjestu ugradnje zadovoljiti za nešto dulji vremenski period, precjenjivanje rezultata proračuna, uvedeno gornjim postupkom, od manjeg je značaja pa je upravo stoga i usvojena prikazana konfiguracija mreža.

Elektrane

Za proračun kratkog spoja uzet je u obzir utjecaj svih elektrana u FNR Jugoslaviji, čija instalirana snaga iznosi više od 10 MVA, kao i utjecaj postojeće međudržavne veze Varaždin — Söjtör. Veza Dravo-

grad — Labud nije uzeta u obzir, jer se ona drži u asinhronom pogonu. Utjecaj buduće mreže Subotica — Szeged na prilike kratkog spoja u mreži NR Hrvatske je zanemaren. Sa drugim međudržavnim vezama također nije računato, budući da one još nisu definirane.

Iz izloženog je vidljivo da je za proračun kratkog spoja u 110 i 220 kV mreži Hrvatske uzet u obzir utjecaj svih naših velikih elektrana, kao i utjecaj 120 kV mreže Mađarske. Uvažavanje utjecaja visokonaponskog sistema Mađarske implicira također i utjecaj odgovarajućeg sistema Češke i Poljske, sa čijim mrežama radi mađarski 120 kV sistem u paralelnom pogonu. No, treba odmah istaći da je, s obzirom na konfiguraciju mađarske mreže, navedeni utjecaj znatnije osjetljiv jedino na spojnom mjestu u Čakovcu.

Raspored uvaženih elektrana po republikama u vrsti proizvodnje prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1

Narodna Republika	Hidroelektrane			Termoelektrane			Ukupno		
	MVA	MW	GWh/g	MVA	MW	GWh/g	MVA	MW	GWh/g
Srbija	1139	934	4597	449	356	1341	1588	1290	5938
Hrvatska	1640	1413	6352	296	236	941	1936	1649	7293
Slovenija	863	659	3150	241	194	666	1104	853	3816
B i H	779	647	2827	350	277	1057	1129	924	3884
Makedonija	338	294	1065	20	16	60	358	310	1125
Crna Gora	480	416	2500	—	—	—	480	416	2500
Ukupno	5239	4363	20491	1356	1079	4065	6595	5442	24556

Pretpostavljeno uvrštenje strojeva od 6600 MVA i 5450 MW sa godišnjom proizvodnjom od 24.500 GWh u srednjoj hidrološkoj godini moći će zadovoljiti domaće potrebe negdje oko 1975. godine.

Utjecaj elektrana uvažen je sa mjerenim vrijednostima reaktancija, kod svih generatora za koje su podaci stajali na raspolaganju. Za ostale generatore pretpostavljeni su iznosi srednjih tipskih reaktancija sa kojima se proizvode. Izuzetak čine generatori u hidroelektranama Split, Dubrovnik, Grančarevo, Buk-Bijela i Tara-Morača kod kojih su s obzirom na lokaciju, a radi povećanja stabilnosti prijenosa, uzete nešto niže vrijednosti.

Dalekovodi

Ovaj proračun obuhvatio je sve dalekovode 110 i 220 kV kako je to prikazano na priloženoj karti. Direktne komponente reaktancija uzete su u račun sa proračunskim vrijednostima.

Nulte komponente reaktancija uzete su u račun kod jednostrukih dalekovoda sa trostrukim, a kod dvostrukih dalekovoda (2 voda na istim stupovima) sa peterostrukim iznosima direktnih komponenata.

Za dalekovode 220 kV pretpostavljeno je da će biti izvedeni sa po jednim vodičem br. 400 Ač po fazi, s izuzetkom dvostrukih vodova u petlji Split — Brinje — Mraclin — Zenica — Mostar, za koje je radi povećanja prijenosne moći centralnog dijela sistema uzeto da će biti izvedeni sa dva vodiča br. 240 Ač u snopu po fazi.

Od dalekovoda nižeg napona uzeti su u račun samo oni koji služe za priključak elektrana instalirane snage iznad 10 MVA na 110 kV sistem.

Transformatorske stanice

Ovim proračunom obuhvaćene su sve transformatorske stanice gornjeg napona 220 ili 110 kV. Pri tom su korištene mjerene vrijednosti napona kratkog spoja transformatora, gdjegod je to bilo moguće, dok su za ostale transformatore pretpostavljene tipske vrijednosti, s izuzetkom 60 MVA transformatora 110/30 kV na području grada Zagreba, gdje su radi ograničenja struja kratkog spoja u 30 kV mreži uzete nešto više vrijednosti.

Kod transformatorskih stanica pretpostavljena je transformacija 220/110 kV od:

100 MVA u stanicama Split, Bistrica i Kosovo;
150 MVA u stanicama Maribor, Laško, Ljubljana, Osp, Škrljevo, Sl. Brod, Mostar, Peručica, Vrutok, Skopje, Kostolac, Kruševac i Vrbas;
300 MVA u stanicama Mraclin, Rama, Zenica i Beograd III

Za sve ove transformatore pretpostavljamo da će biti izvedeni u grupi od tri jednofazna transformatora sa spojem zvijezda — zvijezda i tercijom te naponom kratkog spoja od 12%.

Uzemljenje zvjezdišta

Kako je za naše 110 i 220 kV mreže donijeta principijelna odluka o krutom uzemljenju zvjezdišta, a radi pomanjkanja konkretnih rješenja za naše prilike, usvojen je u ovoj razradi princip da se u svakoj stanici uzemlji po jedno zvjezdište. U nekim slučajevima je radi smanjenja rezultirajuće vrijednosti reaktancije nultog redoslijeda pretpostavljeno i jače uzemljenje.

Iz gornjeg razloga dobiveni su dosta visoki iznosi struja jednopolnog kratkog spoja, pa će u slijedećim razradama biti potrebno ovaj problem detaljnije riješiti.

Principi proračuna i karakteristike postrojenja

Proračun je izvršen pomoću istosmjernog analizatora na bazi reaktancija uzdužnih grana doknadnih šema.

Pri tome je pretpostavljeno slijedeće:

1. Za sve hidrogeneratore čiji podaci iz bilo kojih razloga nisu poznati uzeto je da iznose:

subtransientna reaktancija	20%
transientna reaktancija	35%
sinhrona reaktancija	125%

Izuzetak čine jedino već prije navedene hidroelektrane, gdje su iz razloga povećanja stabilnosti ove vrijednosti pretpostavljene sa 18, 30 i 80%.

2. Kod turbogeneratora nepoznatih karakteristika ocijenjene su subtransientna reaktancija 10—12%, transientna reaktancija 15—25% i sinhrona reaktancija 170%.

3. Za sve transformatore pretpostavljeno je da imaju jedan namotaj u trokutu.

Za sve transformatore nepoznatog napona kratkoga spoja uzeto je da su direktna, inversna i nulta komponenta reaktancije međusobno jednake, te da iznose: kod transformatora gornjeg napona 110 kV 10%

(izuzetak čine već prije navedeni 60 MVA transformatori na području Zagreba, za koje je uzeto, da će biti izvedeni sa naponom kratkog spoja 16%)
kod transformatora gornjeg napona 220 kV 12%

4. Kod dalekovoda uzete su reaktancije u račun, kako je to već prije navedeno.

Pogonska stanja mreža

Da bi se odredile granice u kojima treba očekivati kretanje snaga kratkog spoja u pogonu, mjerenja su izvršena za različita uvrštenja strojeva i različite spojeve 110 kV mreže.

Pritom su za ispitivanje odabrana slijedeća pogonska stanja:

A. Puno uvrštenje svih hidroelektrana i termoelektrana

1. 220 i 110 kV mreže Jugoslavije međusobno povezane.
2. kao kod 1. samo 110 kV mreža Hrvatske odvojena od ostalih republičkih mreža otvaranjem vodova Kidričevo — Varaždin, Brežice — Rakitje, Divača — Matulji, Divača — Buje, Nova Gradiška — Banja Luka, Sl. Brod — Doboj i Vinkovci — Brčko.
3. kao pod 2., samo 110 kV mreža Hrvatske podijeljena na rajone 220 kV stanica, otvaranjem vodova Vinodol — Karlovac, Vinodol — Vrbovsko, Međurić — Nova Gradiška i Bjelovar — Čačinci.

B. Puno uvrštenje svih hidroelektrana, ali bez termoelektrana.

Spojevi mreža 1, 2 i 3 kao pod *A*.

C. 50%-tno uvrštenje hidroelektrana i svih termoelektrana.

Hidroelektrane uvrštene su tako, da je u svakoj elektrani uvršteno po prilici 50% generatorskih snaga.

Spojevi mreža 1, 2 i 3 kao pod *A*.

Pogonska stanja pod *A* daju za prilike kratkog spoja rezultate koji pretstavljaju zapravo tek teoretski dostizivi maksimum, dok se u stvarnom pogonu mogu očekivati rezultati koji slijede iz ispitivanja pogonskih stanja *B* i *C*.

Vrste kratkih spojeva

U ovoj razradi ispitivani su početni tropolni i jednopolni kratki spoj te prelazni i trajni tropolni kratki spoj. Početni kratki spoj ispitivan je tako, da su svi izvori nadomješteni svojim subtransientnim reaktancijama, dok su kod ispitivanja prelaznog i trajnog kratkog spoja odnosne reaktancije zamijenjene svojim transientnim, odnosno sinhronim vrijednostima.

Pritom vrijede slijedeće relacije:

a) Za tropolni kratki spoj

$$P = \frac{U^2_n}{X}; \qquad I_{ef} = \frac{U_n}{\sqrt{3}\,X}; \qquad I_{ud} = 1{,}8\sqrt{2}\,\frac{U_n}{\sqrt{3}\,X}$$

b) Za jednopolni kratki spoj

$$I_1 = 3\,I_o = \frac{\sqrt{3}\,U_n}{X_d + X_i + X_o}$$

Oznake predočuju:

P — snaga kratkog spoja reducirana na nazivni napon, X — reaktancija mreže, U_n — nazivni napon mreže, I_{ef} — efektivna vrijednost struje, I_{ud} — udarna struja, I_1 — struja jednopolnog kratkog spoja, I_o — nulta komponenta struje.

Uvrštavanjem odnosnih vrijednosti reaktancija (X''_d — subtransientna; X'_d — transientna; X_d — sinhrona; X_i — inversna i X_o — nulta) dobivaju se odgovarajuće vrijednosti snaga odnosno struja kratkog spoja.

Navedeni izraz za proračun struje kratkog spoja vrijedi uz zanemarenje rezistencije rezultirajuće impedancije mreže (k = 1,8), pa prema tome daje i nešto previsoke vrijednosti.

Pregled rezultata

Tablica 2

Postrojenje	Tropolni kratki spoj			Jednopolni kratki spoj, struja, kA
	Udarna struja, kA	Rasklopna snaga, MVA	Trajna struja, kA	
110 kV postrojenja				
TS Čakovec	9,75	880	3,84	4,36
TS Varaždin	12,80	1.260	5,04	5,55
TE Jertovec	12,30	1,410	4,83	6,40
TS Rakitje	15,20	1.860	5,99	9,51
TS Klara	16,00	2.080	6,30	10,89
TO Zagreb	16,00	2.150	6,30	11,58
TS Resnik	16,30	2.060	6,41	10,70
TS Mraclin	18,95	2.330	7,46	10,98
TS Karlovac	11,60	1.150	4,57	5,50
HE Gojak	9,35	940	3,68	4,58
TS Gospić	3,20	260	1,26	1,48
TS Vrbovsko	8,80	850	3,47	3,81
HE Vinodol	13,10	1.420	5,15	6,60
TS Škrljevo	13,90	1.480	5,46	7,81
HE Rječina	11,50	1.140	4,52	6,05
TS Matulji	11,75	1.160	4,62	6,40
TE Vlaška	6,40	570	2,52	2,89
TS Pula	5,75	480	2,26	3,57
TS Buje	6,40	560	2,52	2,96
TS Sisak	12,40	1.250	4,88	5,04
TS Međurić	9,35	850	3,68	3,59
TS Bjelovar	9,47	860	3,73	3,97
TS Virovitica	8,66	770	3,41	3,43
TS Čačinci	8,40	770	3,31	3,65
TE Osijek	7,20	720	2,83	3,54
TS Vinkovci	6,00	570	2,36	2,92
TS Sl. Brod	13,50	1.380	5,30	6,04
TS N. Gradiška	8,66	780	3,46	3,35
TS Zadar	3,34	280	1,31	1,58
TS Šibenik	7,35	760	2,89	4,45
TS Knin	5,60	530	2,20	3,56
HE Peruča	6,80	680	2,68	3,51
TS Split	12,30	1.370	4,82	8,31
HE Split	14,70	1.750	5,77	11,91
TS Dugi Rat	8,40	800	3,31	4,24
HE Kraljevac	12,80	1.410	5,04	8,22
TS Ston	6,67	560	2,62	2,48
TS Dubrovnik	5,88	550	2,57	2,48
220 kV postrojenja				
TS Škrljevo	8,95	1.890	3,52	4,46
TS Mraclin	12,60	3.100	5,23	6,38
TS Brinje	12,00	2.950	4,73	6,76
HE Senj	10,90	2,630	4,28	6,71
HE Split	13,15	3.100	5,17	7,64
HE Dubrovnik	14,50	3.510	5,70	9,61
TS Sl. Brod	9,50	1.960	3,73	3,83

*Prilike kod kratkog spoja u TS Mraclin**

Tablica 3

Napon kV	Udio	HE + TE 1	HE + TE 2	HE + TE 3	HE 1	HE 2	HE 2	50% HE + TE 1	50% HE + TE 2	50% HE + TE 3	Min.	Max.
	Efektivne vrijednosti struja početnog tropolnog kratkog spoja u kA											
	Toplana	2,84	2,47	2,20	1,36	0,84	0,47	2,73	2,36	2,10		
	Resnik	3,31	2,78	2,47	1,79	1,05	0,63	3,15	2,63	2,36		
110	Bjelovar	0,84	0,58	0,32	0,68	0,42	0,21	0,79	0,58	0,32		
	Sisak	0,89	0,68	0,11	0,79	0,58	—	0,79	0,63	0,11		
	Trafo	6,82	6,98	7,30	6,40	6,72	7,04	6,20	6,40	6,77		
	Ukupno	**14,70**	**13,49**	**12,40**	**11,02**	**9,61**	**8,35**	**13,66**	**12,60**	**11,66**	**8,35**	**13,66**
	Laško	1,84	1,89	1,94	1,52	1,68	1,68	1,63	1,70	1,70		
	Brinje	3,10	3,10	3,10	2,99	2,99	3,07	2,41	2,49	2,54		
220	Sl. Brod	0,97	0,87	0,92	0,84	0,79	0,84	0,87	0,79	0,84		
	Zenica	2,13	2,13	2,13	1,92	1,92	1,97	1,81	1,84	1,89		
	Trafo 110/220 kV	2,18	1,99	1,84	1,36	0,97	0,60	2,07	1,89	1,78		
	Ukupno	**10,22**	**9,98**	**9,93**	**8,63**	**8,35**	**8,16**	**8,79**	**8,71**	**8,75**	**8,16**	**8,79**
	Rasklopne snage u MVA											
110	Ukupno	2.530	2.300	2.100	2.000	1.750	1.530	2.330	2.130	1.950	1.530	2.330
220	Ukupno	3.600	3.520	3.520	3.100	2.960	2.900	3.100	3.000	3.030	2.900	3.100
	Efektivne vrijednosti struja trajnog tropolnog kratkog spoja u kA											
110	Ukupno	8,61	7,82	7,04	7,46	6,93	6,14	7,09	6,72	6,04	6,04	7,46
220	Ukupno	5,78	5,56	5,51	4,96	4,91	4,91	4,39	4,39	4,33	4,33	5,23
	Efektivne vrijednosti struja početnog jednopolnog kratkog spoja u kA											
	Toplana	2,62	2,55	2,37	2,23	2,05	1,87	2,52	2,40	2,24		
	Resnik	2,28	2,22	2,06	1,94	1,78	1,63	2,20	2,08	1,96		
110	Bjelovar	0,80	0,78	0,72	0,68	0,62	0,57	0,76	0,73	0,68		
	Sisak	1,37	1,33	1,24	1,18	1,07	0,98	1,32	1,25	1,17		
	Trafo	4,33	4,20	3,93	3,69	3,39	3,10	4,18	3,96	3,69		
	Ukupno	**11,40**	**11,08**	**10,32**	**9,72**	**8,91**	**8,15**	**10,98**	**10,42**	**9,74**	**8,15**	**10,98**
	Laško	1,30	1,28	1,30	1,20	1,18	1,17	1,21	1,21	1,21		
	Brinje	1,71	1,69	1,71	1,58	1,56	1,53	1,60	1,59	1,59		
220	Sl. Brod	0,68	0,68	0,68	0,63	0,62	0,62	0,64	0,64	0,64		
	Zenica	0,82	0,81	0,82	0,76	0,74	0,74	0,76	0,76	0,76		
	Trafo 110/220 kV	2,33	2,30	2,34	2,16	2,12	2,09	2,17	2,16	2,17		
	Ukupno	**6,84**	**6,76**	**6,85**	**6,33**	**6,22**	**6,15**	**6,38**	**6,36**	**6,37**	**6,15**	**6,38**

Rezultati

Rezultati su prikazani u tabelama 2 i 3.

Tabela 2 sadrži sumarni pregled dinamičkih struja, rasklopnih snaga i termičkih struja tropolnog kratkog spoja za sva 110 i 220 kV postrojenja u Hrvatskoj.

Ova naprezanja određena su na temelju maksimalnih naprezanja dobivenih ispitivanjem pogonskih stanja *B. 1.* do *C. 3.* prema formulama

$$I_{ud} = 1{,}47 \frac{P_{po}}{U_n} \quad \text{i} \quad I_{tr} = \frac{P_{tr}}{\sqrt{3}\, U_n}.$$

Tabela 3 sadrži egzemplarne rezultate proračuna kratkog spoja na 110 i 220 kV sabirnicama u TS Mraclin. Za sva promatrana pogonska stanja navedene su efektivne vrijednosti struja početnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja po udjelima pojedinih grana za odgovarajuće sabirnice. Rasklopne snage i efektivne vrijednosti struja trajnog tropolnog kratkog spoja dane su također za sva promatrana pogonska stanja, ali samo sumarno za pojedine sabirnice. U zadnje dvije kolone navedene su ekstremne vrijednosti dobivene ispitivanjem pogonskih stanja *B. 1.* do *C. 3.*

Analogni podaci za sve ostale 110 i 220 kV stanice u Hrvatskoj, kao i one 110 i 220 kV stanice u susjednim republikama koje su direktno vezane na mrežu NR Hrvatske, stoje interesentima na raspolaganju u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu.

Upotreba rezultata

Pri korišćenju priloženih rezultata potrebno je kod dimenzioniranja pojedinih postrojenja obratiti pažnju na uvažene pretpostavke. Ukoliko su zadani uslovi divergentni od pretpostavljenih, bit će potrebno učiniti nužne korekcije. To će biti svakako potrebno provesti osobito u onim slučajevima gdje se budu postavljali teži uslovi (u prvom redu povećanje broja vodova ili uzemljenih transformatora). U ovom momentu međutim teško je pretpostaviti, da li će to i kada biti slučaj.

Ukoliko se pokaže potreba za određivanjem vrijednosti proračunskih veličina u kojem drugom obliku, na pr. snage kratkog spoja u prvom momentu ili rezultirajuće reaktancije u nekom postrojenju, ili bilo koje druge veličine, na pr. trajne struje jednopolnog kratkog spoja, bit će to svakako moguće učiniti na temelju navedenih matematskih relacija.

Zaključci

1. Rezimirajući pretpostavke i rezultate ovog rada možemo reći: Zadatak ovog rada bio je da utvrdi maksimalna mehanička, električka i termička naprezanja,

* Rezultati za sve ostale 110 i 220 kV stanice mogu se dobiti u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu

koja treba očekivati u 110 i 220 kV mreži Hrvatske u daljnjoj budućnosti, te da s tim u vezi postavi zahtjeve na čvrstoću aparata i uređaja koji će biti ugrađeni u ove mreže.

2. Proračun je proveden sa dosta nepovoljnim pretpostavkama za nazivnu 1970. godinu, pretpostavljajući konfiguraciju 110 kV mreže, kakva će biti vjerojatno 1970. godine ili nešto kasnije, te konfiguraciju 220 kV mreže i uvrštenje strojeva, kakvi će biti vjerojatno oko 1975. godine.

Na taj način omogućeno je da se utvrde maksimalna naprezanja kod kratkih spojeva za dulji vremenski period, po prilici slijedeća dva decenija.

3. Rezultati proračuna pokazali su, da maksimalna naprezanja kod kratkih spojeva nigdje ne prelaze slijedeće vrijednosti:

Nazivni napon, kV	Udarna struja kA	Rasklopna snaga, MVA	Trajna struja, kA
110	19,00	2.350	7,50
220	13,20	3.500	5,70

4. Vodeći računa o čvrstoći 110 kV aparata, koje danas proizvodi domaća industrija, kao i planiranih proizvoda za 220 kV (sklopke 5000 MVA) možemo na temelju naprijed navedenih rezultata iz ove razrade zaključiti, da će današnji i planirani proizvodi domaće proizvodnje sa stanovišta svoje čvrstoće uglavnom zadovoljiti domaće potrebe u slijedeća dva decenija. Tek u iznimnim slučajevima bit će potrebni strujni transformatori sa pojačanom mehaničkom čvrstoćom.

5. U toku rada osjetilo se pomanjkanje konkretnog rješenja problema direktnog uzemljenja zvjezdišta 110 i 220 kV mreža, kao i mjerenih vrijednosti dokmadnih šema pojedinih elemenata mreže, naročito nulte komponente impendancije dalekovoda, pa se predlaže da se ovim problemima u buduće posveti više pažnje.

Literatura

M. Jung: *Proračun kratkog spoja 110 i 220 kV mreže Hrvatske (1970)*, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1958.

Naslov pisca: Ing. Miroslav Jung, Institut za elektroprivredu, Zagreb, ulica Proleterskih brigada 37.

PRIMJENA TEHNIKE PONOVNOG UKOPČAVANJA U NAŠOJ MREŽI VISOKOG I NAJVIŠEG NAPONA

Aleksandar Baborsky, Zagreb

U vezi sa primjenom tehnike ponovnog ukopčanja u našim prijenosnim sistemima 110 kV, kao i u budućem superponiranom sistemu 220 kV, daje se najprije kratak osvrt na samu tehniku ponovnog ukopčanja. Iza toga je razmotrena uporabivost već ugrađenih sklopki i releja selektivne zaštite u postojećim sistemima 110 kV za tehniku ponovnog ukopčanja. Na kraju se navode uvjeti, kojima bi trebale udovoljavati sklopke, releji i uređaji za ponovno ukopčanje, ako se želi da ova tehnika bude i kod nas uspješno primijenjena.

DK 621.316.3:621.311.1

Tehnika automatskog ponovnog ukopčanja, koja se u inozemstvu primjenjuje već dugi niz godina, pokazala se u praksi vrlo uspiešnom, te je paralelno sa izvanrednim tehničkim razvojem učinskih sklopki i selektivne zaštite u znatnoj mjeri doprinijela povećanju pogonske sigurnosti i skraćivanju trajanja prekida u dobavi električne energije na minimum u prijenosnim sistemima visokog i najvišeg napona. Rezultati ove tehnike tako su dobri, da se danas već u mnogim zemljama prelazi na njenu primjenu i u mrežama srednjeg napona.

Brzom izgradnjom naše mreže visokog napona 110 kV postala je i kod nas aktuelna primjena tehnike automatskog ponovnog ukopčanja, te je već došlo do njene pojedinačne primjene u nekim našim republikama. Budući da su već izgrađeni i neki dalekovodi naše superponirane mreže najvišeg napona 220 kV, iako još privremeno u pogonu sa 110 kV, potrebno je već sada predvidjeti i za njih upotrebu tehnike ponovnog ukopčanja. Kod toga treba uzeti u obzir, da će superponirana mreža biti relativno slabo začvorena, pa će se svaki spad jednog od njenih dalekovoda očitovati kao ispad snage u redu veličina 100 do 150 MVA. Ovakovi ispadi dakako da mogu imati sudbonosne posljedice, pa je potrebno, da ih se reducira na što manju mjeru i što kraće vrijeme.

S obzirom da smo mi do nedavna uvozili učinske sklopke za visoke napone isključivo iz inozemstva, a tek smo posljednjih nekoliko godina počeli sa njihovom proizvodnjom u našoj zemlji, postavlja se kao prvo pitanje uporabivost već ugrađenih sklopki za već ugrađene releje selektivne (distantne) zaštite. Osim ovih, postavlja se pred nas još niz daljnjih pitanja, tako na primjer: kakav sistem ponovnog ukopčanja da se upotrebi, da li ultrabrzi, brzi ili spori, kakove moraju biti karakteristike učinskih sklopki, koje će se ugrađivati u naša buduća prijenosna postrojenja visokog i najvišeg napona; da li upotrebiti jednopolno ili tropolno ponovno ukopčanje i t. d. Ovo posljednje predstavlja za naše prilike poseban problem, pošto mi u našoj zemlji imademo kako sisteme 110 kV sa krutouzemljenom, tako i elastično uzemljenom nul-točkom. Za svaki od ovih sistema odgovara pak samo izvjesna vrsta ponovnog ukopčanja. Povezivanjem pojedinih republičkih sistema u jedan jedinstveni 110 kV sistem Jugoslavije, ovaj problem dobiva posebno značenje.

Svako od nabačenih pitanja iziskivalo bi posebnu detaljnu obradu, što u okviru ovoga referata ne bi bilo moguće zbog ograničenosti raspoloživog prostora, odnosno vremena. Ograničit ćemo se iz tih razloga samo na kratka principijelna razmatranja o izboru sistema ponovnog ukopčanja, kao i na iznošenje uvjeta, kojima bi trebali da odgovaraju releji selektivne zaštite, učinske sklopke i uređaji za automatsko ponovno ukopčanje, koji će se primijeniti u mrežama 110 kV, odnosno u superponiranoj mreži 220 kV.

Jedno ili tropolno ponovno ukopčanje

Na ovo pitanje relativno je najlakše odgovoriti. Za prijenosne sisteme sa kruto uzemljenom nultočkom najprikladnije je jednopolno ponovno ukopčanje, kako u pogledu selektiviteta tako i u pogledu stabiliteta prijenosa, a i beznaponska pauza može biti nešto duža nego kod tropolnog ponovnog ukopčanja. Ovo posljednje može biti od koristi naročito onda, ako u sistemu imademo ugrađene sklopke starije konstrukcije, čije vrijeme ukopčanja znade iznositi i 0,5 do 0,6 sekundi. S druge strane jednopolno ponovno ukopčanje iziskuje veće investicije zbog posebnog zagona svakog pola sklopke, kompliciranijeg sistema blokiranja i relejnog mehanizma za ponovno ukopčanje, kao i potrebe naročitih selektora faza. Međutim njegove pogonske prednosti tako su očite, da će se višak investicija brzo amortizirati financijskim efektom, postignutim većim kontinuitetom u dobavi električne energije.

Vrijeme deionizacije kod jednopolnog ponovnog ukopčanja nešto se produžuje zbog pojave t. zv. sekundarnog napajanja mjesta kratkog spoja preko kapaciteta između zdravih i defektne faze. Ako jakost struje sekundarnog napajanja ne prelazi vrijednost od cca 12 do 15 ampera, može se prema iskustvima iz svjetske pogonske prakse sa sigurnošću računati, da će se električni luk na mjestu griješke sam od sebe ugasiti. U našim sistemima 110 kV ne treba se bojati pojave prevelike struje sekundarnog napajanja, ali o njoj treba voditi računa prilikom izgradnje našeg superponiranog sistema 220 kV, kako ne bi došlo do eventualnih neugodnih iznenađenja.

Tropolno ponovno ukopčanje na mjestu je u onom dijelu našeg prijenosnog sistema 110 kV, koji imade nultočku uzemljenu preko Petersenovih svitaka. Ono je dapače jedino rješenje za ovakav sistem, budući da su ovdje struje jednopolnog zemnog spoja nedovoljne za aktivizaciju selektivne zaštite. Osim toga su posljedice sekundarnog napajanja za ovaj slučaj mnogo nepovoljnije ako se primijeni jednopolno ponovno ukopčanje, a mogle bi biti, zbog ugrađenih induktiviteta u nultočci sistema, uzrokom rezonancije i prenapona s time u vezi.

Tropolno ponovno ukopčanje upotrebit će se kao privremena mjera i u onim rasklopnim postrojenjima 110 kV, gdje ugrađene sklopke nemaju mogućnosti, da pregradnjom svaki pol dobije poseban zagon (na pr. sklopka Siemens tip H 630-110).

Ultrabrzo, brzo ili sporo ponovno ukopčanje

Kao što je poznato, karakteristična je za svaku od ovih vrsta ponovnog ukopčanja duljina trajanja beznaponske pauze. Ona iznosi kod

ultrabrzog ponovnog ukopčanja	0,2–0,4 sekunde,
brzog ponovnog ukopčanja	0,4–1,0 sekunde,
sporog ponovnog ukopčanja	1 –3 pa do 15 sekundi.

Ultrabrzo ponovno ukopčanje bit će na mjestu onda, ako je prijenosni sistem vrlo slabo ili nikako začvoren, pa svako iskopčanje kojeg od vodova može ozbiljno narušiti stanje stabiliteta, pogotovo ako se tim vodom istovremeno prenosi vrlo velika snaga. Ovo je česti slučaj u sistemima 220 i 380 kV, pa kod izgradnje naše superponirane mreže treba uzeti u obzir ovakove mogućnosti. Najvjerojatnije je, da ćemo i mi za nju odabrati sistem ultrabrzog ponovnog ukopčanja, što međutim u velikoj mjeri ovisi i o karakteristikama učinskih sklopki i releja selektivne zaštite, koje ćemo za ovu mrežu upotrebiti. O tome će morati voditi računa i naša elektroindustrija prilikom osvajanja produkcije sklopki za superponiranu mrežu.

Brzo ponovno ukopčanje uspješno ćemo upotrebiti u našim 110 kV prijenosnim sistemima, u kojima imademo već priličan broj zamki, tako da postoji mogućnost napajanja sa više strana, izuzev veze, koja momentano postoji između sistema NRH i NR BiH-a djelomično samo preko jednog voda 110 kV. Kako će ovi sistemi daljnjom izgradnjom dobiti sve veći broj zamki, to će ispadi pojedinih vodova imati sve manje upliva na stabilitet prijenosa, odnosno sigurnost opskrbe potrošača električnom energijom. Većina sklopki koje mi danas imademo ugrađene u našim rasklopnim postrojenjima 110 kV, dat će se upotrebiti odmah ili uz male prepravke za sistem brzog ponovnog ukopčanja. To isto vrijedi za već ugrađene releje selektivne zaštite, gdje će eventualno naknadno trebati još dodati selektore faza (zbog primjene jednopolnog brzog ponovnog ukopčanja). Samo maleni broj sklopki koje su već u pogonu, ne će biti prikladan za brzo ponovno ukopčavanje, ali se one mogu upotrebiti na drugom mjestu (odvojci transformatora i generatora, spojna polja), a na njihovo mjesto treba ugraditi prikladnije sklopke. Sklopke što ih danas proizvodi naša elektroindustrija, po svojim karakteristikama odgovaraju uvjetima brzog ponovnog ukopčanja, tako da s ove strane također nema zapreke primjeni ovog principa.

Sporo ponovno ukopčanje, koje je karakterizirano vrlo dugom beznaponskom pauzom, dobilo je široku primjenu u francuskim mrežama visokog napona. Međutim ovome nisu bili uzrokom nešto povoljniji uslovi za gašenje električnog luka, nego je glavni uzrok bio taj, što se u francuskim mrežama u momentu kada je pogon iziskivao prijelaz na tehniku ponovnog ukopčanja, nalazio velik broj sklopki sa vrlo dugačkim vremenima ukopčanja. Umjesto izmjene ovih sklopki, što bi u kratkom vremenu bilo nemoguće i skopčano sa vrlo visokim troškovima, bilo im je jednostavnije upotrebiti sistem sporog ponovnog ukapčanja. Zbog velike začvorenosti francuskih mreža, sporost ciklusa nije predstavljala naročiti problem za stabilitet i kontinuitet prijenosa. Međutim bilo je potrebno primijeniti dodatne uređaje za kontrolu napona odnosno sinhronizma, što kod oba prethodna načina nije potrebno. Kako stvari danas stoje, nema opravdanog razloga, da sporo ponovno ukopčanje upotrebimo u našim prijenosnim sistemima 110 kV.

Uvjeti, koje moraju ispunjavati releji, sklopke i uređaji za ponovno ukopčanje

Releji, sklopke i uređaji za ponovno ukopčanje moraju zadovoljavati izvjesnim uvjetima, da bi njihovo djelovanje bilo uspješno. Budući da mi u našem jugoslavenskom sistemu 110 kV imademo od prije u pogonu veći broj distantnih releja i učinskih sklopki,

potrebno je, da prije njihove primjene za tehniku ponovnog ukopčanja preispitamo, da li oni odgovaraju uvjetima, odnosno što treba poduzeti, da ih osposobimo za ovakav radni režim.

a. Releji

Releji distantne zaštite moraju imati što kraće vlastito vrijeme. Kod većine današnjih releja kreće se ono za prvi stepen od 0,06 do 0,1 sekundi, što zadovoljava uslove tehnike ponovnog ukopčanja. Imade releja, čije vlastito vrijeme iznosi svega 0,02 sekundi, što je naročito povoljno kod primjene ultrabrzih ciklusa.

U slučaju primjene principa jednopolnog ponovnog ukopčanja mora distantna zaštita biti u mogućnosti da izvrši preciznu selekciju defektne faze. Za to obično služe članovi njene podimpedantne pobude. Ako postojeći releji imadu, međutim, samo prekostrujnu pobudu, treba naknadno ugraditi selektore faza. Kod vrlo slabog napajanja prijenosnog sistema može se dogoditi, da podimpedantna pobuda više ne reagira, pa će se za ovakav slučaj morati primijeniti selektori na principu podnaponskih releja. Ovi releji udešeni su tako, da reagiraju odmah čim pogonski napon sistema spadne na oko 80% svoje nazivne vrijednosti.

Kod dvostrano napajanih vodova važno je, da impuls za iskopčanje bude dan po mogućnosti istovremeno na oba kraja voda. U tu svrhu postoji tzv. prehvatni spoj (prekopčanje prvog stepena od 85 na 120% štićene linije), kao i mogućnost prijenosa impulsa za iskopčanje putem visokofrekventnih veza. Prvi način je jeftiniji i moći ćemo ga upotrebiti u većini slučajeva našeg 110 kV sistema, izuzev onda, ako u njemu imademo vodova sa više od dva kraja (tzv. T-vodovi). Međutim ako želimo postići apsolutni selektivitet, što će biti od naročite važnosti u našoj superponiranoj mreži, onda je na mjestu upotreba visokofrekventnih kanala, ali se u tom slučaju osim većih investicija mora računati i sa izvjesnim usporenjem zbog vlastitog vremena VF-veze od cca 0,01 do 0,02 sekunde.

b. Učinske sklopke

Vlastito vrijeme sklopke, t. j. vrijeme koje prođe od momenta, kada je okidač primio impuls za iskopčanje pa do momenta, kada se počinju otvarati glavni kontakti sklopke, mora biti što kraće. To isto vrijedi za vrijeme gašenja električnog luka, nastalog u komorama za gašenje. Poželjno je, da i vrijeme ukopčanja sklopke bude što kraće. Za postignuće što kraćeg ukupnog vlastitog vremena rada sklopki, treba po mogućnosti izbjegavati sklopke, koje u seriji sa komorama za gašenje imadu rastavljače, ili ove posljednje treba blokirati za vrijeme ciklusa ponovnog ukopčanja.

Sklopke moraju biti sposobne, da se neposredno nakon najtežih iskopčanja mogu ponovno ukopčati na kratki spoj i poslije toga još jedamput iskopčati. Ako se za gašenje električnog luka upotrebljava struja komprimiranog zraka, mora volumen rezervoara zraka sklopke biti takav, da je moguće ostvariti radni ciklus: iskopčanje - ponovno ukopčanje - definitivno iskopčanje, kod čega pritisak zraka ne smije da spadne ispod minimalnog dozvoljenog radnog pritiska.

Kod primjene principa tropolnog ponovnog ukopčanja dovoljno je, da sklopka imade svega jedan zagon, dok kod jednopolnog ponovnog ukopčanja svaki pol mora imati svoj posebni zagon. Kod već ugrađenih sklopki u našim prijenosnim sistemima potrebno je dakle prekontrolirati, da li je moguće izvesti pregradnju od zajedničkog na pojedinačni zagon. Brzi rad zagona je potreban, što se može postići samo pomoću komprimiranog zraka ili prednategnutih pera. Solenoidni ili izravni motorni zagoni su prespori za ultrabrzo i brzo ponovno ukopčanje.

c. Uređaji za ponovno ukopčanje

Beznaponska pauza mora biti po mogućnosti što kraća, naročito, ako se radi o tropolnom ponovnom ukopčanju. Kod jednopolnog ponovnog ukopčanja može ona biti nešto duža. Dužinu beznaponske pauze treba udesiti na odgovarajućem releju uređaja za ponovno ukopčanje. Kod tropolnog ponovnog ukopčanja bilo koja vrsta kratkog spoja smije da izazove uvijek samo tropolno iskopčanje. Naprotiv, uređaji, za jednopolno ponovno ukopčanje ukoliko je smetnja jednopolna, imadu iskopčati i ponovno ukopčati samo defektnu fazu. Ali svaki dvopolni kratki spoj mora kod njih dovesti do tropolnog iskopčanja sa ponovnim tropolnim ukopčanjem.

U slučaju ponovnog ukopčanja na dalje postojeću smetnju mora, kako kod uređaja za tropolno, tako i onih za jednopolno ponovno ukopčanje, uvijek doći do tropolnog definitivnog iskopčanja. Uređaj za ponovno ukopčanje mora osim toga za izvjesno vrijeme biti blokiran nakon izvedenog ponovnog ukopčanja, da bi se spriječilo, da u slučaju dalje postojeće smetnje, kada ponovno iskopčanje sklopke mora biti definitivno, ne bude eventualno dan impuls za drugo ponovno ukopčanje neposredno nakon drugog iskopčanja.

Kod polaganog ponovnog ukopčanja imade se prethodno izvršiti kontrola napona odnosno sinhronizma. Osim toga ponovno ukopčanje sklopki isključenog sektora imade uslijediti izvjesnim unaprijed ustanovljenim redoslijedom.

Naslov pisca: Ing. Aleksandar Baborsky, Elektroprojekt, Zagreb, Gundulićeva 32.

ZAŠTITA SABIRNICA*

Velimir Hangi, Zagreb

U našoj zemlji nije se do sada postavljao problem posebne zaštite sabirnica, nego su one bile štićene zajedno s transformatorima i vodovima. Radi sigurnosti pogona i izgradnje objekata velike snage te prijenosne mreže 220 kV nužno je rješavati probleme posebne zaštite sabirnica.

DK 621.316.35.004.4

A. UVODNO RAZMATRANJE

Nagli razvoj naše elektroprivrede očituje se u sve bržoj izgradnji novih elektroprivrednih objekata reda 110 kV i to kako snažnih izvora, tako i vodova prijenosa odnosno transformatorskih stanica velikih snaga transformacije. Daljnji razvoj diktira prijelaz na superponiranu 220 kV mrežu sa još snažnijim izvorima i transformacijom.

U ovakvim prilikama polaže se sve veća pažnja sigurnom pogonu, jer gubici uslijed prekida i zastoja u pogonu sve teže pogađaju potrošača. Ispadanje iz pogona velikih postrojenja može dovesti do raspada cijelog sistema, a svaki i relativno manji zastoj dovodi do velikih materijalnih šteta, izgubljene električne energije odnosno zastoja privredne djelatnosti.

B. OPĆENITO O ZAŠTITI SABIRNICA

Među najteže i po svojim posljedicama najneugodnije kvarove u postrojenjima spada svakako kratki spoj na sabirnicama. Tu se podrazumijevaju sabirnice u širem smislu, dakle područje samih sabirnica i dijela odvoda koji nisu štićeni I stepenom distantne zaštite na dotičnim odvodima.

Iako sabirnice po svojoj duljini predstavljaju tek maleni dio mreže ipak su smetnje na njima relativno češće, nego što bi se očekivalo prema njihovoj duljini. One iznose 5%, pa i više od ukupnog broja kvarova u mreži, jer do njih dolazi i uslijed krivih manipulacija u postrojenju, te ulaska atmosferskih prenapona u postrojenje, a često se uzrok kvara naknadno ne može niti utvrditi.

Posljedice kratkog spoja na sabirnicama mogu biti slijedeće:

a) potpuni ispad iz pogona cjelokupnog postrojenja;

b) djelomični ili potpuni ispad sistema naročito kod ispada ključnih postrojenja;

c) štete uslijed ogromnih mehaničkih naprezanja;

d) štete zbog termičkih naprezanja uslijed struja kratkog spoja;

e) kombinirano djelovanje mehaničkih i termičkih naprezanja;

f) širenje smetnji po postrojenju, sa svim posljedicama.

Posljedice pod a) i b) ne mogu se spriječiti bez obzira kako je postrojenje štićeno, ali ukazuju na velike štete koje nastaju uslijed njihovog neselektivnog ispada. Područje sabirnica ne štiti, kako je rečeno, I stepen distantne zaštite, jer su sabirnice u suprotnom smjeru, od smjera štićenja distantne zaštite za svaki pojedini odvod. Prema tome niti tehnika ponovnog ukapčanja ne obuhvaća ove kvarove.

Štete pod c) ne mogu se također bitno smanjiti bez obzira na vrstu električne zaštite, jer i uz najbržu specijalnu zaštitu sabirnica na principu diferencijalnih struja, ne može se postići kraće vrijeme iskapčanja sabirnica od oko 0,1 sek (samo vrijeme iskapčanja sklopke iznosi oko 0,08 sek). Poznato je naime, da najveća mehanička naprezanja nastaju od udarne struje kratkog spoja, koja naglo, t. j. za oko 0,06 sek padne na vrijednost trajne struje kratkog spoja. Isto tako je poznato da ova početna udarna struja kratkog spoja može doseći šesterostruku vrijednost trajne struje kratkog spoja čije je mehaničko djelovanje prema tome znatno blaže, pa ako su štićeni objekti izdržali strahoviti početni udarac, onda će izdržati još koju desetinku sekunde i preko 0,1 sek, koliko nam pruža specijalna zaštita sabirnica.

Kod šteta pod d) period udarne struje kratkog spoja nije najkritičniji, jer je vrlo kratak, a štićeni objekti posjeduju određeni toplinski kapacitet. No svako dulje trajanje kratkog spoja može dovesti do trajnih teških oštećenja štićenih objekata.

Kvarovi uslijed kombiniranog djelovanja mehaničkih i termičkih naprezanja što je navedeno pod e) nastupaju obično nakon 2—3 sek, ukoliko štićeni objekt nije već stradao uslijed mehaničkih sila udarne struje kratkog spoja. Sada se sjedinjuju djelovanje mehaničkih vibracija uslijed struje kratkog spoja i toplinsko djelovanje koje se očituje u mekšanju materijala, pa dolazi do mjestimičnog glodanja, odnosno uništenja izolacije na štićenim objektima (učinski i mjerni transformatori). Širenje smetnje po postrojenju što je navedeno pod f) uvelike se smanjuje brzim iskopčanjem sabirnica čime se i štete smanjuju, odnosno lokaliziraju po opsegu.

Ovo izlaganje pokazuje da štićenje sabirnica samo prekostrujnom zaštitom sa vremenskim zatezanjem koje doseže do cca 5 sekundi i više može dovesti do teških oštećenja dijelova postrojenja, a time i do dugotrajnih prekida pogona. Ovo dolazi naročito do izražaja u elektranama velikih snaga, ako su sabirnice sa strane generatora štićene isključivo prekostrujnom zaštitom sa visokim vremenskim udešenjima (HE Jablanica, HE Vinodol, buduća HE Split, HE Senj, HE Dubrovnik i t. d.).

Što se tiče transformatorskih stanica situacija redovno nije povoljnija premda su sabirnice štićene i ovdje II stepenom distantne zaštite u susjednim postrojenjima, dakle sa 0,6 do 1,5 sek. Sa strane transformatora dolazi do iskopčanja putem prekostrujne zaštite redovito sa visokim vremenskim zatezanjem.

---

*Referat sa zasjedanja Studijskog komiteta za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE, Ljubljana 1958.

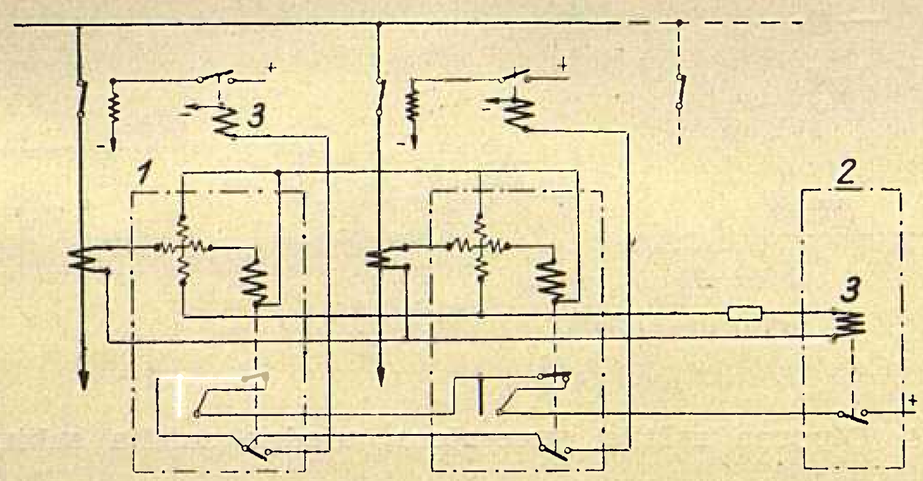
C. SPECIJALNE ZAŠTITE SABIRNICA

Od specijalnih brzih zaštita sabirnica, koje rade na principu upoređivanja struja biti će kratko opisana zaštita sabirnica proizvodnje BBC, te zaštita proizvodnje Siemens.

1. Brza zaštita od kratkog spoja na sabirnicama proizvodnje BBC

Kod ove zaštite išlo se je na to, da se obezbijede dva međusobno neovisna kriterija za proračivanje zaštite, i time postigne potpuna sigurnost od krivih iskopčanja.

Kao prvi kriterij uzet je smjer struja u odvodima koje aktiviraju, odnosno zakreću produktne releje, tako da svi produktni releji zatvaraju svoj kontakt kada su sve struje u smjeru prema sabirnicama (kratki spoj na sabirnicama). Kod kratkog spoja na jednom od odvoda, dakle izvan područja štićenja ove zaštite, dolazi do najvećeg zasićenja strujnih transformatora upravo na tom odvodu. No, u tom slučaju produktni relej barem na tome odvodu ima zakret u smjeru otvaranja kontakta. Kako plus za izbacivanje prolazi preko ovih kontakta spojenih u seriju, ne dolazi do iskapčanja učinskih sklopki. Kao dodatno osiguranje selektivnog reda ove zaštite ugrađeni su još i dodatni prekostrujni članovi, čije je proračivanje ta-



Sl. 1. Principna shema djelovanja brze distantne zaštite od kratkog spoja na sabirnici, proizvodnja BBC.
1: produktivni relej sa prekostrujnim članom, *2:* diferencijalni relej, *3:* sklopnik za izbacivanje sklopke.

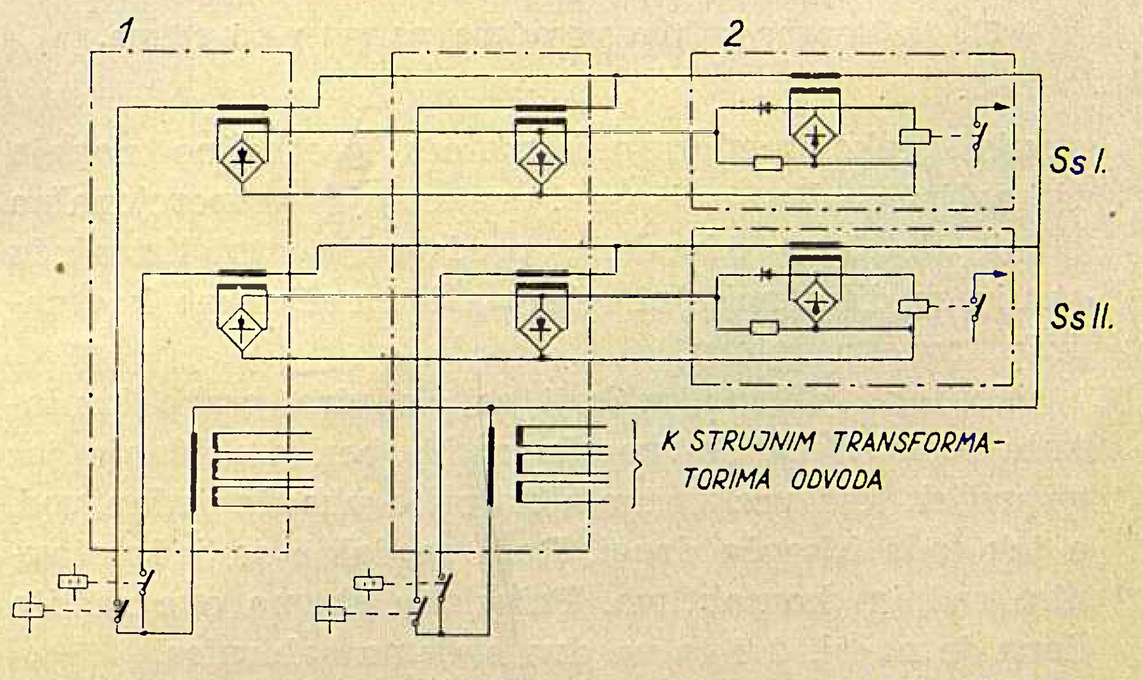
kođer preduvjet za iskapčanje sabirnica iz pogona, a čija se proradna vrijednost udešava prema strujama kratkog spoja.

Kao drugi neovisan kriterij uzeta je diferencijalna struja koja se pojavljuje kada sve struje odvoda teku prema sabirnicama. U normalnom pogonu nema diferencijalne struje, jer je zbroj svih dolaznih i odlaznih struja jednak nuli, a ukoliko postoje neke struje izjednačenja one su uzrokovane nejednakim prijenosnim odnosom, dotično nejednakim zasićenjem strujnih transformatora.

Sada plus za izbacivanje prelazi još i preko kontakta posebnog prekostrujnog (diferencijalnog) releja koji proračuje kada diferencijalna struja prekorači određenu udešenu minimalnu vrijednost. Ovako visoke diferencijalne struje u pravilu ne mogu nastati uslijed zasićenja strujnih transformatora. No, ako bi i bile tako visoke tada će to omogućiti siguran rad produktnih releja što će opet otkloniti krivo iskapčanje, na način kako je već izloženo. Principna shema ove zaštite dana je na slici 1.

Kada kod višestrukih sabirnica, sabirnice rade odvojeno i zaštita radi autonomno za svaki odvojeni sabirnički sistem. Pri tome spojevi zaštite ostaju isti osim istosmjernih krugova koji se zatvaraju preko kontakata sklopnika, a ovi sklopnici se aktiviraju preko kontakata rastavljača, tako da je time određena pripadnost zaštite dotičnom sistemu sabirnica. Preko kontakata sklopnika povezuju se i čvorišta svitaka produktnih releja, te se tako ova čvorišta formiraju već prema pripadništvu pojedinim sabirničkim sistemima. Kod ovih prekapčanja ne otvaraju se glavni strujni krugovi strujnih transformatora.

Autor je prilikom kratkog posjeta dispečerskom centru u Beču u razgovoru sa jednim od stručnjaka za električne zaštitne uređaje austrijske elektroprivrede ing. Stimmerom, obaviješten, da će se u austrijska 220 kV postrojenja ugraditi specijalna zaštita sabirnica proizvodnje BBC, jer im rješenje s otpornom zaštitom ne odgovara s obzirom na predugo vrijeme iskapčanja. Inače smatraju ukoliko ne postoji tako oštar zahtjev na najmanje moguće vrijeme iskapčanja, da je mnogo jednostavnije i povoljnije rješenje s otpornom zaštitom sabirnica, koja će biti opisana kasnije pod točkom D-1.



Sl. 2. Principna shema djelovanja diferencijalne zaštite sabirnica za dvostruke sabirnice, proizvodnja Siemens.
1: stabilizirajući uređaj sa tronamotnim međutransformatorom, *2:* diferencijalni relej.

2. Diferencijalna zaštita sabirnica proizvodnje Siemens

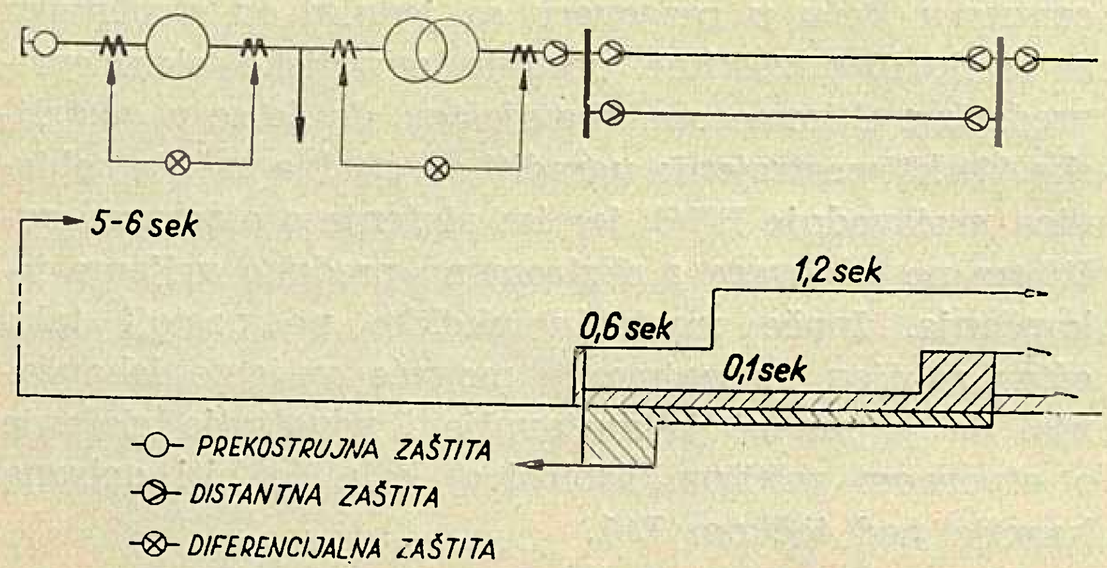
Kod ove zaštite predviđen je za svaki sistem sabirnica posebni diferencijalni relej. Strujne grane svih napojnih mjesta (odvoda) vode se do međutransformatora sa tri namotaja. Pojedini namotaji ovih transformatora su uzamčeni u dvije faze i nulvodič strujnih transformatora odvoda, pa iz struja triju faza obrazuju jednofaznu pomoćnu struju. To se može dozvoliti kod diferencijalne zaštite sabirnica gdje se ne moraju postići ekstremno niske proradne vrijednosti, pa je ovakova zaštita i jednostavnije tretirana.

Ove jednofazne pomoćne struje idu preko pomoćnih releja koji se aktiviraju preko kontakata rastavljača na onaj diferencijalni relej koji odgovara sistemu sabirnica na koje je dotični odvod priključen. Tako zaštita svakih sabirnica predstavlja zaseban odvojeni sistem.

U slučaju normalnog pogona zbir svih struja, uzevši u obzir njihov smjer, jednak je nuli. U slučaju

kratkog spoja na sabirnicama, kada sve struje kratkog spoja teku prema sabirnicama dobivamo diferencijalnu struju, koja pobuđuje preko ugrađenog pomoćnog transformatora i usmjerivačkog spoja relej sa zakretnim svitkom. Nakon prorade diferencijalne zaštite plus za izbacivanje se daje preko kontakata pomoćnih releja, koji se pak aktiviraju preko kontakata rastavljača, sklopkama vodova priključenih na dotični sistem sabirnica.

Da bi se neutralizirao utjecaj struje izjednačenje uslijed netočnosti prijenosnog omjera, odnosno različite zasićenosti strujnih transformatora, predviđeno je stabiliziranje zaštite. Radi toga jednofazna pomoćna



Sl. 3. Otporna zaštita ugrađena na svim odvodima.

struja preko međutransformatora prethodno napaja ispravljački dio, a ispravljena struja proporcionalna struji dotičnog odvoda, predstavlja stabilizirajuću struju za diferencijalni relej na isti način kao kod zaštite transformatora.

Kontakti sklopnika koji se aktivira preko kontakata rastavljača ne moraju raditi bez prekidanja jer se uvijek kod prekapčanja najprije ukopča jedan vod, a tek tada iskopča drugi. Radi se dakle sa jednostavnim radnim kontaktima. Principna shema ove zaštite dana je na sl. 2 i to za dva sistema sabirnica.

Postoji još jedan kontrolni uređaj koji signalizira ako ostane slučajno otvorena strujna grana transformatora, a može i blokirati cijelu zaštitu. Ovaj kontrolni uređaj nije ucrtan u shemi na slici 2.

Kod ove zaštite, što vrijedi za gotovo svu Siemensovu zaštitu, treba najveću pažnju posvetiti njenoj kvalitetnoj montaži i održavanju.

D. OTPORNA ZAŠTITA SABIRNICA

Sabirnice su normalno štićene drugim stepenom distantne zaštite iz svih susjednih postrojenja, no sa strane generatora ili transformatora nadstrujnom zaštitom, koja ima obično visoko vremensko udešenje od 5 i više sekundi.

Jedno od rješenja kod kojega se na relativno jednostavan način postižu vremena iskapčanja sabirnica od 0,6 sek. do 1,5 sek. jeste ugradnja distantnih releja u svim transformatorskim i generatorskim poljima, tako da sabirnice štite sa vremenom od 0,6 odn. 1,2 sek.

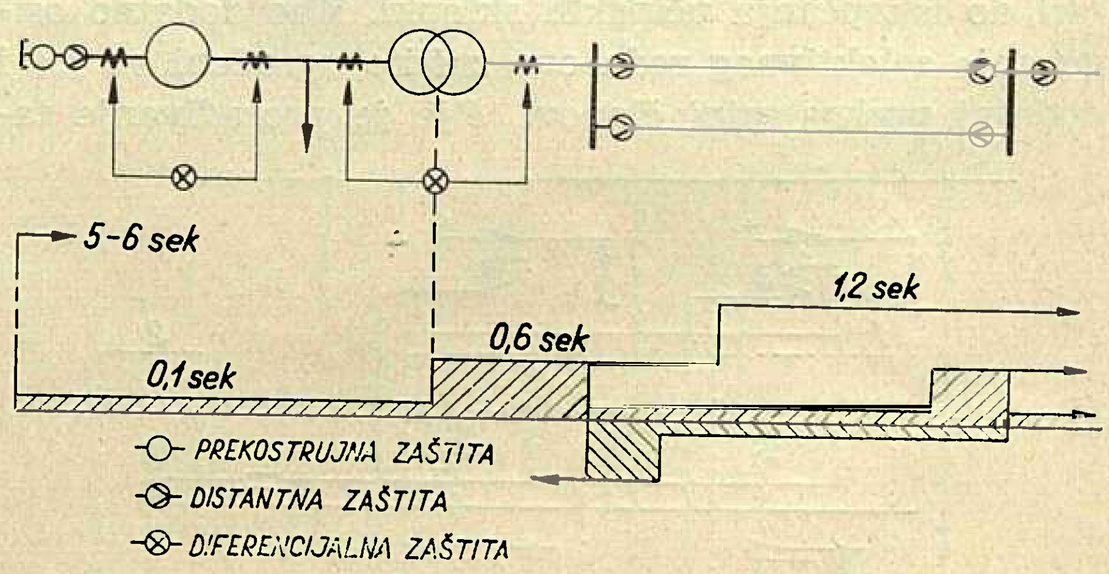
Kako se ovdje ne radi o ekstremno kratkom vremenu iskapčanja, koje pruža specijalna diferencijalna zaštita, ipak i ovakovo vrijeme do cca 1 sekunde bitno smanjuje oštećenja i proširenje kvara po postrojenju.

1. *Otporna zaštita ugrađena na svim odvodima*

Sa strane prijenosnih vodova zaštićene su sabirnice, kako je spomenuto, drugim stepenom distantne zaštite iz susjednih postrojenja, a to znači sa cca 0,6 sekundi. Ukoliko sada ugradimo distantnu zaštitu u transformatorska i generatorska polja (redovito blok generator-transformator) i to na strani sabirničkog napona, s time da je ova zaštita usmjerena prema sabirnicama ili neusmjerena, tada redovito možemo štititi sabirnice i sa strane ovih odvoda sa vremenom od cca 0,6 sekundi. Dakako da se kod ovih releja već prvi osnovni stepen udešava vremenski na 0,6 sekundi, a otporni stepen računa prema najkraćem odvodu (u otpornom smislu).

Postoji mogućnost, da se pomoću prigušnica umjetno poveća otporna vrijednost ekstremno kratkih odvoda, što može biti općenito od velike važnosti za selektivno stepenovanje u jako razvijenim mrežama.

U slučaju dvostrukih sabirnica, ako se želi osigurati selektivno odvajanje pojedinih sabirnica u slučaju kratkog spoja, a kod zatvorenog spojnog polja, može se spojno polje promatrati kao vod, s time da mu se umjetno dade »duljina« (u otpornom smislu), ugradnjom prigušnica proizvoljne otporne vrijednosti.



Sl. 4. Otporna zaštita generatora, ujedno zaštita sabirnica.

Distantni releji koji se ugrađuju u transformatorska, odnosno generatorska polja mogu biti jednostavnije izvedbe nego na vodnim poljima, tako na primjer distantni releji tip L3s umjesto L3wyaS proizvodnje BBC, tip R1Z25 umjesto R3Z25 proizvodnje Siemens i t. d.

Način ovakovog štićenja prikazan je na slici 3.

2. *Otporna zaštita generatora odnosno transformatora, ujedno zaštita sabirnica*

Razmatrajući problematiku otporne zaštite sabirnica, upravo se nameće slijedeće rješenje. Kada se već radi o tome da se distantna zaštita ugrađuje u generatorska i transformatorska polja, da se zaštite sabirnice sa vremenom od 0,6 sekundi, zašto se ova zaštita ne bi ugradila u zvjezdištu generatora, odnosno drugoj naponskoj strani transformatora (gledano od sabirnica) kao što je prikazano na sl. 4.

U tome slučaju ova bi otporna zaštita predstavljala rezervnu zaštitu generatora i transformatora, štitila sa kratkim vremenom eventualni ocjep na generatorskom naponu i t. d., a ujedno sa drugim stepenom i vremenom od cca 0,6 sek, štitila bi sabirnice.

Slabe strane ovakovog rješenja bile bi slijedeće:

Kod regulacionih transformatora mijenja se prekapčanjem regulacionih stepena otporna vrijednost transformatora, pa prema tome i stepen distantne zaštite, a naročito drugi stepen kao kritičan prodire zbog toga različito duboko u mrežu. To dolazi naročito do izražaja, ako su najkraći odvodi (u smislu otpora) relativno vrlo mali prema otpornoj vrijednosti generatora (blok - spoja generator - transformator) odnosno transformatora. U tome slučaju je selektivno stepenovanje otežano i u slučaju kada ne bi bilo regulacije na transformatoru.

Ugradnjom prigušnica, a time umjetnim povećanjem otpornih vrijednosti, mogao bi se ukloniti i ovaj nedostatak.

Autor je ovakovo rješenje zaštite sabirnica vidio u TS Rommerskirchen 380/220 kV. Ovdje na sabirnicama nije ugrađena specijalna diferencijalna zaštita nego je na 220 kV strani učinskog transformatora 660 MVA (tri jednofazne jedinice po 220 MVA) ugrađena distantna zaštita R3Z25 sa podimpedantnim članom R3Z2 proizvodnje Siemens. Zbog kratkog zadržavanja i neupućenosti pogonskog osoblja, nije se mogao ustanoviti način štićenja, ali je najvjerojatnije da je zaštita neusmjerena, te da štiti i sabirnice 220 kV, kao i 380 kV, prolazeći svojim stepenima kroz učinski transformator.

E. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

Na kraju ovog razmatranja, bit će korisno dati sažeti osvrt na pojedine vrste zaštite sabirnica, i pokušati izdvojiti one sisteme štićenja koji bi eventualno došli u obzir u našoj zemlji.

1. Zaštita sabirnica prekostrujnom zaštitom

Kod ovoga načina štićenja, a koji je danas proveden u svim našim postrojenjima visokog napona, sabirnice su zaštićene sa strane susjednih postrojenja II stepenom rjeđe III stepenom distantne zaštite t. j. vremenski sa 0,6-1,2 sekundi. Sa strane transformatora, odnosno generatora sabirnice su štićene sa vrlo visokim vremenom od 4—5 sekundi, a negdje možda i više. Kod ovakovog načina štićenja osim toga što su teže ugroženi generatori, a naročito učinski i strujni transformatori, može doći do širenja kvara po cijelom postrojenju, do loma izolatora uslijed visokih temperatura, do prljanja izolatora čađom i t. d., što sve može dovesti do dugotrajne obustave pogona.

2. Specijalna zaštita sabirnica

Ova zaštita ima svojih dobrih i loših strana, no to u ovom slučaju ne bi bila stereotipna konstatacija, jer dobre ili loše strane mogu prevagnuti već prema tome kako je koje postrojenje izvedeno, koliko ima sistema sabirnica, koliko odvoda, kakav je način pogona i t. d.

Osnovni nedostatak ove zaštite jeste općenito uzevši njezina složenost. Ova zaštita mora biti tako izvedena da odgovara svakom uklopnom stanju, što zahtijeva složene zaštitne spojeve ovisno o rastavljačima, te često ugradnju niza sklopnika pomoćnih vodova, međutransformatora i t. d. To pak zahtijeva najbrižniju i najstručniju izvedbu i održavanje, ukoliko se želi sačuvati puna sigurnost pogona.

Na same zaštitne releje postavljaju se vrlo oštri kriteriji s obzirom na selektivnost, jer se neselektivan rad ne smije nikako dozvoliti iz već navedenih razloga.

Dobra strana ove zaštite jeste vrlo kratko vrijeme iskapčanja sabirnica u kvaru, i to sa cca 0,1 sekundom. Nije potrebno detaljnije obrazlagati koliko je to važno, naročito ako gledamo na oštećenja i prljanja izolatora, te proširenja kvara po postrojenju, jer je o tome već dovoljno bilo govora.

Osim toga ova zaštita izbacuje sklopke u oštećenom postrojenju, tako da vodovi ostaju pod naponom sa strane susjednih postrojenja. To također omogućuje brži ulazak postrojenja u pogon.

Iz svega ovoga proizlazi da ovakova zaštita nalazi svoju primjenu kod vrlo važnih postrojenja (vrlo visoki naponi). Sa relativno malim brojem polja odnosno sa jednim do dva sistema sabirnica.

3. Otporna zaštita sabirnica

Ovaj način štićenja sabirnica zbog svoje jednostavnosti i relativno kratkog vremena iskapčanja izgleda naročito privlačan, i treba ga ozbiljno uzeti u razmatranje kod odabiranja zaštite sabirnica. Vrijeme iskapčanja od 0,6—1,5 sek. znači ogromnu prednost pred vremenom prekostrujne zaštite, a iz prethodnih razmatranja proizlazi da generatori odnosno transformatori koji su izdržali početna naprezanja uslijed udarnih struja kratkog spoja, nisu bitno ugroženi, ako kvar traje toliko, koliko nam pruža otporna zaštita.

Postoji međutim mogućnost, kod većeg broja odvoda da uslijed raspodjele struja kratkog spoja po vodovima ne dođe istovremeno do proradivanja svih distantnih releja, nego neki prorade tek nakon iskapčanja pojedinih odvoda. U tom se slučaju ukupno vrijeme iskapčanja sabirnica može povećati, jer nastaje zbrajanjem vremena pojedinih releja odnosno grupa releja.

F. ZAKLJUČAK

Vrlo je teško već danas dati pravilan odgovor na pitanje kako štititi sabirnice u našim uslovima a za pojedinačne slučajeve. No cilj ovog izlaganja nije niti bio tako visoko postavljen. Cilj je bio da se problem što svestranije osvijetli, da se pregledno izlože sve mogućnosti, pa da to posluži kao baza za daljnje proučavanje ovog problema, za pojedina postojeća postrojenja ili ona u izgradnji.

Ipak treba naročitu pažnju posvetiti otpornoj zaštiti i to onom slučaju kada distantna zaštita generatora drugim svojim stepenom štiti sabirnice. Zbog vrlo male impedancije odnosno reaktancije generatora i velikih transformatora, naročito ako se mjeri sa niže naponske strane transformatora, vjerojatno ne će biti moguća upotreba u tu svrhu impedantnih odnosno reaktantnih releja, što će trebati detaljno proanalizirati.

Za naše uslove ne će se vjerojatno barem za dogledno vrijeme ići na selektivno odvajanje pojedinih sabirnica kad rade paralelno preko spojnog polja.

U svakom slučaju zbog potpunog pomanjkanja vlastitih iskustava i često različitih gledanja i u inozemstvu na ovu problematiku, nužno je koristiti dugogodišnja inozemna iskustva i upoznati njihove kriterije za izbor ove zaštite. Dva navedena primjera pokazuju potpuno suprotno rješavanje ovog problema, no ne i razloge odnosno kriterije koji su doveli do takovih rješenja.

Bilo bi u osnovi pogrešno bez obzira na uvjerljivost argumentacije za ovakovo ili onakovo rješenje, da se počinje ispočetka i eventualno skupo plate iskustva koja negdje već postoje.

Literatura

H. Neugebauer: *Selektivschutz,* Izd. Springer, Berlin, 1955., str. 248.

M. Walter: *Relejna zaštita,* Elektra, Zagreb, 1954, str. 210.

F. Schär, Olten: *Sammelschienen-Differentialschutz,* Bulletin SEV 1954, br. 18, str. 733.

BBC: *Schneller Sammelschienen-Kurzschlusschutz,* 1b–5044 D, III. 55.

Siemens: *Sammelschienen-Differentialschutz,* 4TS12RB2 2549.

Siemens: *Sammelschienenschutz grosser Anlagen,* 4TS12RB2 2548.

Naslov pisca: Ing. Velimir Hangi, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

UPUTA O POSTUPKU UKLOPNOG OSOBLJA PRILIKOM PRORAĐIVANJA ZAŠTITA UČINSKIH TRANSFORMATORA*

Željko Zlatar, Zagreb

Kriva isključenja diferencijalne zaštite učinskih transformatora neispravnog priključka na strujne transformatore prouzrokuju neispravnu ocjenu djelovanja učinskih transformatora. Izrađen je prijedlog uputa o postupku pogonskog osoblja prilikom prorađivanja zaštite učinskih transformatora u postrojenjima poduzeća Elektroprenos Zagreb.

DK 621.3.062:621.311.37

Definicija smetnji

Unutarnja smetnja je kvar na učinskom transformatoru.

Vanjska smetnja je kvar na objektima koje zaštita učinskih transformatora direktno ne štiti.

Prema tome učinske transformatore treba štititi protiv unutarnjih i vanjskih smetnji.

Vrste zaštite učinskih transformatora

Zaštita učinskih transformatora protiv unutarnjih smetnji izvedena je u našim postrojenjima sa

— diferencijalnim relejima
— Buchholzovim relejima

dok je protiv vanjskih smetnji izvedena sa

— nadstrujnim relejima.

Priključak zaštite

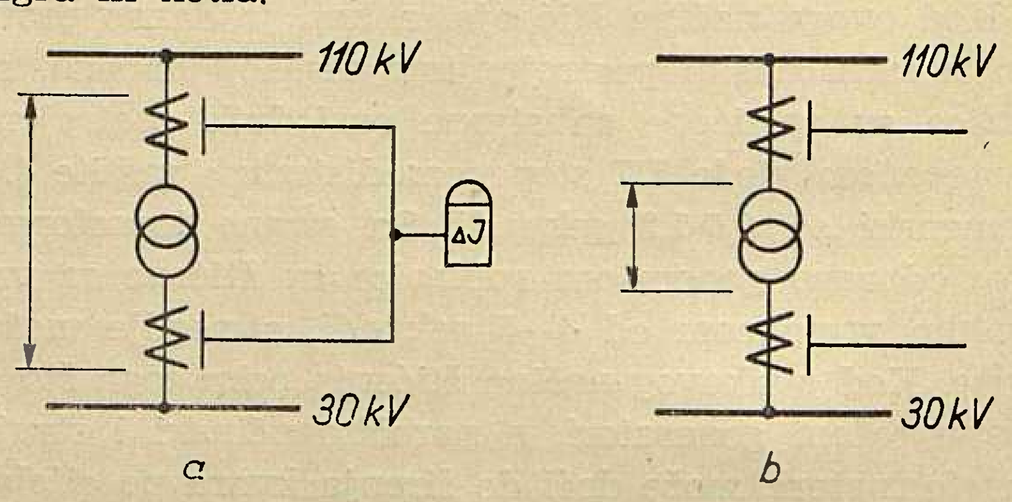
Diferencijalni relej se priključuje na strujne transformatore sa obje naponske strane učinskog transformatora. Svojim prorađivanjem on isključuje učinske sklopke na više i niženaponskoj strani učinskog transformatora.

Buchholzov relej se priključuje između konzervatora i kotla učinskog transformatora i svojim prorađivanjem isključuje učinske sklopke na strani višeg i nižeg napona učinskog transformatora. (Naravno samo onda kada se radi o plovku za isključenje).

Nadstrujni relej se priključuje na strujne transformatore na jednoj strani učinskog transformatora već prema konfiguraciji mreže i načinu njenog štićenja. On također isključuje učinske sklopke na obje naponske strane učinskog transformatora.

Način djelovanja

Diferencijalna zaštita. Mjerna veličina mjerodavna za ustanovljivanje kvara i njegovo isključenje je razlika (diferencija) struja više i niže naponske strane učinskog transformatora. Ova razlika struja se pojavljuje samo u času smetnje i pobuđuje jedan strujni relej, koji izvrši isključenje učinskih sklopki. Smetnje mogu biti jedno-, dvo- i tropolne, a nastaju uslijed proboja između namota faza i između namota i jezgra ili kotla.



Sl. 1.*a:* Područje štićenja diferencijalne zaštite; *b:* Područje štićenja Buchholzovog releja.

Buchholzova zaštita. Mjerna veličina za ustanovljivanje kvara je stvaranje plinova ili mlaz ulja uslijed izgaranja ulja i pogođenih dijelova učinskog transformatora prilikom proboja. On najprije upozorava na postojanje smetnje (prvi plovak), a zatim je isključuje (drugi plovak). Buchholzov relej upotpunjuje diferencijalnu zaštitu učinskih transformatora time što, osim jedno- dvo- i tropolnih smetnji, obuhvaća i spojeve među zavojima, koje diferencijalna zaštita može, ali i ne mora obuhvatiti.

Nadstrujna zaštita. Mjerna veličina za ustanovljivanje kvara je struja, čiji je nagli porast karakterističan za stanje kratkog spoja. Strujni član protjecan strujom većom od udešene, aktivira vremenski član

* Referat sa zasjedanja Studijskog komiteta za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE, Ljubljana 1958.

koji po isteku udešenog vremena isključuje učinske sklopke. Nadstrujni relej obuhvaća kao i diferencijalni relej jedno-, dvo- i tropolne smetnje.

Područje štićenja

Diferencijalna zaštita. Kako je diferencijalni relej priključen na strujne transformatore na obje naponske strane učinskih transformatora to on prorađuje na kvarove u području unutar strujnih transformatora. Prema tome on ne smije isključiti niti jednu smetnju u području izvan strujnih transformatora na koje je priključen.

U sl. 1a prikazano je područje štićenja diferencijalne zaštite učinskih transformatora.

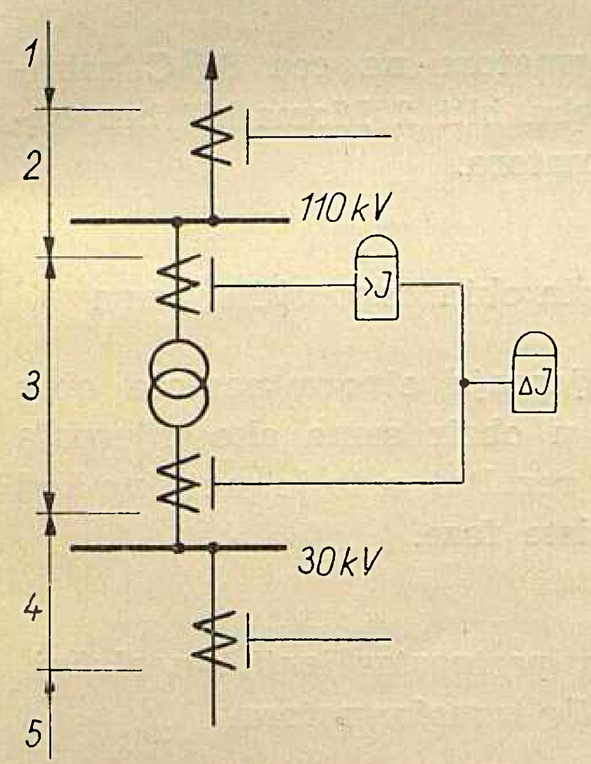
Buchholzova zaštita. Za razliku od diferencijalnog releja Buchholzov relej štiti učinske transformatore samo od smetnji unutar njega samoga, jer mu je mjerna veličina plin ili mlaz ulja. Znači Buchholzov relej ne će isključiti niti jednu smetnju na samom učinskom transformatoru.

U sl. 1b prikazano je područje štićenja Buchholzovog releja.

Nadstrujna zaštita. S obzirom na diferencijalnu i Buchholzovu zaštitu učinskog transformatora i zaštitu vodova 110 kV i 30 kV nadstrujni relej ima 2 područja štićenja:

— osnovno područje štićenja za smetnje u području sabirnica 110 i 30 kV;

— rezervno područje štićenja za smetnje unutar područja strujnih transformatora za priključak diferencijalne zaštite i za smetnje na vodovima 110 kV i 30 kV.



Sl. 2. Kote predočuju: *1, 3 i 5:* rezervno područje štićenja, *2 i 4:* osnovno područje štićenja

Znači, da će nadstrujni relej za zaštitu učinskog transformatora protiv vanjskih smetnji isključiti svaku smetnju na sabirnicama 110 kV i 30 kV i svaku smetnju u slučaju zatajivanja diferencijalne zaštite učinskog transformatora i zaštite vodova 110 i 30 kV.

U sl. 2 prikazana su područja štićenja nastrujne zaštite.

Moguća kriva isključenja zaštite učinskih transformatora

Diferencijalna zaštita. Diferencijalni relej prorađuje samo na smetnje u području unutar strujnih transformatora na koje je priključen, a svako drugo prorađivanje je neispravno i griješku koja ga uzrokuje treba otkloniti.

Krivo prorađivanje diferencijalne zaštite može prema dosadašnjim našim iskustvima uzrokovati

samo neispravan priključak diferencijalnog releja na strujne transformatore.

Krivo priključen diferencijalni relej će proraditi i isključiti štićeni učinski transformator za vrijeme pogona kod određenog opterećenja. Karakter neispravnog priključka i provedeno udešenje na releju diktiraju kod kojeg će opterećenja diferencijalni relej proraditi i isključiti učinski transformator.

Rjeđi je slučaj (ali vrlo opasan) prorađivanje diferencijalnog releja kod stvarne vanjske smetnje također uzrokovan krivim priključkom.

Buchholzova zaštita. Dosadašnja praksa je pokazala da krivih isključenja s obzirom na mjernu veličinu nema, a mogu se samo pretpostaviti. Krivi priključak ne dolazi u obzir, jer je suviše jednostavan da bi se moglo pogriješiti.

Nadstrujna zaštita. Kriva isključenja u praksi uzrokuju samo udešenja strujnih i vremenskih članova. U prvom slučaju se radi o preopterećenjima, a u drugom slučaju o nepravilnom vremenskom stepenovanju sa susjednim nadstrujnim relejima.

Određivanje kvara po pokazivanju signalnih uređaja zaštite učinskih transformatora

Imajući u vidu područja štićenja pojedine zaštite i moguća mjesta kvara utvrđuje se slijedeće:

I. Kod smetnje u području unutar strujnih transformatora:

a) kada kvar nije u učinskom transformatoru prorađuje nadstrujna i diferencijalna zaštita, a isključuje ga samo diferencijalna zaštita;

b) kada je kvar u učinskom transformatoru prorađuju nadstrujna, diferencijalna i Buchholzova zaštita. Isključivanje može izvršiti:

1. ili diferencijalna zaštita i Buchholzova zaštita;
2. ili samo diferencijalna zaštita, a Buchholzova zaštita signalizira smetnju ili je uopće ne signalizira, jer nije proradila;
3. ili Buchholzova zaštita, a diferencijalna zaštita uopće nije proradila.

U slučaju a) se mjesto kvara može ustanoviti vizuelno. Time je odmah jasno da do ponovnog ručnog uključivanja učinskog transformatora na nastali kvar ne će doći.

Ako se u slučaju b1), ne može vizuelno ustanoviti, da je kvar nastupio u učinskom transformatoru, ne smije se učinski transformator uključiti, jer su prorađivanje Buchholzova releja prouzrokovali ili mlaz ulja ili plinovi, koji su posljedica kvara, koji se izvana ne vidi.

U slučaju b2) također se ne smije uključiti učinski transformator, ako je Buchholzov relej signalizirao postojanje smetnje. No ako je samo proradila i isključila učinski transformator diferencijalna zaštita, a vanjskih znakova na učinskom transformatoru o postojanju kvara nema, onda treba ispitati sva okolna postrojenja da li je bio kakav kvar kod njih. Na osnovu prikupljenih podataka dogovorno sa dežurnim dispečerom i poslovođom stanice odlučuje se, da li se učinski transformator može uključiti ili ne. Ovo je najopasniji slučaj, pogotovo ako zaštita do tada nije još nijednom isključila, a dotadašnja ispitivanja su pokazala, da je ona ispravno priključena i ispravno prorađivala kod pokusa.

Određivanje kvara po pokazivanju signalnih uređaja zaštite učinskih transformatora Tabela 1.

Vrsta smetnje		I	J	Bu sign.	Bu izb.	
Unutarnja smetnja	1,1	×	×	×	×	Transformator se ne smije uključiti ma da nema vanjskog znaka da je u kvaru.
	1,2	×	×	×	—	
	1,3	—	×	×	—	
	1,4	—	×	×	×	
	1,5	—	—	×	×	
Unutarnja smetnja	2,1	—	—	×	—	Transformator treba odmah ručno isključiti.
Unutarnja smetnja	3,1	×	×	—	—	Transformator se ne smije uključiti ako se vidi izvana da je on u kvaru ili područje od njega do strujnih transformatora bez obzira da li ima plina u Bucholzovu releju ili ne.
	3,2	—	×	—	—	
Vanjska smetnja	4,1	×	×	—	—	Transformator se smije uključiti, ako je je prethodno sigurno utvrđeno da je isključenje nastupilo zbog kvara na ostalim dijelovima postrojenja ili u susjednom postrojenju.
	4,2	—	×	—	—	
	4,3	×	—	—	—	
Neodređeno	5,1	×	×	—	—	Transformator se ne smije uključiti, jer nije utvrđen uzrok isključenja, a sumnja se da je kvar u samom transformatoru.
	5,2	—	×	—	—	

Opaska: U slučaju 4,3 isključenja učinskog transformatora izvršava nadstrujna zaštita, a u svim ostalim slučajevima ona samo signalizira smetnju (kvar), ali je ne isključuje jer su vremena okidanja, diferencijalnog releja i Buchholzovog releja znatno kraća od vremena okidanja nadstrujnog releja.

Za slučaj b3) vrijedi isto kao za slučaj b2).

II. Kod smetnje u području izvan strujnih transformatora prorađuje samo nadstrujna, a može i diferencijalna zaštita, ako je krivo priključena. Isključenje izvršava uvijek samo jedna od njih.

U prvom slučaju je jasno da je smetnja vanjskog karaktera, a u drugom slučaju (dif. zaštita) vrijedi isto kao za slučaj b2), kada se ne može sigurno utvrditi da li je smetnja unutarnjeg ili vanjskog karaktera.

Određivanje kvara prema pokazivanju signalnih uređaja zaštite učinskih transformatora dano je pregledno u tabeli 1.

Određivanje kvara ispitivanjima učinskih transformatora

Ispitivanje plinova Buchholzova releja

Otvaranje pipca za ispust plinova treba vršiti oprezno i lagano i u pripravnosti imati šibice ili upaljač.

Prema boji i mirisu plina može se zaključiti slijedeće:

Učinski transformator nije u kvaru kada je plin bez mirisa i bez boje (zrak);

učinski transformator je u kvaru kada je plin:

bijel, obično nezapaljiv s oštrim probadajućim mirisom (gorenje papira i pamuka);

gusti žuti plin, zapaljiv (klizni proboj po drvetu).

crnosivi zapaljivi plin (raspadanje ulja).

Ispitivanje izolacije

između namota više naponske strane i namota niže naponske strane,

između namota obih naponskih strana prema zemlji.

Minimalni izolacioni otpor mjeren Megger-aparatom mora da iznosi za hladne transformatore (oko 20° C) 10 Moma (novi transformator) i 5 Moma/kV (stari transformator).

Za zagrijane transformatore na cca 80° C minimalni izolacioni otpor treba biti 2 Moma/kV bez obzira na starost transformatora.

Mjerenja otpora namota obih naponskih strana

Treba naglasiti da mjerenja otpora namota obih naponskih strana dolaze u obzir samo ako mjerenja izolacije ne dadu nikakav rezultat, a to je pretežno kod spojeva među navojima iste faze.

Postupak obavještavanja pretpostavljenih za slučaj ispada učinskih transformatora

Kada zaštitni uređaji isključe učinski transformator uklopničar treba da registrira pokazivanjem signalnih uređaja i na osnovu toga zaključi po tabeli 1 o kakovoj se smetnji radi. Nakon toga treba da odmah izvijesti poslovođu transformatorske stanice. Poslovođa transformatorske stanice, provjerivši podatke primljene od dežurnog uklopničara, izdaje daljnja naređenja. Dežurni uklopničar od časa obavještavanja poslovođe ne smije izvršiti niti jedan manevar koji on nije naredio.

Prema vlastitoj ocjeni nastale situacije poslovođa obavještava šefa pogonske jedinice i pristupa ispitivanju učinskog transformatora, slijedećim redom:

1. Ispitivanje plina u Buchholzovu releju,
2. Ispitivanje izolacije,
3. Mjerenje otpora namota.

U slučaju odsutnosti upravitelja pogona i poslovođe dežurni uklopničar je dužan postupiti prema gornjemu.

Naslov pisca: Ing. Željko Zlatar, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

NIVELIRANJE TROŠKOVA DISTRIBUCIJE NA PODRUČJU ELEKTROPRIVREDNE ZAJEDNICE

Daniel Feöcze, Zagreb

Kao ekonomski instrument politike cijena za električnu energiju, služi u smislu Zakona o elektroprivrednim organizacijama i preraspodjela jednog dijela individulanih troškova distribucije u okviru Zajednice elektroprivrednih poduzeća. Pisac prikazuje metode za kalkulaciju preraspodjele troškova distribucije, ukazuje na svojstva ovog ekonomskog instrumenta i komentira nastale posljedice u područjima s nejednakim intenzitetom potroška električne energije i s raznolikom strukturom i vrijednošću električne mreže za distribuciju.

UVOD

Niveliranje troškova distribucije u okviru elektroprivredne zajednice vrši se preraspodjelom jednog njihovog dijela u cilju, da potrošači na području s relativno višim troškovima distribucije, plaćaju višu cijenu za električnu energiju.

Preraspodjela troškova distribucije nastaje primjenom čl. 50. Zakona o elektroprivrednim organizacijama. Ovim članom se utvrđuju ekonomski odnosi između elektroprivredne zajednice i poduzeća za distribuciju električne energije kako slijedi:

a) Elektroprivredna zajednica prodaje električnu energiju distributivnim poduzećima po cijenama utvrđenim saveznim propisima za pojedine grupe potrošača.

b) Elektroprivredna zajednica odobrava istodobno pojedinom distributivnom poduzeću u ime troškova distribucije 10% prosječnih troškova distribucije svih distributivnih poduzeća na području elektroprivredne zajednice i 90% individualnih troškova distribucije.

Primjenom točke b) vrši se dakle niveliranje ili preraspodjela troškova distribucije, jer distributivna poduzeća realiziraju od elektroprivredne zajednice više ili manje od punog iznosa svojih individualnih troškova distribucije, što zavisi od visine njihovih jediničnih troškova. Ako su na pr. individualni jedinični troškovi distribucije nekog poduzeća viši od prosječnih jediničnih troškova distribucije, onda će ono s naslova troškova distribucije realizirati od elektroprivredne zajednice manje od iznosa svojih individualnih troškova distribucije. Obrnuto će biti kod distributivnog poduzeća s jediničnim troškovima distribucije nižim od prosječnih.

Prema prvobitnom tekstu čl. 50. Zakona o elektroprivrednim organizacijama u troškove distribucije ulaze troškovi poslovanja i minimalni osobni dohoci uvećani za 25%. Preostali dio dohotka, koji odgovara nekadašnjem planiranom dobitku, uvećan odnosno umanjen za razliku između individualnih i od elektroprivredne zajednice realiziranih troškova distribucije, ide na teret potrošača. Za taj se iznos u smislu čl. 34. Zakona o elektroprivrednim organizacijama, povisuju propisane cijene za električnu energiju.

Međutim, Zakonom o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama od prosinca 1958. godine, izmijenjen je čl. 50. utoliko, što u troškove distribucije ulaze i minimalni lični dohoci uvećani za 50% (a ne za 25% kao u prvobitnom tekstu). Time je samo povećan volumen troškova distribucije, koje plaća elektroprivredna zajednica.

Istim Zakonom je izmijenjen i čl. 34. U prvobitnom tekstu čl. 34. stoji, da propisane cijene moraju biti povećane za dio troškova distribucije i određeni dohodak u istom iznosu po kilovatsatu za sve grupe potrošača u distributivnoj mreži. Citiranim Zakonom o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama, mijenja se čl. 34. utoliko, što će se propisane cijene za električnu energiju povećati za iznos troškova distribucije, kojeg ne pokriva elektroprivredna zajednica u smislu čl. 50. Zakona, tek ako općinski narodni odbor ne osigura druge prihode za pokriće ovog iznosa. Dakle, povišenje propisanih cijena nije više bezuvjetno! Ono se može primijeniti tek ako nema nekog drugog pokrića za onaj manjak distributivnog poduzeća, koji je nastao preraspodjelom troškova distribucije u smislu čl. 50. Zakona. Osim ovoga propisana je još jedna novina u čl. 34. Zakona, prema kojoj općinski narodni odbor može na prijedlog distributivnog poduzeća povećati propisane cijene (za dio troškova distribucije) potrošačima u mjestima i naseljima u kojima snabdijevanje električnom energijom dovodi do znatnijeg povećanja troškova distribucije. Dakle, nužno povišenje propisanih cijena za električnu energiju ne mora biti linearno za sve grupe potrošača odnosnog distributivnog poduzeća, već samo za potrošače u mjestima, odnosno naseljima, koja imaju više troškove distribucije.

Izmjenom čl. 50. Zakona smanjena je ona razlika, za koju se mogu povisiti propisane cijene, a povećan je teret elektroprivrednih zajednica, koje trebaju svojom realizacijom podmiriti i dio dohotka distributivnih poduzeća. U suštini, tom su odlukom distributivna poduzeća izjednačena s udruženim elektroprivrednim poduzećima, jer sada kao i prije i distributivna poduzeća realiziraju u elektroprivrednoj zajednici svoj bruto produkt, odnosno svoje usluge po predviđenoj prodajnoj cijeni.

Preraspodjela troškova distribucije unutar elektroprivredne zajednice i posljedice izvršene preraspodjele, prikazuju se jednim primjerom, koji obrađuje dva distributivna poduzeća unutar jedne elektroprivredne zajednice. Tim primjerom će se prikazati i posljedice valorizacije gubitaka električne energije u distributivnoj mreži po individualnoj srednjoj cijeni realizacije: c_{wj}.

Primjer kompleksne planske kalkulacije cijene za električnu energiju distributivnim poduzećima u smislu čl 50. Zakona o izmjenama i dopunama zakona o elektroprivrednim organizacijama od prosinca 1958.

Tabela 1

	Distributivno poduzeće b		Zajednica elektroprivrednih poduzeća
A). Plan nabave i prodaje električne energije:			
1. Distributivno poduzeće kupuje na prijenosnoj mreži	W = kWh 20,000.000		W_z = kWh 40,000.000
2. Gubici u distributivnoj mreži p_i = 20% od W; p_i = 16% od W;	G_i = kWh 4,000.000		(p_z = 18%); G_z = kWh 7,200.000
3. Predaja potrošačima	W_l = kWh 16,000.000		W_{lz} = kWh 32,800.000
B). Troškovi poslovanja i dohodak distribucije:			
1. Troškovi poslovanja		Din 70,000.000	Din 124,000.000
2. Minimalni osobni dohoci		Din 20,000.000	Din 40,000.000
3. Normirani dohodak = 50% na iznos minimalnih osobnih dohodaka		Din 10,000.000	Din 20,000.000
4. Troškovi distribucije bez gubitaka električne energije u distributivnoj mreži		Din 100,000.000	Din 184,000.000
5. Jedinični troškovi distribucije	t_i =	Din 100,000.000 / kWh 20,000.000 = 5,0	t_z = Din 184,800.000 / kWh 40,000.000 = 4,6
C) Realizacija električne energije od potrošača po propisanim cijenama:			
1. Iznos realizacije		R_i = Din 143,200.000	R_z = Din 328,000.000
2. Prosječna cijena realizacije	c_{wl} =	Din 143,200.000 / kWh 16,000.000 = 8,95	c_{wlz} = Din 328,000.000 / kWh 32,800.000 = 10,0

D. Simboli

W = količina električne energije, koju pojedino distributivno poduzeće nabavlja od elektroprivredne zajednice na prijenosnoj mreži,

W_z = ukupna količina električne energije za distribuciju na prijenosnoj mreži na području elektroprivredne zajednice,

W_l = količina električne energije na mjestima predaje pojedinog distributivnog poduzeće,

W_{lz} = ukupna količina električne energije na mjestima predaje svih distributivnih poduzeća na području elektroprivredne zajednice,

G_i = količina gubitaka električne energije u distributivnoj mreži pojedinog distributivnog poduzeća,

G_z = ukupna količina gubitaka električne energije u distributivnoj mreži svih distributivnih poduzeća na području elektroprivredne zajednice,

G_p = količina prosječnih gubitaka u mreži pojedinog distributivnog poduzeća: $W \cdot p_z/100$,

G_n = količina normiranih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži pojedinog distrbiutivnog poduzeća: $0{,}1\ G_p + 0{,}9\ G_i$,

$\triangle G_i$ = razlika između količine individualnih i količine normiranih (10% + 90%) gubitaka električne energije u distributivnoj mreži: $G_i - G_n$,

P_i = postotak gubitaka električne energije u distributivnoj mreži pojedinog distributivnog poduzeća: $G_i \cdot 100/W$,

P_z = prosječni postotak gubitaka električne energije u distributivnoj mreži na području elektroprivredne zajednice: $G_z \cdot 100/W$,

P_n = normirani postotak gubitaka električne energije u distributivnoj mreži pojedinog distributivnog poduzeća: $0{,}1\ p_z + 0{,}9\ p_i$,

t_i = individualni troškovi distribucije za 1 kWh na mjestima prijenosa pojedinog distributivnog poduzeća,

t_z = prosječni troškovi distribucije za 1 kWh na mjestima prijenosa za distribuciju, svih distributivnih poduzeća na području elektroprivredne zajednice,

t_d = jedinični preraspodijeljeni troškovi distribucije na prijenosnoj mreži za pojedino poduzeće: $0{,}1\ t_z + 0{,}9\ t_i$,

R_i = iznos realizacije električne energije po propisanim cijenama za pojedino distributivno poduzeće,

c_{wl} = individualna srednja cijena realizacije za količine električne energije na mjestima predaje pojedinog distributivnog poduzeća,

c_{wlz} = srednja cijena realizacije za ukupne količine električne energije na mjestima predaje svih distributivnih poduzeća na području elektroprivredne zajednice,

y = razlika između individualne srednje cijene realizacije i srednje cijene realizacije elektroprivredne zajednice: $c_{wl} - c_{wlz}$.

c_{wd} = cijena električne energije za dobavu distributivnom poduzeću, odnosno razlika između srednje cijene realizacije c_{wl} i normiranih troškova distribucije (10% + 90%).

E. CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PRIJENOSNOJ MREŽI ZA DISTRIBUTIVNA PODUZEĆA KOD VALORIZACIJE GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE PO CIJENI c_{w1}

Distributivnom poduzeću pripada 10% prosječnih troškova distribucije svih distributivnih poduzeća na području elektroprivredne zajednice i 90% njegovih individualnih troškova distribucije. Troškovima distribucije treba smatrati i gubitke električne energije u distributivnoj mreži. Razlika između iznosa realizacije za predanu električnu energiju po propisanim cijenama i tako utvrđenih troškova distribucije, predstavlja vrijednost električne energije nabavljene na prijenosnoj mreži od elektroprivredne zajednice. Iz toga se može izvesti cijena električne energije na prijenosnoj mreži za distributivna poduzeća.

E 10. Kalkulacija cijene električne energije na prijenosnoj mreži za distributivno poduzeće »a«

U smislu čl. 50. Zakona o elektroprivrednim organizacijama ova se cijena može izračunati na temelju slijedeće formule:

$$c_{wd} = c_{w1} \cdot \left(1 - \frac{p_z}{1000} - \frac{9\,p_i}{1000}\right) - t_d \quad ^{*}$$

uz podatke iz tabele 1 imamo

$$t_d = 0{,}1\,t_z + 0{,}9\,t_i = 0{,}1 \cdot 4{,}6 + 0{,}9 \cdot 5{,}0 = 4{,}96 \quad \text{Din/kWh},$$

$$c_{wd} = 8{,}95 \cdot \left(1 - \frac{18}{1000} - \frac{9 \cdot 20}{1000}\right) - 4{,}96 = 7{,}1779 - 4{,}9600$$

$$c_{wd} = 2{,}2179 \text{ Din/kWh}$$

E 11. Analiza rezultata

1. Realizacija po propisanim cijenama	Din	143,200.000
2. Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži: 20 000 000 kWh × 2,2179 Din/kWh	Din	44,358.000
3. Ostaje distributivnom poduzeću »a«	Din	98,842.000

Struktura ostatka pod 3.

10% prosječnih troškova distribucije kWh 20,000.000 × Din/kWh 0,46	Din	9,200.000
90% individualnih troškova distribucije 0,9 × Din 100,000.000	Din	90,000.000
Ukupno:	Din	99,200.000

Razlika između prosječnih i individualnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži:

$$0{,}1\,p_z \cdot W \cdot c_{w1} - 0{,}1\,p_i \cdot W \cdot c_{w1}$$

0,018 · 20 000 000 · 8,95 = Din 3,222.000		
— 0,020 · 20 000 000 · 8,95 = Din 3,580.000	Din	358.000
Ostaje distributivnom poduzeću »a«	Din	98,842.000

E 12. Bilanca troškova i prihoda distributivnog poduzeća »a«

Individualni troškovi distribucije	Din	100,000.000
Realizacija od elektroprivredne zajednice s naslova 10% prosječnih i 90% individualnih troškova distribucije (uključivo gubici u mreži)	Din	98,842.000
Manjak prihoda distributivnog poduzeća »a«	Din	1,158.000

Ovaj manjak distributivnog poduzeća »a« može se prema čl. 34. Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama pokriti bilo sredstvima, koja svojom odlukom odredi općinski narodni odbor, bilo pak povišenjem propisanih cijena za električnu energiju u onim mjestima i naseljima u kojima snabdijevanje električnom energijom dovodi do znatnijeg povećanja troškova distribucije.

E 20. Kalkulacija cijene električne energije na prijenosnoj mreži za distributivno poduzeće »b«

Distributivno poduzeće »b« ima niže individualne primarne troškove distribucije i niži procenat gubitaka električne energije u svojoj mreži. Ono će uslijed toga realizirati od elektroprivredne zajednice i preko iznosa svojih individualnih troškova distribucije, a isto tako i jedan višak za razliku na gubicima u distributivnoj mreži. Kod kalkulacije cijene za distributivno poduzeće »b« dolazi do prelijevanja troškova distribucije za dio, koji se u smislu čl. 50. cit. Zakona preraspodjeljuje u okviru elektroprivredne zajednice.

Za poduzeće »b« prema podacima iz tabele 1 imamo:

$$t_d = 0{,}1 \cdot 4{,}6 + 0{,}9 \cdot 4{,}2 = 4{,}24 \text{ Din/kWh}$$

$$c_{wd} = 11 \cdot \left(1 - \frac{18}{1000} - \frac{9 \cdot 16}{1000}\right) -$$

$$- 4{,}24 = 4{,}9780 \text{ Din/kWh.}$$

E 21. Analiza rezultata

1. Realizacija po propisanim cijenama	Din	184,800.000
2. Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži 20 000 000 kWh × × 4,978 Din/kWh	Din	99,560.000
3. Ostaje distributivnom poduzeću »b«	Din	85,240.000

Struktura ostatka pod 3.

10% prosječnih troškova distribucije kWh 20,000.000 × Din/kWh 0,46	Din	9,200.000
90% individualnih troškova distribucije 0,9 × 84,000.000 Din	Din	75,600.000
Ukupno:	Din	84,800.000

Razlika između prosječnih i individualnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži:

$$0{,}1\,p_z \cdot W \cdot c_{w1} - 0{,}1\,p_i \cdot W \cdot c_{w1}$$

0,018 · 20 000 000 · 11 = Din 3,960.000		
0,016 · 20 000 000 · 11 = Din 3,520.000	+ Din	440.000
Ostaje distributivnom poduzeću »b«	Din	85,240.000

* Usporedi [3], izvod D 7, str. 84.

E 22. Bilanca troškova i prihoda distributivnog poduzeća »b«

Realizacija od elektroprivredne zajednice s naslova 10% prosječnih i 90% individualnih troškova distribucije (uključivo gubici u mreži)	Din	85,240.000
Individualni troškovi distribucije	Din	84,000.000
Višak prihoda distributivnog poduzeća »b«	Din	1,240.000

E 30. Bilanca preraspodjele troškova distribucije

1. Višak prihoda distributivnog poduzeća »b«	Din	1,240.000
2. Manjak prihoda distributivnog poduzeća »a«	Din	1,158.000
Razlika:	Din	82.000

Preraspodjela troškova distribucije u okviru elektroprivredne zajednice ne bi trebala završiti nikakvim saldom u planu. Do debalansa između viška i manjka nad prihodima distributivnih poduzeća došlo je radi toga, što su gubici električne energije u distributivnoj mreži valorizirani s različitim individualnim srednjim cijenama realizacije c_{w1}. Kod distributivnog poduzeća »a« gubici električne energije u mreži, obračunati su sa Din/kWh 8,95, a kod distributivnog poduzeća »b« sa Din/kWh 11,0. Vidi *E* 11 i *E* 21.

F. CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PRIJENOSNOJ MREŽI ZA DISTRIBUTIVNA PODUZEĆA KOD VALORIZACIJE GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE PO CIJENI $c_{w1\,z}$

Obračun gubitaka električne energije u distributivnoj mreži po srednjoj cijeni realizacije elektroprivredne zajednice $c_{w1\,z}$ je ispravniji iz dva razloga, i to:

a) Planska bilanca preraspodjele troškova distribucije unutar jedne elektroprivredne zajednice ne će imati salda pa se time u vezi ne će ni postavljati pitanje pokrića eventualnog financijskog rezultata kao u primjeru pod *E*.

b) Obračunavanje gubitaka električne energije u distributivnoj mreži po jednoj zajedničkoj cijeni za sva distributivna poduzeća je pravednije. Osim toga sva će poduzeća biti jednako stimulirana za uštedu ovih gubitaka. Obračun ušteda na gubicima električne energije u distributivnoj mreži je stvar ugovornih strana: elektroprivredne zajednice i distributivnog poduzeća; međutim preraspodjela troškova distribucije na području jedne elektroprivredne zajednice, nije stvar izbora ugovornih strana već zakonske odredbe. U Zakonu o elektroprivrednim organizacijama ne kaže se izričito ništa o valorizaciji gubitaka električne energije u distributivnoj mreži. Tamo se govori samo o individualnim i prosječnim troškovima distribucije. Budući da i gubici električne energije u distributivnoj mreži, predstavljaju troškove distribucije, to se i oni formiraju u proporcijama od 10% prosječnih i 90% individualnih gubitaka u mreži. Međutim za valorizaciju tako utvrđenih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži, može se pretpostaviti, da se ona vrši ili po cijeni, koja proistječe iz iznosa realizacije pojednog distributivnog poduzeća ili po prosječnoj cijeni realizacije odnosne elektroprivredne zajednice.

F 10. Kalkulacija cijene električne energije na prijenosnoj mreži za distributivno poduzeće »a«

Cijena električne energije na prijenosnoj mreži za distribuciju s obračunom gubitaka električne energije u distributivnoj mreži po prosječnoj cijeni realizacije elektroprivredne zajednice, može se izračunati na temelju slijedeće formule:

$$c_{wd} = c_{w1} \cdot \left(1 - \frac{p_z}{1000} - \frac{9\,p_i}{1000}\right) - t_d - \frac{y \cdot \Delta G_i}{W} \quad *$$

gdje je

$$y = c_{w1} - c_{w1\,z}$$

$$\Delta G_i = G_i - G_n$$

$$G_i = 4\,000\,000 \text{ kWh}, \quad G_n = 0{,}1\,G_p + 0{,}9\,G_i,$$

$$G_p = \frac{p_z}{100} \cdot W = 0{,}18 \cdot 20\,000\,000 = 3{,}600\,000 \text{ kWh}$$

$$G_n = 0{,}1 \cdot 3\,600\,000 + 0{,}9 \cdot 4\,000\,000 = 3\,960\,000 \text{ kWh}.$$

Uz naprijed navedene podatke imamo:

$$c_{wd} = 8{,}95 \cdot \left(1 - \frac{18}{1000} - \frac{9 \cdot 20}{1000}\right) - 4{,}96 - \frac{(8{,}95 - 10{,}00) \cdot (4\,000\,000 - 3\,960\,000)}{20\,000\,000} =$$

$$= 7{,}1779 - 4{,}9600 + 0{,}0021 = 2{,}2200 \text{ Din/kWh}$$

F 11. Analiza rezultata

1. Realizacija po propisanim cijenama	Din	143,200.000
2. Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži: 20,000.000 kWh × × 2,22 Din/kWh	Din	44,400.000
3. Ostaje distributivnom poduzeću »a«	Din	98,800.000

Struktura ostatka pod 3.

Priznati troškovi distribucije (usporedi E 11)	Din	99,200.000
Razlika između prosječnih i individualnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži:		

*Usporedi [3], izvod D10, str. 86 i 87.

$0{,}1\, p_z \cdot W \cdot c_{w1\,z} - 0{,}1\, p_i \cdot W \cdot c_{w1\,z}$

0,018 · 20 000 000 · 10 = Din 3,600.000		
— 0,020 · 20 000 000 · 10 = Din 4,000.000	Din	— 400.000
Ostaje distributivnom poduzeću »a«	Din	98,800.000

Razlika između obračuna prema E 11 i F 11 iznosi Din 42.000. Taj iznos odgovara razlici u cijeni gubitaka električne energije c_{w1} Din/kWh 8,95 i $c_{z\,z}$ Din/kWh 10,0 odnosno Din/kWh 1,05, pa za kWh 40.000 t. j. za razliku između individualnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži i onih koji se dobiju primjenom 10% prosječnih i 90% individualnih daje iznos od Din 42.000.

F 12. Bilanca troškova i prihoda distributivnog poduzeća »a«

Individualni troškovi distribucije	Din	100,000.000
Realizacija od elektroprivredne zajednice s naslova 10% prosječnih i 90% individualnih troškova distribucije (uključivo gubici u mreži)	Din	98,800.000
Manjak prihoda distributivnog poduzeća »a«	Din	1,200.000

U odnosu na obračun prema E 12 manjak prihoda distributivnog poduzeća »a« se povećao za Din 42.000 jer su gubici električne energije u distributivnoj mreži obračunati po višoj $c_{w1\,z}$.

F 20. Kalkulacija cijene električne energije na prijenosnoj mreži za distributivno poduzeće »b«

Za izračunavanje ove cijene na osnovu obračuna gubitaka električne energije u distributivnoj mreži po $c_{w1\,z}$ upotrebit će se formula iz F 10.

$$c_{wd} = c_{wi} \cdot \left(1 - \frac{p_z}{1000} - \frac{9\,p_i}{1000}\right) - t_d - \frac{y \cdot \Delta G_i}{W}$$

$$G_i = 3\,200\,000 \text{ kWh}$$

$$G_p = \frac{p_z}{100} \cdot W = 0{,}18 \cdot 20\,000\,000 = 3\,600\,000 \text{ kWh}$$

$$G_n = 0{,}1 \cdot 3\,200\,000 + 0{,}9 \cdot 3\,600\,000 = 3\,240\,000 \text{ kWh}$$

Tražena cijena električne energije na prijenosnoj mreži za distributivno poduzeće »b« iznosi:

$$c_{wd} = 11 \cdot \left(1 - \frac{18}{1000} - \frac{9 \cdot 16}{1000}\right) - 4{,}24 - \frac{(11{,}00 - 10{,}00) \cdot (3\,200\,000 - 3\,240\,000)}{20\,000\,000} =$$

$$= 9{,}2180 - 4{,}2400 + 0{,}0020 = 4{,}9800 \text{ Din/kWh.}$$

F 21. Analiza rezultata

1. Realizacija po propisanim cijenama	Din	184,800.000
2. Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži: 20 000 000 kWh × 4,98 Din/kWh	Din	99,600.000
3. Ostaje distributivnom poduzeću »b«	Din	85,200.000

Struktura ostatka pod 3.

Priznati troškovi distribucije (usporedi E 21)	Din	84,800.000
Razlika između viših prosječnih i nižih individualnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži:		
$0{,}1\, p_z \cdot W \cdot c_{w1\,z} - 0{,}1\, p_i \cdot W \cdot c_{w1\,z}$		
0,018 · 20 000 000 · 10 = Din 3,600.000		
— 0,016 · 20 000 000 · 10 = Din 3,200.000 +	Din	400.000
Ostaje distributivnom poduzeću »b«	Din	85,200.000

Razlika između kalkulacije za c_{wd} prema E 21 i F 21. iznosi Din 40.000. Ovaj iznos odgovara razlici u cijeni gubitaka električne energije u distribuciji između c_{w1} Din/kWh 11,0 i $c_{w1\,z}$ Din/kWh 10,0 odnosno Din/kWh 1,0 za kWh 40.000 t. j. za razliku između individualnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži poduzeća »b« i onih, koji se dobiju primjenom 90% individualnih i 10% prosječnih gubitaka.

F 22. Bilanca troškova i prihoda distributivnog poduzeća »b«

Realizacija od elektroprivredne zajednice s naslova 10% prosječnih i 90% individualnih troškova distribucije (uključivo gubici u mreži)	Din	85,200.000
Individualni troškovi distribucije	Din	84,000.000
Višak prihoda distributivnog poduzeća »b«	Din	1,200.000

U usporedbi s izvedenim obračunom pod E 22, višak distributivnog poduzeća »b« se umanjio za Din 40.000 jer su gubici električne energije u distributivnoj mreži obračunati po cijeni $c_{w1\,z}$ koja je niža od c_{w1} ovog distributivnog poduzeća.

F 30. Bilanca preraspodjele troškova distribucije

Višak prihoda distributivnog poduzeća »b«	Din	1,200.000
Manjak prihoda distributivnog poduzeća »a«	Din	1,200.000
Razlika	Din	—

F 40. Kompleksna planska kalkulacija preraspodjele troškova distribucije izvedena aritmetskim postupkom

Do F 30 prikazana je planska kalkulacija preraspodjele troškova distribucije algebarskom metodom. Primjenom izvedene formule, pojedino distributivno poduzeće će u praksi vrlo jednostavno doći do onog dijela iznosa realizacije, koji u smislu čl. 50. Zakona o elektroprivrednim organizacijama pripada Zajednici elektroprivrednih poduzeća, jer su veličine

$$t_d = 0{,}1\, t_z + 0{,}9\, t_i,$$

koja predstavlja jediničnu vrijednost kombiniranih troškova distribucije, i

$$1 - \frac{p_z}{1000} - \frac{9\,p_i}{1000}, \text{ odnosno } 1 - \frac{p_n}{100},$$

kojom se na račun ugovorenih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži smanjuje ostvarena srednja cijena realizacije c_{w1} konstantne tokom cijele poslovne godine. Mijenjaju se samo veličine:

$$c_{w1}, \cdot W \text{ i } G_i, \text{ odnosno } \Delta G_i,$$

koje treba za odnosni obračunski period uvrstiti u odgovarajućem iznosu u formulu. Pretpostavlja se, da će $c_{w1\,z}$ biti dogovoreno uzeta kao planska veličina za cijelu godinu.

Do istih se rezultata dolazi i aritmetskim postupkom. Numerički obračun preraspodjele troškova distribucije prikazan je na tabeli 2. Tu je vidljiva preraspodjela t. zv. »primarnih troškova« distribucije odvojena od preraspodjele t. zv. »troškova internog učina« za vlastiti potrošak električne energije u distributivnoj mreži, odnosno za gubitke električne energije.

F 50. Kompleksna planska kalkulacija preraspodjele bruto troškova distribucije s obračunom bruto iznosa realizacije

Sve prikazane kalkulacije do uključivo F 40 vršene su bez uvrštavanja vrijednosti ukupnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži, kako na strani troškova distribucije, tako i na strani realizacije električne energije. Jedino se je kod dosadašnjih kalkulacija, razlika između 10% prosječnih i 10% individualnih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži odbijala od iznosa kombiniranih troškova distribucije ili dodavala tim troškovima pojedinog distributivnog poduzeća, što je zavisilo od odnosa p_i i p_z. Iznos realizacije je predstavljao prihod po propisanim cijenama za električnu energiju, bez t. zv. »interne realizacije« za gubitke električne energije u distributivnoj mreži.

Međutim, izvesti se može i kalkulacija sa t. zv. bruto iznosom troškova distribucije i sa bruto iznosom realizacije električne energije. Kod ovakvog principa kalkulacije dolazi do operacija s »troškovima internog učina« (praksa ih naziva još i »povratnim troškovima«). Protustavka za ove troškove je iznos »interne realizacije«. Taj princip kalkulacije nije najpogodniji, naročito ne za praksu, jer konzumenti elemenata kalkulacije često zaboravljaju odbijati troškove, koji su ovdje — per analogiam — nazvani »troškovima internog učina«, pa uslijed toga dolazi do raznih komplikacija.

Princip bruto kalkulacije prikazuje se na tabeli 3 radi boljeg pregleda nad preraspodjelom troškova distribucije. Gubici električne energije u distributivnoj mreži obračunati su i jednom i drugom distributivnom poduzeću po srednjoj cijeni realizacije elektroprivredne zajednice $c_{w1\,z}$ od Din/kWh 10,0. »Primarnim troškovima« nazvani su ovdje troškovi distribucije bez obračunatih gubitaka električne energije u distributivnoj mreži. Bruto troškovima distribucije nazvana je ovdje suma primarnih troškova i vrijednosti za gubitke električne energije u distributivnoj mreži. Isto tako, pod bruto realizacijom treba ovdje shvatiti sumu realizacije električne energije po propisanim cijenama i vrijednost gubitaka električne energije u distributivnoj mreži, kao t. zv. »internu realizaciju«.

Primjer kompleksne kalkulacije za preraspodjelu troškova distribucije izveden numeričkim obračunom

Tabela 2

Distributivno poduzeće »a«			Distributivno poduzeće »b«			Zajednica elektroprivrednih poduzeća
1) Preraspodjela troškova distribucije						
10% prosječnih troškova distribucije kWh 20,000.000 × Din/kWh 0,46	Din	9,200.000	10% prosječnih troškova distribucije kWh 20,000.000 × Din/kWh 0,46	Din 9,200.000	Din 18,400.000	
90% individualnih troškova distribucije 0,9 × Din 100,000.000	Din	90,000.000	90% individualnih troškova distribucije 0,9 × Din 84,000.000	Din 75,600.000	Din 165,600.000	
Kombinirani troškovi distribucije	Din	99,200.000	*Kombinirani troškovi distribucije*	Din 84,800.000	Din 184,000.000	
Obračun razlike na gubicima u mreži:			Obračun razlike na gubicima u mreži:			
0,1.0,18.20,000.000.10 =	Din	3,600.000	0,1.0,18.20,000.000.10 = 3,600.000			
0,9.0,20.20,000.000.10 =	Din	36,000.000	0,9.0,16.20,000.000.10 = 28,800.000			
Kombinirani gubici mreže	Din	39,600.000	Kombinirani gubici mreže 32,400.000			
Individualni gubici mreže kWh 4,000.000 mreže × Din 10.–	Din	40,000.000 – 400.000	Individualni gubici mreže kWh 3,200.000 × Din / kWh 10.– 32,000.000	Din + 400.000	Din ø	
Ostaje	Din	98,800.000	Ukupno	Din 85,200.000	Din 184,000.000	
Individualni troškovi distribucije	Din	100,000.000	Individualni troškovi distribucije	Din 84,000.000	Din 184,000.000	
Manjak prihoda –	Din	1,200.000	Višak prihoda +	Din 1,200.000	Din ø	
2) Obračun sa zajednicom elektroprivrednih poduzeća						
Kombinirani troškovi distribucije	Din	98,800.000	Kombinirani troškovi distribucije	Din 85,200.000	Din 184,000.000	
Realizacija električne energije po propisanim cijenama	Din	143,200.000	Realizacija električne energije po propisanim cijenama	Din 184,800.000	Din 328,000.000	
Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži za distribuciju, koju treba platiti Zajednici elektroprivrednih poduzeća	Din	44,400.000	Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži za distribuciju, koju treba platiti Zajednici elektroprivrednih poduzeća	Din 99,600.000	Din 144,000.000	

G. POKRIĆE MANJKA I BONIFIKACIJA VIŠKA

Prema prvobitnom tekstu Čl. 50. Zakona o elektroprivrednim organizacijama u troškove distribucije, odmjerene sa 10% prosječnih i 90% individualnih troškova, ulazio je i minimalni osobni dohodak uvećan samo za 25% a to znači, da su u troškove distribucije ulazile i plaće radnika i službenika u visini tarifnog stava. Ostali dio dohotka distributivnih poduzeća, koji odgovara prijašnjem planiranom dobitku, trebalo je osigurati povišenjem propisanih cijena za električnu energiju. Na visinu ovog povišenja cijena utjecao je i rezultat preraspodjele troškova distribucije.

Struktura vrijednosti bruto produkta za distributivna poduzeća »a« i »b«, zadana je pod B) u tabeli 1. Ta struktura je sastavljena u duhu izmjena čl. 50. Zakona o elektroprivrednim organizacijama, međutim prema prvobitnom tekstu ovog člana Zakona struktura bi izgledala kao u tabeli 4 (u Din).

Kod F 30 prikazani su rezultati preraspodjele troškova distribucije za masu od 184 milijuna dinara. Iste ćemo rezultate dobiti i kod mase od 174 milijuna dinara, jer je odnos troškova za poduzeće »a« i »b« ostao isti.

Izvedena preraspodjela troškova distribucije, odrazila bi se na potrošače kao u tabeli 5 (u Din).

Tabela 4	Distributivno poduzeće »a«	Distributivno poduzeće »b«	Zajednica elektropr. poduzeća
1. Troškovi poslovanja	70,000.000	54,000.000	124,000.000
2. Minimalni osobni dohoci uvećani za 25%	25,000.000	25,000.000	50,000.000
I. TROŠKOVI DISTRIBUCIJE	95,000.000	79,000.000	174,000.000
3. Dio dohotka za koji bi se povisile propisane cijene za električnu energiju	5,000.000	5,000.000	10,000.000
II. BRUTO PRODUKT DISTRIBUCIJE	100,000.000	84,000.000	184,000.000

Tabela 5	Distributivno poduzeće »a«	Distributivno poduzeće »b«	Zajednica elektropr. poduzeća
1. Dio dohotka	5,000.000	5,000.000	10,000.000
2. Rezultati preraspodjele troškova distribucije	— 1,200.000	+ 1,200.000	ø
3. Na teret potrošača električne energije	6,200.000	3,800.000	10,000.000
Po kilovatsatu	Din/kWh 0,31	Din/kWh 0,19	Din/kWh 0,25
Razlika prema prosjeku	+ Din/kWh 0,06	— Din/kWh 0,06	ø

Prema prvobitnom tekstu čl. 50. Zakona o elektroprivrednim organizacijama, svrha preraspodjele troškova distribucije bila je, da potrošači područja s rela-

Tabela 3

Distributivno poduzeće »a«

F 51). Primjer za plansku kalkulaciju bruto troškova distribucije

	Dinara
1. Primarni troškovi distribucije	100,000.000
2. Individualni gubici električne energije u distribut. mreži kWh 4,000.000 × Din/kWh 10,0	40,000.000
3. Bruto troškovi distribucije	140,000.000
4. Jedinični bruto troškovi distribucije t_i kWh	140,000.000 / 20,000.000
t_i = Din/kWh 7,0	

F 52). Raspodjela bruto troškova distribucije

10% prosječnih bruto troškova distribucije 0,1 . 6,4 . 20,000.000	12,800.000
90% individualnih bruto troškova distribucije 0,9 . Din 140,000.000	126,000.000
Kombinirani bruto troškovi	138,800.000
Individualni bruto troškovi	140,000.000
Rezultat preraspodjele	— 1,200.000

F 53). Obračun sa zajednicom elektroprivrednih poduzeća

Realizacija po propisanim cijenama	143,200.000
Gubici električne energije u distributivnoj mreži kWh 4,000.000 × Din/kWh 10,0	40,000.000
Bruto realizacija	183,200.000
Kombinirani troškovi distribucije	138,800.000
Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži za distribuciju, koju treba platiti Zajednici elektroprivrednih poduzeća	44,400.000

Distributivno poduzeće »b«

	Dinara
1. Primarni troškovi distribucije	84,000.0000
2. Individualni gubici električne energije u distribut. mreži kWh 3,200.000 × Din/kWh 10,0	32,000.000
3. Bruto troškovi distribucije	116,000.000
4. Jedinični bruto troškovi distribucije t_i kWh	116,000.000 / 20,000.000
t_i = Din/kWh 5,8	

10% prosječnih bruto troškova distribucije 0,1 . 6,4 . 20,000.000	12,800.000
90% individualnih bruto troškova distribucije 0,9 . Din 116,000.000	104,400.000
Kombinirani bruto troškovi	117,200.000
Individualni bruto troškovi	116,000.000
Rezultat preraspodjele	+ 1,200.000

Realizacija po propisanim cijenama	184,800.000
Gubici električne energije u distributivnoj mreži kWh 3,200.000 × Din/kWh 10,0	32,000.000
Bruto realizacija	216,800.000
Kombinirani troškovi distribucije	117,200.000
Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži za distribuciju, koju treba platiti Zajednici elektroprivrednih poduzeća	99,600.000

Zajednica elektroprivrednih poduzeća

	Dinara
1. Primarni troškovi distribucije	184,000.000
2. Ukupni gubici električne energije u distributivnoj mreži kWh 7,200.000 × Din/kWh 10,0	72,000.000
3. Bruto troškovi distribucije	256,000.000
4. Jedinični bruto troškovi distribucije t_z kWh	256,000.000 / 40,000.000
t_z = Din/kWh 6,4	

10% prosječnih bruto troškova distribucije 0,1 . 6,4 . 40,000.000	25,600.000
90% individualnih bruto troškova distribucije 0,9 . Din 256,000.000	230,400.000
Kombinirani bruto troškovi	256,000.000
Individualni bruto troškovi	256,000.000
Rezultat raspodjele	ø

Realizacija po propisanim cijenama	328,000.000
Gubici električne energije u distributivnoj mreži kWh 7,200.000 × Din/kWh 10,0	72,000.000
Bruto realizacija	400,000.000
Kombinirani troškovi distribucije	256,000.000
Vrijednost električne energije na prijenosnoj mreži za distribuciju, koju treba platiti Zajednici elektroprivrednih poduzeća	114,000.000

tivno višim jediničnim troškovima distribucije, plate dio tih viših troškova a da potrošači na području s relativno nižim jediničnim troškovima distribucije, budu za taj dio nižih troškova bonificirani prigodom povišenja propisanih cijena električne energije za namirenje onog dijela dohotka, koji ne plaća elektroprivredna zajednica. Dakle preraspodjela troškova distribucije se odnosila isključivo na potrošače električne energije.

Ova svrha preraspodjele troškova distribucije ne negira se ni u izmijenjenom tekstu čl. 50. Zakona, međutim posljedice preraspodjele troškova distribucije kod novonastalih okolnosti u vezi izmjene čl. 50. Zakona, nisu iste.

Pod F 12 i F 22 prikazane su bilance troškova i prihoda distributivnih poduzeća »a« i »b«. Pod prihodima se podrazumijevaju oni, koje prema izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama, distributivno poduzeće realizira od elektroprivredne zajednice. Ako se usporede ovi prihodi s individualnim troškovima distribucije, dobit će se rezultati izvršene preraspodjele troškova distribucije kao u slijedećoj tabeli (u Din).

	Distributivno poduzeće »a«	»b«	*Zajednica elektropr. poduzeća*
1. Individualni troškovi distribucije	100,000.000	84,000.000	184,000.000
2. Realizacija od elektroprivredne zajednice	98,800.000	85,200.000	184,000.000
3. Realizirano je manje	1,200.000		ø
više		1,200.000	

U slučaju, da općinski narodni odbor ne odredi sredstva za pokriće gornjeg manjka, distributivno poduzeće »a« će u smislu čl. 34. Zakona o elektroprivrednim organizacijama povisiti za iznos ovog manjka propisane cijene za električnu energiju u onim mjestima i naseljima u kojima snabdijevanje električnom energijom dovodi do znatnijeg povećanja troškova distribucije. Dakle, prema izmijenjenom tekstu čl. 50. Zakona, na teret potrošača bi pao samo iznos od Dinara 1,200.000 a ne iznos od Din 6,200.000, kao prema prvobitnom tekstu čl. 50. Zakona, jer po novome, onaj dio dohotka, koji je odgovarao nekadašnjem planiranom dobitku plaća sada elektroprivredna zajednica.

Distributivno poduzeće »b«, ostvaruje višak iznad punog iznosa svojih individualnih troškova distribucije u iznosu od Din 1,200.000, kao rezultat izvršene preraspodjele troškova distribucije. Prema prijašnjem tekstu čl. 50. Zakona, distributivno poduzeće »b« bi ovaj iznos bonificiralo potrošačima smanjenjem onog dijela dohotka, koji nije plaćala elektroprivredna zajednica tj. smanjujući iznos od Din 5,000.000 na iznos od Dinara 3,800.000. Budući da prema Zakonu o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama, normirani dohodak distributivnih poduzeća plaća elektroprivredna zajednica i budući da u Zakonu nije izričito spomenuto što se ima učiniti s viškovima, koji nastaju kao rezultati preraspodjele troškova distribucije, to se nameću ova moguća rješenja:

1. Da ovi viškovi uđu u sredstva onih distributivnih poduzeća, kod kojih se i pojavljuju kao posebni oblik dobitka, odnosno kao extra dobitak.
2. Da se za ove viškove snize propisane cijene električne energije na području onih distributivnih poduzeća, kod kojih se viškovi pojavljuju.
3. Da se ovi viškovi uplaćuju u zajednički fond za rekonstrukciju distributivnih mreža onih poduzeća, koja su ih ostvarila povišenjem propisanih cijena.

Moguće rješenje pod 1. svelo bi se u konačnici na to, da bi potrošači električne energije iz Bjelovara, Križa, Karlovca, Zaboka, Koprivnice, Rijeke, Skrada, Crikvenice, Buja, Gospića, Zadra, Šibenika, Knina, Osijeka, Vinkovaca, Vukovara, Županje, Đakova, Slavonskog Broda, Našica i Slavonske Požege plaćali neki doprinos radi viših troškova distribucije na svojem području radnim kolektivima distributivnih poduzeća Zagreba, Varaždina, Siska, Pule, Splita i Dubrovnika. Ovakovo rješenje nema baš neku ekonomsku podlogu, a ne će biti ni u duhu Zakona o elektroprivrednim organizacijama. Ono se nameće jedino kao posljedica računske automatike.

Rješenje pod 2. ima svoj teoretski smisao ako preraspodjelu troškova distribucije gledamo kao ekonomski instrument za reguliranje nivoa cijena električne energije, kako je to i bilo zamišljeno prvobitnim tekstom članova 50. i 34. Zakona, odnosno kada je u obzir dolazilo samo povišenje cijena električne energije za dio dohotka a ne i sniženje cijena. Cijene za električnu energiju su i tako sve drugo samo ne mjera vrijednosti za učinak elektroprivrede pojedinoj grupi potrošača. One su i u prosjeku obezvrijeđene, odnosno nerealne pa nema opravdanja ovu situaciju još više pogoršavati snižavanjem cijena za rezultat preraspodjele troškova distribucije.

Rješenje pod 3. značilo bi neku akumulaciju sredstava za rješavanje problema naših distributivnih mreža. Tih sredstava i tako nema dovoljno a konzum električne energije se sve više razvija i postavlja nove zahtjeve za rekonstrukciju mreža. Ovim bi sredstvima mogla upravljati ona distributivna poduzeća, koja su zbog svojih viših troškova distribucije bila primorana povisiti propisane cijene električne energije.

Visina jediničnih troškova distribucije zavisna je uglavnom od intenziteta potroška električne energije. Međutim, kod jednakog intenziteta potroška, najveće jedinične troškove distribucije će imati distributivna poduzeća sa složenom suvremenom električnom mrežom s intenzivnom transformacijom i s velikim udjelom kabelske mreže, a to su veliki gradovi i industrijski centri. Kod jednakog intenziteta potroška električne energije, najniže jedinične troškove distribucije će imati distributivna poduzeća s jednostavnom, jeftinom električnom mrežom. Seoska i provincijska distribucija imaju uglavnom jeftini sastav električne mreže pa i najniže režijske troškove. Viši jedinični troškovi distribucije u ovim mjestima su posljedica malog potroška električne energije isto tako, kao što su niži jedinični troškovi distribucije u većim gradovima i industrijskim centrima, posljedica većeg potroška električne energije. To se može prikazati usporedbom dvaju distributivnih poduzeća s različitom strukturom električne mreže, sa različitim troškovima distribucije i s različitim intenzitetom potroška električne energije. To mogu biti: *Elektra* — Zagreb i *Elektra* — Bjelovar. Karakteristike ovih distributivnih poduzeća prema planu za god. 1957. navedene su u slijedećoj tabeli.

* Prema podacima iz [3], tabela 1, 2 i 3, str. 90, 91 i 92.

	Elektra – Zagreb		*Elektra* – Bjelovar	
1. Duljina distributivne mreže	km	2.257	km	738
2. Vrijednost osnovnih sredstava	Din	6.385,700.000	Din	625,600.000
3. Količina električne energije na prijenosnoj mreži	kWh	261,000.000	kWh	9,000.000
4. Količina električne energije na mjestima predaje	kWh	219,000.000	kWh	6,930.000
5. Troškovi distribucije bez gubitaka električne energije u mreži	Din	935,300.000	Din	77,700.000
6. Jedinični troškovi distribucije za količine električne energije na prijenosnoj mreži	Din/kWh	3,59	Din/kWh	8,64
7. Jedinični troškovi distribucije za količine električne energije na mjestima predaje	Din/kWh	4,27	Din/kWh	11,21
8. % neto troškova distribucije od vrijednosti osnovnih sredstava		14,7%		12,4%
9. % bruto troškova distribucije (s gubicima u mreži) od osnovnih sredstava		17,5%		16,3%
10. Broj potrošača električne energije		122.000		11.000

Iz gornjih karakterističnih veličina je vidljivo da *Elektra* — Zagreb ima u odnosu na *Elektru* — Bjelovar:

3 puta dulju distributivnu mrežu
10,2 puta veću vrijednost osnovnih sredstava
12,0 puta veće neto troškove distribucije
11,0 puta veće bruto troškove distribucije
29,0 puta veću količinu električne energije na prijenosnoj mreži
31,6 puta veću količinu električne energije na mjestima predaje
11,1 puta veći broj potrošača električne energije

Elektra — Zagreb ima složeniju pa zato i skuplju električnu mrežu od *Elektre* — Bjelovar. Snabdijevanje većih gradova i industrijskih centara električnom energijom uvjetuje i složeniju električnu mrežu, a ova omogućuje intenzivniji potrošak električne energije. Troškovi distribucije uglavnom su fiksni pa porastom količina električne energije, oni opadaju svojim udjelom u jedinici kWh. *Elektra* — Zagreb ima međutim nepovoljniji odnos između troškova distribucije (u neto i bruto iznosima) i vrijednosti osnovnih sredstava, no kod realizacije ovi veći troškovi uopće ne dolaze do izražaja radi nerazmjerno veće količine električne energije kako na prijenosnoj mreži tako i na mjestima predaje.

Visina neto troškova distribucije, uglavnom je zavisna od vrijednosti osnovnih sredstava. Oko 65% neto troškova distribucije, direktno je vezano za veličinu vrijednosti osnovnih sredstava*. To su amortizacija, kamati na osnovna sredstva, premije osiguranja, zemljarina i sl. Ostatak od 35% otpada na plaće s pripadnim doprinosima te na materijal i usluge pogonske i upravno-prodajne režije. Ako se isključe troškovi prodajne režije, onda na plaće s doprinosima otpada oko 13,2%, a na materijal i usluge drugih osoba 14,4%. Ovi troškovi zavise indirektno od opsega i vrijednosti osnovnih sredstava. Veća i složenija distributivna mreža, traži veći broj pogonske posade boljeg kvalificiranog sastava, dakle veće troškove radne snage, zatim veće materijalne troškove oko uzdržavanja i njege postrojenja a i nešto veće troškove organizacije. Jedino visina troškova prodajne režije zavisi od prodajne organizacije distributivnog poduzeća i od potrošača, koje ono snabdijeva električnom energijom, pri čemu promjenljivi dio troškova prodajne režije zavisi prvenstveno od broja potrošača. Troškovi prodajne režije čine oko 5,9% od troškova distribucije (plaće s doprinosima 3,8% a materijalni troškovi 2,1%) a kamati na obrtna sredstva i doprinosi udruženjima 1,5%.

Pretpostavimo da *Elektra* — Zagreb i *Elektra* — Bjelovar imaju isti intenzitet potroška električne energije i utvrdimo ga omjerom vrijednosti osnovnih sredstava od 1 : 10,2. Kod te pretpostavke, imali bismo ove veličine:

	Elektra Zagreb		*Elektra* Bjelovar
1. Količina električne energije na prijenosnoj mreži	kWh 91,800.000		kWh 9,000.000
omjer	10,2	:	1
2. Količina električne energije na mjestima predaje	kWh 77,020.000		kWh 6,930.000
omjer	11,1	:	1
3. Odgovarajući jedinični troškovi distribucije za količine električne energije na prijenosnoj mreži	Din/kWh 10,19		Din/kWh 8,64
4. Odgovarajući jedinični troškovi distribucije za količine električne energije na mjestima predaje	Din/kWh 12,14		Din/kWh 11,21

Dakle, kod istog intenziteta potroška električne energije *Elektra* — Zagreb bi imala više jedinične troškove distribucije od *Elektre* — Bjelovar. Za usporedbu se daje pregled jediničnih neto i bruto troškova distribucije s indeksima.

	Intenzitet potroška električne energije		
	Elektra Zagreb		*Elektra* Bjelovar
	Stvarni Din/kWh	Proporcionalni Din/kWh	Stvarni Din/kWh
1. Jedinični troškovi distribucije za količine električne energije na prijenosnoj mreži	3,59	10,19	8,64
Indeksi	100	284	240
2. Jedinični troškovi distribucije za količine električne energije na mjestima predaje	4,27	12,14	11,21
Indeksi	100	284	263

Elektra — Zagreb ima mnogo niže gubitke električne energije u distributivnoj mreži od *Elektre* — Bjelovar (što pokazuju indeksi jediničnih troškova distribucije). No i pored povoljne okolnosti *Elektra* — Zagreb bi kod jednakog intenziteta potroška električne energije s *Elektrom* — Bjelovar imala više jedinične troškove distribucije.

* Usporedi [4].

Budući da neto troškovi distribucije uglavnom zavise od osnovnih sredstava, to se oni mogu uspoređivati kao procenat od vrijednosti osnovnih sredstava. Odnosi između jediničnih neto i bruto troškova distribucije te postotaka neto i bruto troškova distribucije od vrijednosti osnovnih sredstava za distributivna poduzeća na području NR Hrvatske, izgledaju kao što je prikazano u posljednjoj tabeli.

Poduzeće	t_i		t_{ig}		Odnos neto (bruto) troškova distribucije i vrijednosti osnovnih sredstava			
					neto		bruto	
	Din/kWh	Indeks	Din/kWh	Indeks	%	Indeks	%	Indeks
1. Zagreb	3,59	85	4,27	84	14,7	107	17,5	105
2. Bjelovar	8,64	204	11,21	222	12,4	90	16,3	98
3. Varaždin	3,98	94	4,62	91	12,4	90	14,4	86
4. Križ	8,32	197	11,10	219	12,1	88	16,1	96
5. Karlovac	5,88	139	7,95	157	12,3	89	16,7	100
6. Sisak	3,82	91	4,65	92	11,5	83	14,0	84
7. Zabok	5,10	121	6,38	126	16,1	117	20,0	120
8. Koprivnica	9,72	230	12,45	246	12,7	92	16,3	98
9. Rijeka	4,35	103	5,26	104	15,0	109	18,1	108
10. Skrad	10,11	240	13,57	268	12,9	93	17,4	104
11. Crikvenica	7,79	185	10,09	199	14,5	105	18,8	113
12. Pula	2,68	64	3,09	61	10,9	79	12,5	75
13. Buje	8,48	201	10,00	198	12,8	93	15,2	91
14. Gospić	17,85	424	20,81	412	7,4	54	8,6	52
15. Zadar	5,59	133	7,00	138	14,9	108	18,6	111
16. Šibenik	4,63	110	5,32	105	17,3	125	19,8	119
17. Split	2,75	65	3,24	64	15,2	110	17,9	107
18. Knin	5,33	126	6,31	125	12,8	93	15,2	91
19. Dubrovnik	4,17	99	5,11	101	28,2	204	34,5	206
20. Osijek	7,12	169	8,43	167	13,7	99	16,2	97
21. Vinkovci	8,09	142	9,51	188	16,5	120	19,4	116
22. Vukovar	11,20	266	14,55	288	18,6	135	24,2	145
23. Županja	9,24	219	10,63	210	21,5	156	24,8	148
24. Đakovo	10,78	255	13,15	260	15,7	114	19,2	115
25. Sl. Brod	5,65	134	7,53	149	20,6	149	27,4	164
26. Našice	5,78	137	6,42	127	15,6	113	17,4	104
27. Sl. Požega	11,40	270	14,26	282	20,00	145	24,9	149
NR Hrvatska	4,22	100	5,06	100	13,8	100	16,7	100

t_{ig} = Jedinični individualni troškovi distribucije za količine električne energije na mjestima predaje.

Ako se dakle visina neto i bruto troškova distribucije izražava kroz količinu električne energije na prijenosnoj mreži, odnosno na mjestima predaje, pa se na temelju tako dobivenih jediničnih troškova distribucije uspoređuju pojedina distributivna poduzeća s područja NR Hrvatske, onda se sa svojim ispodprosječnim troškovima ističu distributivna poduzeća Zagreba, Varaždina, Siska, Pule, Splita pa i Dubrovnika, koji zbog većih gubitaka električne energije u mreži ima samo više jedinične troškove distribucije za količine na mjestima predaje. Ostala distributivna poduzeća imaju više jedinične troškove. Međutim ako se veličina neto i bruto troškova distribucije izražava u procentnoj vrijednosti osnovnih sredstava — o kojima uglavnom i zavisi veličina troškova distribucije — onda će distributivna poduzeća sa složenom i skupom električnom mrežom imati viši procenat troškova distribucije, a seoska i provincijska distributivna poduzeća znatno niži. Na ovaj omjer između neto i bruto troškova distribucije utječe naravno i valorizacija osnovnih sredstava. Ako vrijednost osnovnih sredstava nije izražena jednakim cijenama specifičnih investicija, onda su i ti omjeri iskrivljeni.

Veličinu troškova distribucije treba dakle odmjeravati veličinom osnovnih sredstava budući da ova u stvari i predstavljaju »glavni faktor proizvodnje« u distribuciji električne energije. Kako se međutim troškovi nadoknađuju a pripadni dohodak ostvaruje tek prodajom (realizacijom) proizvodnje, to su zbog fiksnog karaktera troškova i dohotka, cijene distribucije više na područjima s manjim potroškom električne energije. Instrumenat preraspodjele troškova distribucije (ukoliko on uopće ima snagu ekonomske prinude kroz omjer od 10% prosječnih i 90% individualnih troškova distribucije) prisiljava u stvari distributivna poduzeća da povećaju konzum električne energije, kako bi smanjila svoje jedinične troškove distribucije i anulirala manjak prihoda. Takav instrumenat ima svojeg opravdanja kod obilja električne energije, međutim kod nas u ovom času obilja električne energije nema.

Literatura

[1] Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama od 28. prosinca 1958 godine.

[2] Društveni plan elektroprivrede Hrvatske za 1957. godinu.

[3] Daniel Feöcze, Novi ekonomski odnosi u elektroprivredi, *Energija*, 1958, br. 3–4.

[4] Daniel Feöcze, Mogućnosti elektroprivrede u sistemu obračuna dohotka, *Energija*, 1957, br. 9–10.

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

Određivanje obujma međurepubličke razmjene električne energije

Aleksej Šermazanov, Ljubljana

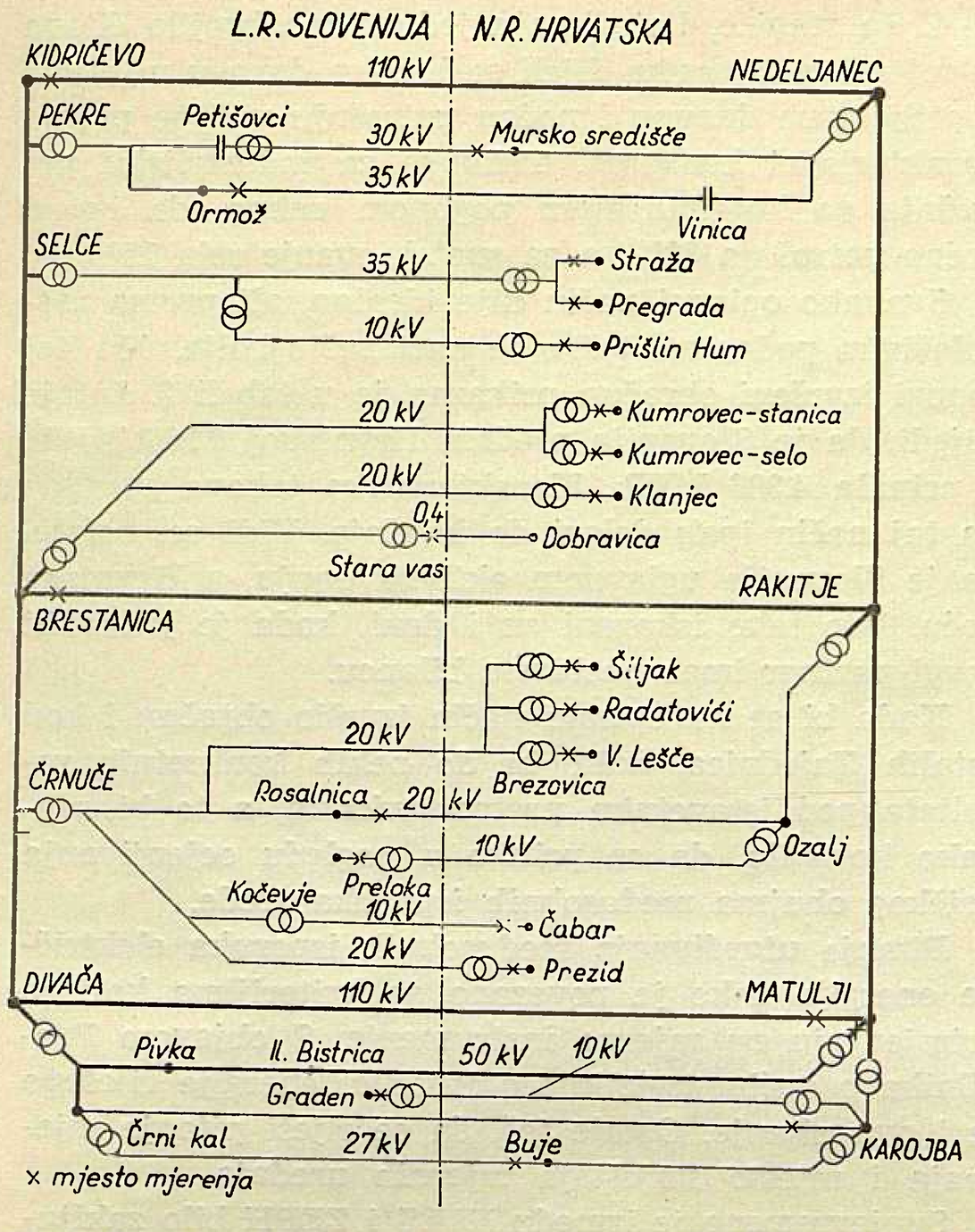
Upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede donio je zaključak o cijenama električne energije u međurepubličkoj razmjeni. Određene su fiksne cijene za dnevne i noćne isporuke radne energije, koje se vrše dalekovodima napona 110 kV. Cijene za isporuke na nižim naponima morale bi biti prema tom rješenju predmet slobodnog ugovaranja između zainteresiranih zajednica.[1]

Određeno je, da na naponu 110 kV za međurepubličku razmjenu važe jedinstvene cijene, koje iznose danju 3.50 din/kWh a noću 2.00 din/kWh. Nije predmet ovog članka upuštati se u razmatranje realnosti određenih cijena. Njima bi se moglo mnogo šta prigovoriti i sa stanovišta ekonomike i u pogledu energetike.

Međutim primjena određenih cijena nije moguća, dok se ne ustanovi način određivanja fizičkog obujma međurepubličkih isporuka. To pitanje još nije riješeno i treba mu što prije pristupiti.

Iako problem izgleda potpuno jednostavan, to nije sasvim tako. Pojedine Zajednice povezane su međusobno na više mjesta. Razmjena energije vrši se isto-

[1] Ovaj je zaključak usvojilo i SIV, koje je u međuvremenu donijelo Odluku o određivanju cijena električne energije za elektroprivredne zajednice (Sl. list br. 51/58)



Sl. 1. Shema međusobnog napajanja između ELES i ZEPH.

vremeno u oba pravca i to na svim mogućim naponima.

Najviše predajnih mjesta imamo između Elektrogospodarske skupnosti Slovenije i Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. Granicu Hrvatska — Slovenija prelazi oko dvadeset dalekovoda, što je prikazano na slici 1. Kod ostalih Zajednica je međusobno napajanje momentano jednostavnije, ali sa elektrifikacijom predjela oko granica pojavit će se i tamo slična situacija.

Diferencijacija cijena po naponima smanjuje broj predajnih mjesta osnovne međurepubličke razmjene, ali to ne pojednostavnjuje problem. Pitanje isporuke energije na nižim naponima ostaje još otvoreno i za te slučajeve nije određena niti cijena. Činjenica je da isporuka na nižem naponu prouzrokuje isporučiocu veće troškove. Vjerojatno je mišljeno, da se ovi troškovi ukalkuliraju prilikom ugovaranja između zainteresiranih Zajednica.

Ideja o zavisnosti cijene međurepubličke razmjene od napona isporuke nije nova. Prije nekoliko godina prigodom obračuna isporuka između Hrvatske i Slovenije uzimao se u obzir i napon. Tada je bila fiksirana osnovna cijena na naponu 110 kV, koja se bazirala na ekonomskim momentima. Osnovna cijena se procentualno povećavala za isporuke na nižim naponima. Ovom prilikom vodilo se računa o gubicima energije i većim troškovima isporuke uslijed dodatne transformacije a u nekim slučajevima i razvoda.

Međutim, ovaj način se nije primjenjivao duže vremena. Došli smo naime do zaključka, da se obračun komplicira bez naročitog razloga. S jedne strane isporuke na nižim naponima toliko su beznačajne prema isporukama na 110 kV, da ne utječu mnogo na čitav obračun, a s druge strane se takve isporuke i do neke mjere kompenziraju.

Naglasiti se mora, da je do zanemarenja napona kod međurepubličkih razmjena došlo onda, kada se cijena osnovnih isporuka bazirala na ekonomskim principima. Postavlja se pitanje u koliko je ovo opravdano sada kad je osnovna cijena jednostavno propisana bez obzira na stvarne troškove međurepubličke razmjene kod pojedinih Zajednica.

Principi za određivanje cijena za isporuke na nižim naponima od strane Zajednice jugoslovenske elektroprivrede nisu postavljeni. Zato postoje uglavnom dva načina: ili se proporcionalno naponu povisi osnovna cijena za 110 kV ili se cijena za niže napone odredi potpuno nezavisno od osnovne.

Nijedan od ovih načina nije u skladu sa fiktivnom cijenom za osnovnu isporuku energije. U prvom slučaju imali bismo pribrojavanje faktičnih troškova neekonomskoj osnovi, a u drugom došli bi do velikih diferencija u cijenama možda i za istu energiju samo zbog posredne transformacije.

Pošto se radi o istoj energiji bilo bi jednostavnije i dosljednije, da cijena bude jednaka za sve napone, dok se cijene ne približe ekonomskim. Zahvaljujući tome sva međurepublička razmjena bit će kompleksno obuhvaćena, što će dati potpuniju sliku o energetskim odnosima pojedinih Zajednica.

Konačno rješenje o gradaciji cijene prema naponima je sporednog značenja za određivanje fizičkog obujma međurepubličke razmjene. Radi se samo o tome, da li će se ograničiti broj predajnih mjesta samo na visoki napon, a ostale isporuke rješavati odvojeno, ili da se sve obuhvati zajedno.

U dosadašnjoj praksi primjenjivana su dva načina za utvrđivanje fizičkog obujma međurepubličke razmjene. Po prvom su se sve isporuke mjesečno saldirale, po drugom uzimalo se stanje brojila na predajnim mjestima bez ikakvog saldiranja. Nijedan od ovih načina ne daje pravu sliku tokova energije. Pri saldiranju ne dolazi do izražaja promjena pravca kretanja energije, a pri drugom načinu se kao isporuka iskazuje i tranzit.

MEĐUSOBNE ISPORUKE RADNE ENERGIJE IZMEĐU ELES I ZEPH U MJESECU VELJAČI 1958.

Redni broj	Predajno mjesto	Napon DV, kV	Napon mjerenja	Prijem od ZEPH	Isporuka ZEPH
1.	Kidričevo	110	110	3.534.2	1,192.0
2.	Brestanica	110	110	3,003.4	4,664.1
3.	Matulji	110	110	1,240.2	3,888.0
4.	Matulji	50	110	2,515.7	—
5.	Karojba	50	50	30,9	3,262.9
6.	Ormož	35	35	0.4	0,4
7.	Straža	35	10	—	250,9
8.	Pregrada	35	10	—	75.7
9.	Musko Središče	30	30	1,115.0	—
10.	Buje	27	27	—	0.2
11.	Klanjec	20	0.4	—	14.8
12.	Kumrovec	20	0.4	—	6.8
13.	Rosalnica	20	20	150.6	—
14.	Kunići	20	0.4	—	2.3
15.	Radatovići	20	0.4	—	0.8
16.	Šiljak	20	0.4	—	0.6
17.	Veliko Lešče	20	0.4	—	0.3
18.	Prezid	20	20	—	3.8
19.	Prišlin-Hum	10	0.4	—	5.4
20.	Preluka	10	0.4	4.9	—
21.	Čabar	10	10	—	8.4
22.	Graden	10	0.4	3.9	—
23.	Stara vas	0.4	0.4	—	0.6
			Ukupno	**11.599**	**13.378.0**
					11.599.0
			Razlika		**1.779.0**

Razlike u obračunu izvršenom na prvi ili drugi način veoma su bitne. Za ilustraciju navedeni su u tabeli 1 podaci o razmjeni t. j. iskazane su količine međusobnih dobava po brojilima, između ELES i ZEPH u mjesecu veljači o. g. Obračun izvršen pomoću saldiranja iskazuje, da je Slovenija dobavila Hrvatskoj 1.779 MWh. Bez saldiranja slijedi, da je Slovenija dobavila 13.378 MWh, a primila 11.599 MWh.

Činjenično stanje međusobnih isporuka ne odgovara navedenim količinama. Konkretno pet dana u navedenom mjesecu Slovenija je primala energiju iz Hrvatske i danju i noću, što kod saldiranja ne dolazi do izražaja. S druge strane Slovenija je napajala 110 kV dalekovodom TS Nedeljenec i TS Matulje, te primala iz istih stanica energiju sa 30 odnosno 50 kV, što se ne može smatrati isporukom iz Hrvatske, ali se tako iskazuje kada se uzima u obzir samo stanje brojila krajem mjeseca.

Iskazani obujam međusobnih isporuka mora odgovarati stvarnim tokovima energije. To bi se postiglo, kada bi se obračunsko razdoblje vremenski skratilo i međusobne isporuke u ovom razdoblju saldirale. Što kraći bi bio taj period u toliko bi se dobili točniji podaci. Međutim, vremensko ograničenje mora biti praktično sprovedivo. Tim zahtjevima potrebno je prilagoditi način utvrđivanja isporuka između Zajednica. Dosadašnju praksu za određivanje fizičkog obujma međurepubličke razmjene potrebno je promijeniti i zbog toga, što su propisane različite cijene za dan i noć.

Vjerojatno ćemo uskoro doći do toga, da se međurepubličke isporuke satno utvrđuju. Momentano je još prekratko razdoblje, da bi se to moglo praktički prihvatiti. Za početak bilo bi dovoljno, da se međusobne isporuke utvrđuju dnevno i to odvojeno za dan i za noć. Kraći period zahtijevao bi suviše administrativnog posla i veće pripreme. Istovremeno dnevno i noćno saldiranje odgovara i rješenju U. O. ZJE u pogledu cijena.

Već i dnevno utvrđivanje međusobnih isporuka stvara neke poteškoće. Na granicama republika međusobne isporuke dosad su se utvrđivale na tri načina:

a) u većim trafostanicama, gdje imamo turnuse, podaci se satno registriraju; zato tu ne bi bilo poteškoća;

b) u manjim stanicama imamo dvotarifna brojila, tako da se zna koliko energije je primljeno noću, a koliko danju;

c) u lokalnim trafostanicama imamo jednotarifno brojilo, koje pokazuje samo cjelokupnu mjesečnu isporuku.

Takvo je činjenično stanje i tome se mora prilagoditi obračun međurepubličke razmjene. U tom smislu je Elektrogospodarska skupnost Slovenije izvršila preliminarne obračune međusobnih isporuka sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Obračun je izvršen pod slijedećim pretpostavkama:

1. Međusobne isporuke u toku dana (16 sati) i noći (8 sati) se saldiraju.

2. Obim isporuka u stanicama, koje imaju turnus je fiksan.

3. Ako ima stanica dvotarifno brojilo, dnevni i noćni obujam isporuka dijeli se sa brojem dana u mjesecu.

4. Za stanice, koje imaju jednofazno brojilo čitava se mjesečna isporuka dijeli sa brojem dana u mjesecu, a podjela na dnevnu i noćnu potrošnju vrši se prema karakteristici konzuma. Tako se za industrijsku potrošnju sa kontinuiranim pogonom uzima, da iznosi noćna potrošnja 33%, a za snabdijevanje sela 15%.

Svakako opisani način nije idealan, ali prema raspoloživim podacima teško je naći nešto bolje. Na toj osnovi izvršeni obračun prikazan je u tabeli 2. Iz nje slijedi, da je Slovenija predala Hrvatskoj 6.165 MWh, a primila 4.386 MWh. Karakteristika tokova energije na taj način ipak dolazi do izražaja. Vidi se, naime, da je Slovenija uglavnom aktivna danju, a Hrvatska noću. Isto tako iskazani su i dani, kada je jedan ili drugi partner imao pozitivnu bilancu.

Kada bi se na opisani način izvršio obračun i kod ostalih Zajednica, došlo bi do nekih konkretnih rezultata pod istovetnim pretpostavkama, a to bi svakako koristilo, da se prilike u pogledu ocjenjivanja fizičkog obujma međusobnih isporuka srede.

Pitanje utvrđivanja međusobnih isporuka električne energije usko je povezano sa kriterijima koji se primjenjuju na mjerne instrumente. S objavom Pravilnika o općim uvjetima o isporuci energije riješeno je i ovo pitanje. Ostaje još, da se riješi pitanje mjerenja i mjesto smještaja mjernih uređaja.

Svojevremeno je između ELES i ZEPH bilo zaključeno, da se mjerenje vrši na naponu dalekovoda, koji prelazi granicu, a da se mjerni uređaji smjeste na početku dalekovoda, t. j. u razvodnom postrojenju, koje uglavnom predaje energiju. Ovim principima pokušavali smo prilagoditi sistem mjerenja ali iz objektivnih razloga nismo mogli, da ga u svim slučajevima izvedemo.

Ostaje još neriješeno pitanje međusobnih isporuka jalove energije. UO ZJE razmatrao je samo pitanje

MEĐUSOBNE ISPORUKE RADNE ENERGIJE IZMEĐU ELES I ZEPH U VELJAČI 1958.

Datum	Zajednica Hrvatske primila		Zajednica Slovenije primila	
	dan	noć	dan	noć
1	140	—	—	63
2	235	30	—	—
3	57	—	—	105
4	187	—	—	112
5	222	—	—	36
6	244	—	—	69
7	334	—	—	38
8	204	—	—	91
9	76	—	—	66
10	—	—	111	128
11	107	—	—	105
12	—	—	118	164
13	219	—	—	83
14	93	—	—	102
15	576	—	—	32
16	651	70	—	—
17	750	123	—	—
18	640	164	—	—
19	113	27	—	—
20	192	—	—	111
21	251	—	—	60
22	62	23	—	—
23	256	—	—	91
24	119	—	—	229
25	—	—	299	73
26	—	—	229	278
27	—	—	613	129
28	—	—	587	274
Zbroj	5.728	437	1.947	2.439
Ukupno	6.165		4.386	
Saldo		1.779		

radne energije. Pitanje jalove energije je mnogo složenije. Iako za ovu godinu ono ne će doći do izražaja sa financijske strane, treba ipak razmisliti, kako će se to rješavati ubuduće. Podaci kažu, da to pitanje ne smijemo zanemarivati. Dešava se, da pri saldiranju, koje je izvršeno na gore opisani način jedna Zajednica dobavlja radnu energiju, a preuzima jalovu.

Pitanje utvrđivanja fizičkog obujma međurepubličke razmjene naročito je važno sa stanovišta statistike, koja između ostalog služi i za izradu energetskih bilanca. Nije, naime, moguće voditi centralnu elektroprivrednu statistiku, kad svaka Zajednica na svoj način registrira obujam međurepubličke razmjene.

Naslov pisca: Aleksej Šermazanov, Elektrogospodarska skupnost Slovenije, Ljubljana, Hajdrihova 2.

Razmjena električne energije između elektroprivrednih poduzeća

Ivan Lučev, Zagreb

1. *Razlozi*

Na području pojedinih elektroprivrednih zajednica vlastita proizvodnja energije ne odgovara potrebama vlastitog konzuma, pa kod nekih zajednica rezultira višak, a kod nekih manjak proizvodnje. Proizvodnja i potrošnja u FNRJ usklađene su u cijelosti (ako se momentano zanemare manje količine raspoložive za izvoz) na taj način što se spomenutim viškovima kod jedne zajednice opskrbljuje nepokriveni dio konzuma kod druge. Za ovu razmjenu energije uobičajen je naziv međurepublička razmjena.

U energetskoj bilanci Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske među ukupno raspoloživim količinama energije (proizvodnja na pragu vlastitih elektrana i nabava električne energije) ima međurepublička razmjena znatan udio koji apsolutno i procentualno raste iz godine u godinu. Taj udio će rasti i dalje dok Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske ne izgradi dovoljna postrojenja za opskrbu vlastitog konzuma (hidroelektrane Split, Dubrovnik i Senj, toplanu Zagreb). Od ukupno raspoloživih količina na pragu na međurepubličku razmjenu otpada u 1955. god. 23%, u 1956. g. 34%, u 1957. god. 44%, a u 1958 god. 48%. Kao dobavljač pojavljuje se već petnaestak godina Slovenija, a od 1955. i Elektroprivredna zajednica B i H.

2. *Izvori*

Potrebe potrošača električne energije na području jedne elektroprivredne zajednice mogu se podmirivati izgradnjom izvora električne energije na tom području, s obzirom na to da se na području svake elektroprivredne zajednice raspolaže prirodnim izvorima energije za izgradnju hidroelektrana i termoelektrana. Zajednički privredni interesi nameću međutim potrebu da se za podmirenje konzuma na području jedne zajednice izgrade izvori na području druge, ako je na taj način moguće potrebnu električnu energiju proizvesti jeftinije. Troškovi proizvodnje tako odabranog izvora uključivo s gubicima i troškovima prijenosa smjeli bi dakle biti maksimalno jednaki troškovima izvora istog kapaciteta koji se može izgraditi drugdje, posebno na području elektroprivredne zajednice s nepokrivenim dijelom konzuma. Iz takvog izvora bi dapače vjerojatno rezultirala zajednička korist, za partnera na čijem području se izvor gradi i za partnera čiji će konzum na taj način biti podmiren, pa prema tome i za cjelinu.

3. *Cijena*

Kolika je opravdana cijena za tu energiju? Ta cijena treba biti svakako manja od one koju bi elektroprivredna zajednica - kupac mogla postići izgradnjom nekih drugih, u posebnom slučaju svojih raspoloživih izvora. Ukoliko je ta cijena veća, sigurno je da je po srijedi nekakva pogrješka.

Cijena međurepubličke razmjene je predmet dužih, iako ne pisanih, diskusija. Iznose se mišljenja da bi ta cijena trebala biti ekonomska i pod tim se podrazumijeva cijena koja se dobiva kalkulacijom troškova na strani elektroprivredne zajednice prodavaoca, na pr. cijena energije na pragu napona 110 kV ili sl.

Paralelno se iznosi mišljenje da cijena za međurepubličku razmjenu treba uzimati u obzir i strukturu na strani kupca, odnosno prihode koje elektroprivredna zajednica realizira kod potrošača kojima je ta energija namijenjena.

Cijena međurepubličke razmjene nikad nije bila ekonomska.

Ranijih godina je ta cijena dobivana »kalkulacijom na visokom naponu«. Kod toga su bez jačeg osnova odabirani izvori čiji troškovi treba da terete visoki napon. S druge strane su troškovima izvora pribrajani troškovi i gubici prijenosa, uključivo s transformacijom 110/35 kV, pa i onda kad ona služi samo za opskrbu potrošača na naponima nižim od 110 kV. Osim toga je i točnost kod utvrđivanja troškova problematična kad (kao u toj fazi) ne postoje izdvojene privredne jedinice koje se bave isključivo prijenosom električne energije, pa do troškova prijenosa treba doći iz ukupnih troškova mreže putem prikladnog ključa ili putem procjene. Od svih dosadašnjih cijena međurepubličke razmjene ovakva je najmanje ekonomska i najmanje opravdana, pa čak i onda ako se približni račun smatra boljim od nikakvoga.

U godini 1957. cijene međurepubličke razmjene utvrđivane su donekle u ovisnosti od plaćevne sposobnosti zajednice-kupca.

U 1958. godini Upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede donio je prijedlog da cijena za međurepubličku razmjenu na naponima 50, 110 i 220 kV iznosi 3,50 din/kWh za dnevne, a 2,00 din/kWh za noćne isporuke. Kod toga je Upravni odbor imao u vidu dodatne troškove goriva kod nekih većih termoelektrana, koje će bilo sudjelovati u proizvodnji na-

mijenjenoj za međurepubličku razmjenu, bilo u slučaju veće ponude biti obustavljene kod zajednice-kupca. Na taj način je Upravni odbor htio stimulirati oba partnera koji sudjeluju u međurepubličkoj razmjeni na korištenje ovog izvora čiji su troškovi goriva niži.

Na taj prijedlog Savezno izvršno vijeće je donijelo koncem 1958. godine Odluku o određivanju cijena električne energije za elektroprivredne zajednice.

Pitanje je kako će se cijene međurepubličke razmjene dalje razvijati, s obzirom na to da želja za uvođenjem »ekonomskih« cijena za tu energiju još uvijek postoji, odnosno u kojoj mjeri su takve (ekonomske) cijene međurepubličke razmjene opravdane.

Potrošači električne energije i od prije, a osobito od 1957. godine, nakon uvođenja Tarife za električnu energiju koja važi za cijelo područje FNRJ, plaćaju električnu energiju po cijenama koje su u najmanjoj mjeri odraz troškova koje ti potrošači elektroprivredi prouzrokuju. Kod donošenja tih cijena uzimani su u obzir opteretivost industrijskog proizvoda troškovima za energiju, životni standard stanovništva, potreba stimuliranja nekih grupa potrošnje i sl., a najmanje ili gotovo nikako troškovi energije za pojedinu grupu potrošnje. Na taj način grupa potrošnje kućanstvo ima oko 5 puta nižu cijenu od male industrije i obrta (rasvjeta poslovnih prostorija i motori i aparati), ma da prouzrokuje elektroprivredi veće troškove. Takve odnose u cijeni vidimo i kod specijalne velepotrošnje prema općoj velepotrošnji, iako se u troškovima po kWh koje prouzrokuju, bitno ne razlikuju. Uslijed navedenih razloga cijene po kojima elektroprivreda prodaje energiju potrošačima propisane su, a nisu odraz troškova. Društvena zajednica je kod elektroprivrede u tu svrhu dapače i prilagodila instrumente vlastite cijene prodaje, kako bi se izbjeglo povišenje cijena potrošačima.

Koji bi to onda razlozi mogli upućivati na potrebu primjene ekonomskih cijena za međurepubličku razmjenu energije, kad ta energija služi za opskrbu potrošača koji električnu energiju ne plaćaju po ekonomskim cijenama?

Cijena na naponu 35 kV i nižem

Cijene na naponu 35 kV nisu propisane nego se po odredbi Odluke o određivanju cijena električne energije za elektroprivredne zajednice slobodno ugovaraju. U 1958. godini su te cijene sporazumno utvrđene 3,50 Din/kWh danju i 2,00 din/kWh noću, naprosto time što su po tim cijenama sve elektroprivredne zajednice u 1958. godini planirale svoje troškove i svoju realizaciju za stavku međurepublička razmjena. U 1959. godini se zajednice mogu o toj cijeni posebno sporazumijevati.

I u pogledu ovih cijena postoje razna mišljenja. Neke zajednice koje isporučuju na naponima 35 kV drugima, smatraju da treba ovu cijenu posebno raspraviti. Neke zajednice, koje primaju energiju na tim naponima, predlažu istu cijenu kao i na naponu 110 kV, jer je bez razloga osnovicu koja nije dobivena kalkulacijom podvrgavati daljnjoj kalkulaciji.

Kriteriji koji su doveli do cijene 3,50 Din/kWh danju i 2,00 Din/kWh noću nisu vezani na nikakav napon. Prema tome, ma da cijena na naponu 35 kV nije propisana, nema razloga da se i ona ne usvoji 3,50 Din/kWh danju i 2,00 Din/kWh noću za sve slučajeve isporuke energije između elektroprivrednih zajednica na naponima 35 kV i niže.

Jedino u slučajevima kad se predaja energije drugoj zajednici na naponu nižem od 50 kV vrši preko mreže nekog distributivnog poduzeća — kojemu matična zajednica treba da u ovisnosti od time povećanog obujma energije prizna veće troškove poslovanja i veće gubitke — trebat će za te troškove odnosno gubitke korigirati cijenu međurepubličke razmjene na naponima ispod 50 kV.

4. Količine energije kod obračuna i u statistici

Ako je cijena za međurepubličku razmjenu jednaka u oba smjera, kod obračuna je svejedno, da li se najprije obračunavaju količine energije u jednom smjeru (W_I) i u drugom (W_{II}), pa se dobiveni dinarski iznosi saldiraju, ili se najprije saldiraju količine energije, a zatim se obračuna saldo po određenoj cijeni (C), jer je

$$W_I \cdot C - W_{II} \cdot C = (W_I - W_{II}) \cdot C,$$

s time da se ne smiju saldirati dnevne količine s noćnima.

Iako je kod obračuna najkomotnije saldirati količine na kraju mjeseca, statističko iskazivanje salda ne daje pravu sliku o kretanju energije i energetskim prilikama u toku mjeseca. U iznimnom slučaju kod jakog prometa energije u oba smjera, saldo može biti jednak nuli.

Da bi se dobila prava energetska slika, trebalo bi saldirati primanja i davanja svakog momenta na svim primopredajnim mjestima. Tehničke mogućnosti za automatsko saldiranje ne stoje na raspolaganju ni u jednom slučaju međurepubličke razmjene, a ne bi bile ni ekonomski opravdane. Kao aproksimacija može poslužiti satno ili dnevno saldiranje količina, ali time se dosadašnji rad na obračunu povećava 700 odnosno 30 puta. Još jednostavniji i jeftiniji obračun je onaj koji polazi od ukupnog prometa u jednom i u drugom smjeru u toku cijelog mjeseca.

Ovom posljednjem načinu iskazivanja statističkih podataka (ukupni promet u oba smjera) prigovara se stoga što se na taj način iskazuju u međurepubličkoj razmjeni energija koju jedna zajednica tranzitira preko mreže druge zajednice. Tranzit energije prouzrokuje međutim u mreži dotične zajednice gubitke, pa je kod promatranja gubitaka prijenosa potrebno uzeti u obzir i tranzitiranu energiju. Zbog toga a i zbog jednostavnosti obračuna, najprikladniji je mjesečni obračun ukupnog prometa u jednom i drugom smjeru.

Radi mogućnosti usporedbe između pojedinih elektroprivrednih zajednica bilo bi korisno da sve zajedinice objavljuju statističke podatke o razmjeni razrađene po istim kriterijima. Do sad ih (za 1958. godinu) iskazuje Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske bilo kao saldo, bilo kao ukupan promet u oba

smjera, a Elektrogospodarska skupnost Slovenije na osnovu saldiranih dnevnih količina.

5. *Primopredajna mjesta*

Primopredajno mjesto u međurepubličkoj razmjeni je granica između dviju elektroprivrednih zajednica, t. j. republička granica.

Mjerna mjesta su gotovo u svim slučajevima međurepubličke razmjene na početku i na kraju dalekovoda koji prelazi granicu. Zajednica-kupac ne utječe prema tome na lokaciju mjernog uređaja na strani prodavaoca a s tim na gubitke u prijenosnom vodu. S druge strane u pitanju je energija namijenjena potrošačima za čiju lokaciju nije odgovorna zajednica-prodavalac. Stoga je zahtjev, da se za primopredajno mjesto odabere granica između dviju elektroprivrednih zajednica, objektivan i opravdan.

Mjerni slogovi na početku i na kraju dalekovoda imaju cilj omogućiti grubu kontrolu točnosti mjerenja. Razlika između količina izmjerenih na početku i na kraju dalekovoda smije iznositi $\pm$ dvostruku dozvoljenu pogrješku mjernih slogova i gubitke u dalekovodu.

Razlika između količina na početku i na kraju je dakle približno jednaka gubicima. Ako ove gubitke podijelimo u omjeru dužina promatranog prijenosnog voda na području jedne i druge zajednice, dobivamo iznose gubitaka koje treba da snosi svaka zajednica. Količina energije na primopredajnom mjestu dobiva se tada korekcijom izmjerenih količina W_1 na jednom kraju i W_2 na drugom kraju dalekovoda za iznos gubitaka. Označimo li gubitke

$$W_1 - W_2 = G = G_1 + G_2,$$

gdje su G_1 i G_2 iznosi gubitaka proporcionalni dužinama dalekovoda na području jedne i druge zajednice, obračunska količina (količina na primopredajnom mjestu) iznosi

$$W_1 - G_1 = W_2 + G_2,$$

t. j. količine izmjerene na početku dalekovoda smanjuju se za iznos gubitaka do granice, a količine izmjerene na kraju povećavaju se za iznos gubitaka od granice. Jednakost ovih dvaju izraza slijedi iz gornje jednadžbe za gubitke.

Količine na primopredajnim mjestima između Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Zajednice elektroprivrednih preduzeća u Sarajevu, a vjerojatno i na ostalim primopredajnim mjestima međurepubličke razmjene, utvrđivat će se u 1959. godini na ovaj način.

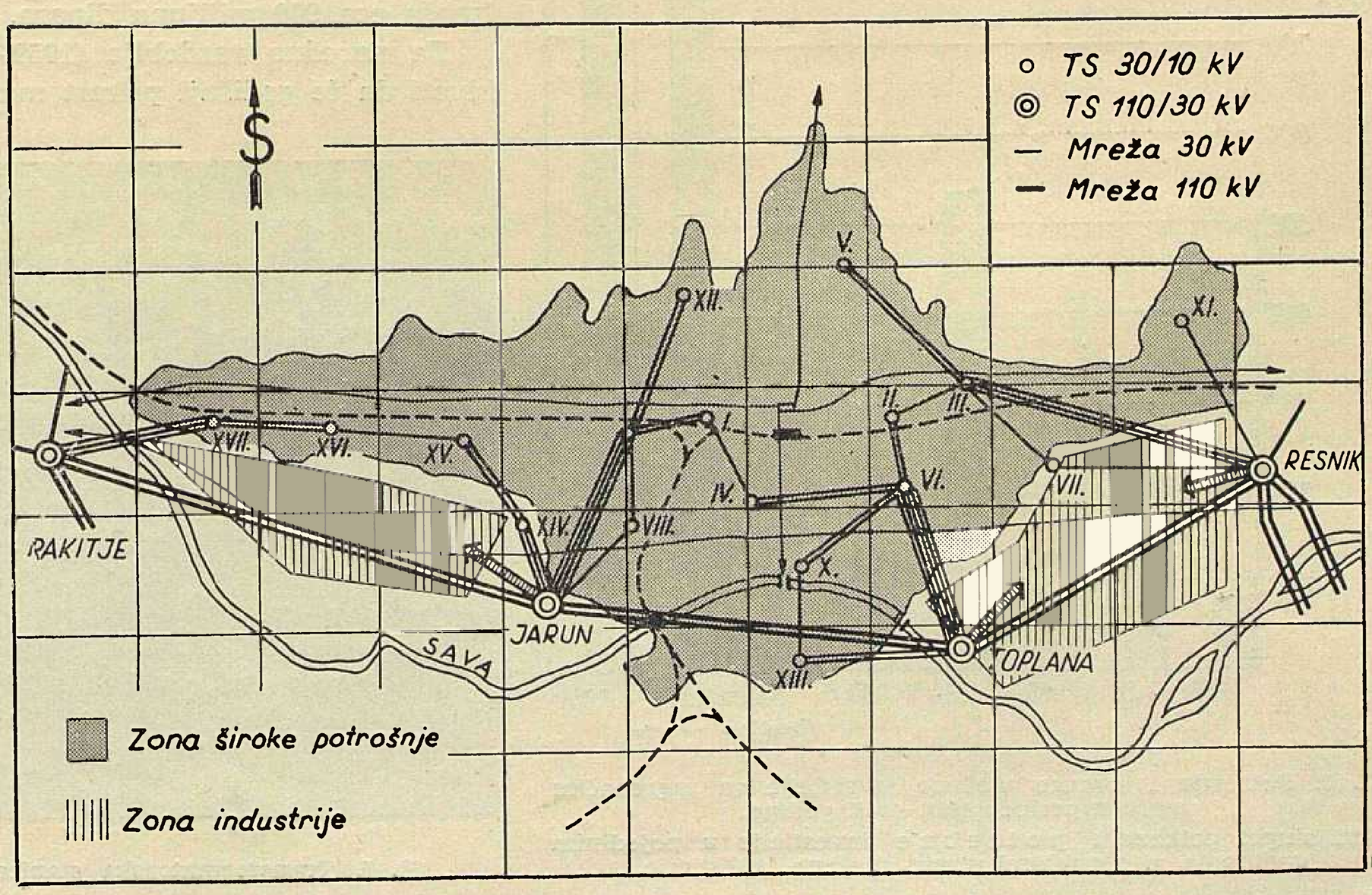
Naslov pisca: Ing. Ivan Lučev, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

RAZNO

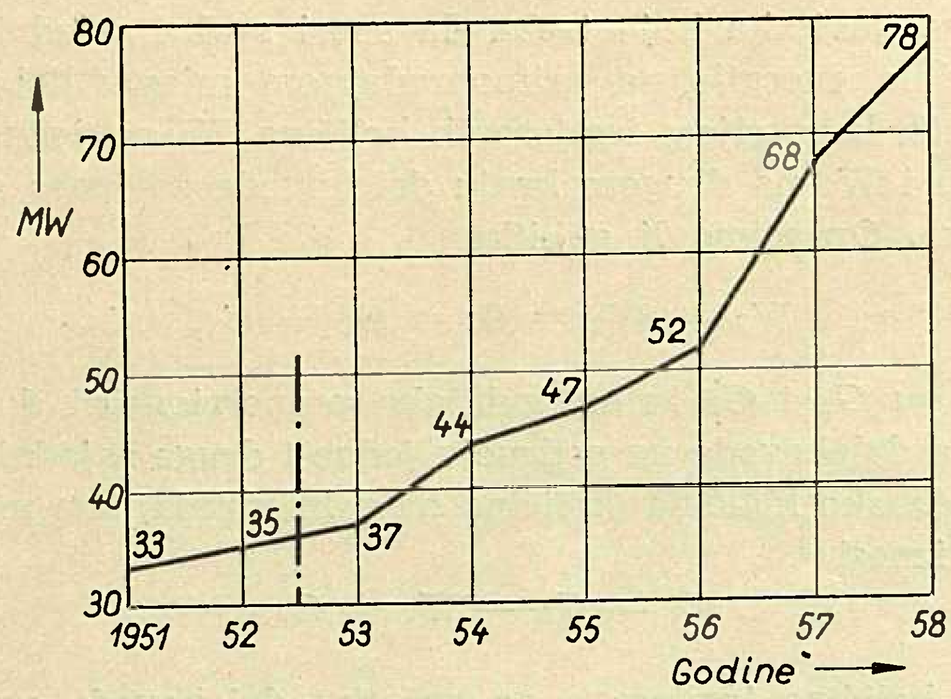
Plansko investiranje u zagrebačku mrežu

Miroslav Balling, Zagreb

Razvoj mreže Zagreba predviđen je u takvim razmjerima da do 1983., dakle za 22 godine, zagrebačka mreža može preuzeti snagu od 332 MW, što znači oko 4—5 puta više nego danas (sl. 1.). Prosječno zagrebačko domaćinstvo koje danas troši do 600 kWh godišnje moći će trošiti i do 3.000 kWh godišnje.



Sl. 1. Shema zagrebačke mreže 30 i 110 kV u 1983 godini



Sl. 2. Maksimalna godišnja opterećenja zagrebačke mreže u periodu 1951.—1958. godine.

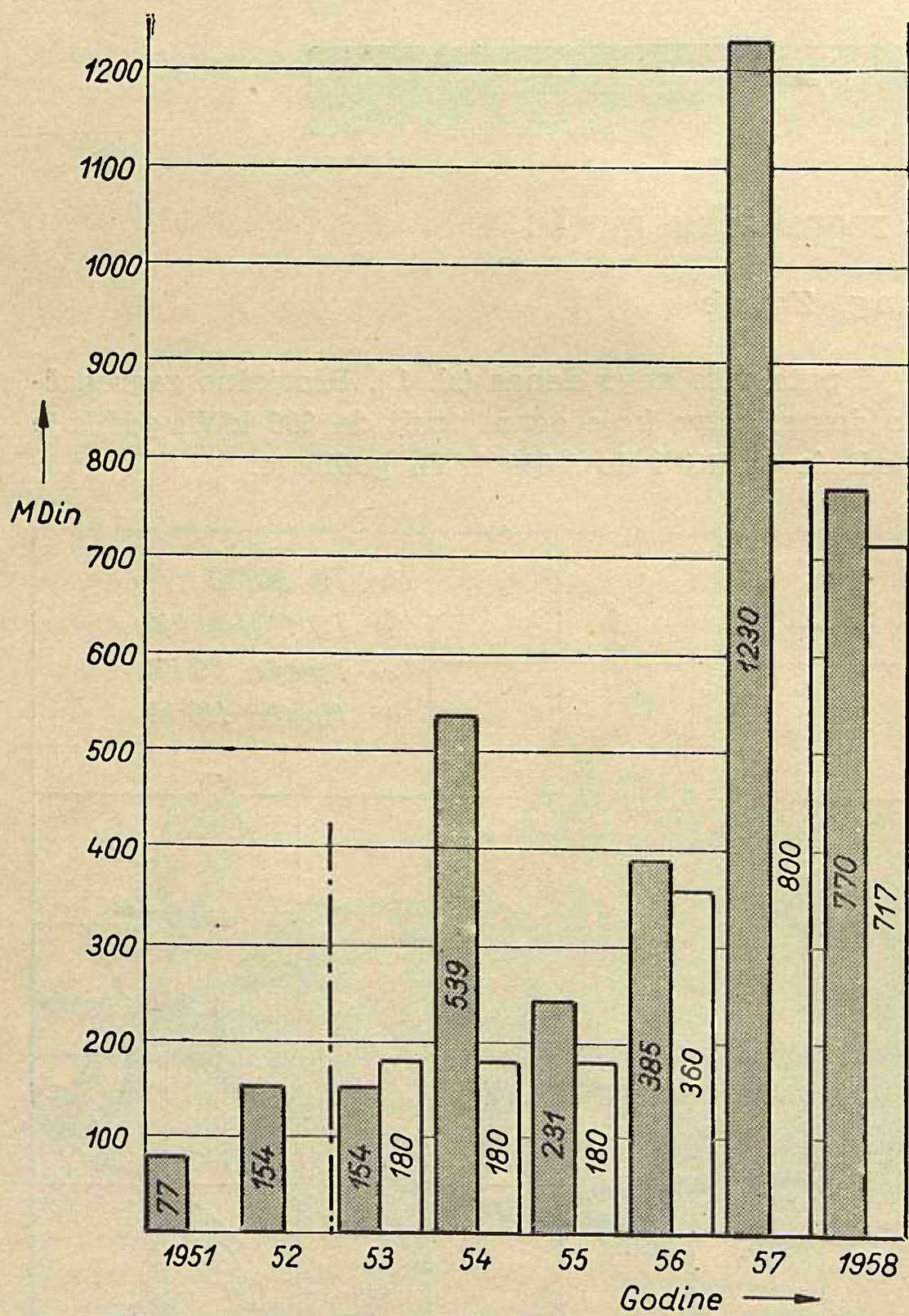
Da bi se omogućio ovakav razvoj potrošnje električne energije potrebno je do godine 1983. u Zagrebu još izgraditi:

2 transformatorske stanice 110/30 kV (2 već postoje),

15 novih transformatorskih stanica 30/10 kV (2 nove postoje),

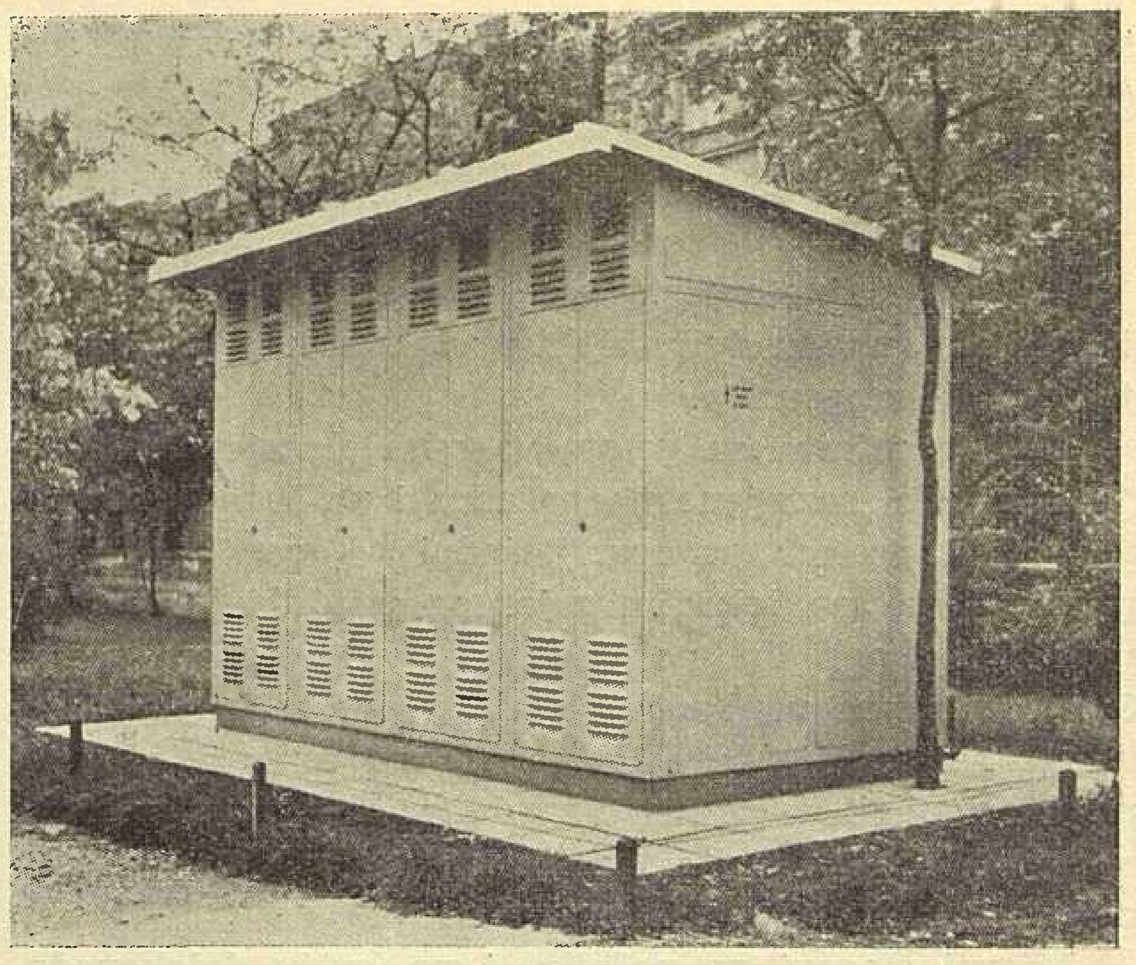
oko 850 transformatorskih stanica 10/0,4 kV (oko 220 postoji).

Da bi se sve stanice napajale i da bi one dalje mogle razvoditi električnu energiju treba u zemlju po-



Sl. 3. Potrebne i stvarno uložene investicije za zagrebačku mrežu u periodu 1951.—1958. godine.

Sivi stupci prikazuju p o t r e b n e investicije u pojedinim godinama, a obrubljeni stupci uložene investicije,



Sl. 4. Transformatorska stanica 10/0,4 kV u limenom kućištu

položiti 13 km kabela 110 kV, 123 km kabela 30 kV, 330 km kabela 10 kV i 976 km kabela niskog napona.

Troškovi računati samo za gradsku mrežu napona 30 kV i nižih napona iznose

23,12 milijarda dinara.

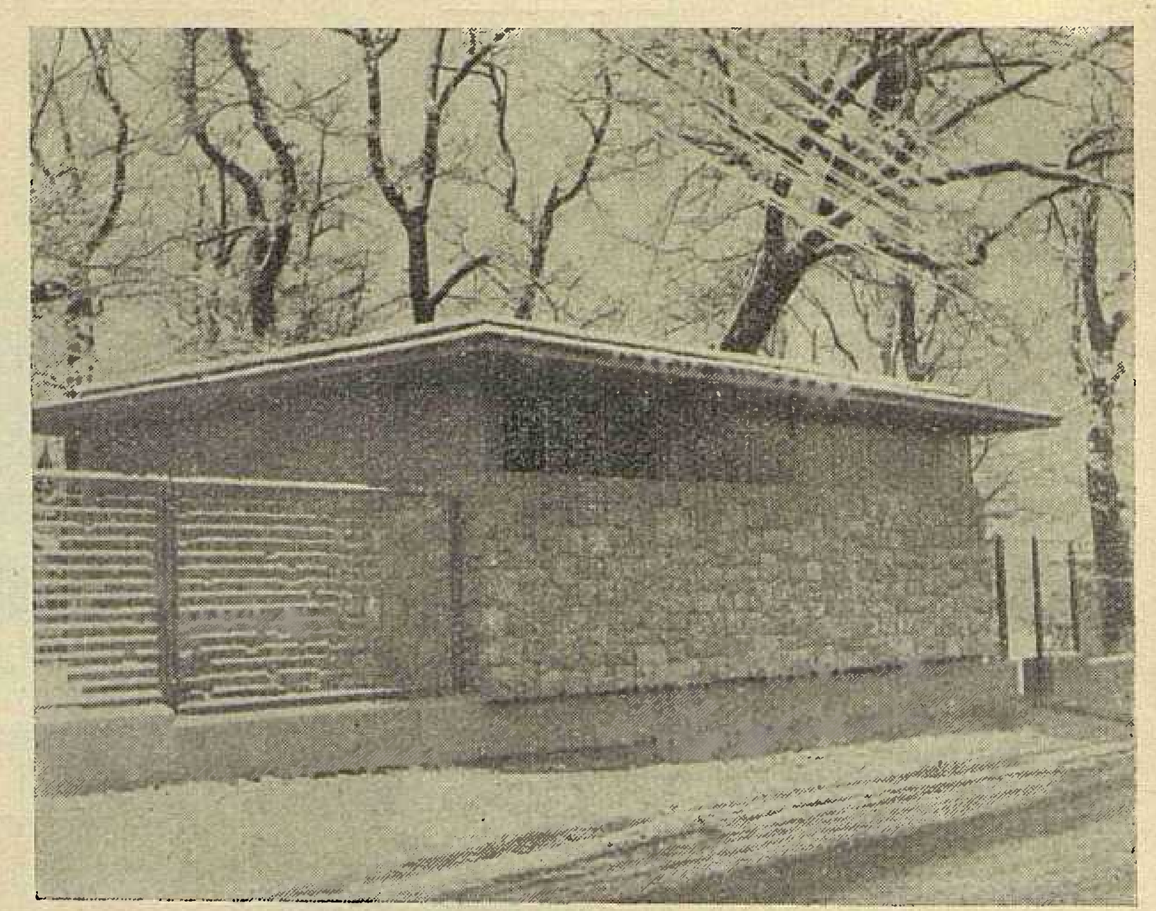
U ovaj iznos nije uračunata javna rasvjeta kao ni troškovi industrijske mreže.

Postavi li se pravilo da su potrebne investicije za mrežu proporcionalne maksimalnom opterećenju te mreže, izlazi da je za svaki novi megavat (MW) opterećenja potrebno investirati

77 milijuna dinara/MW.

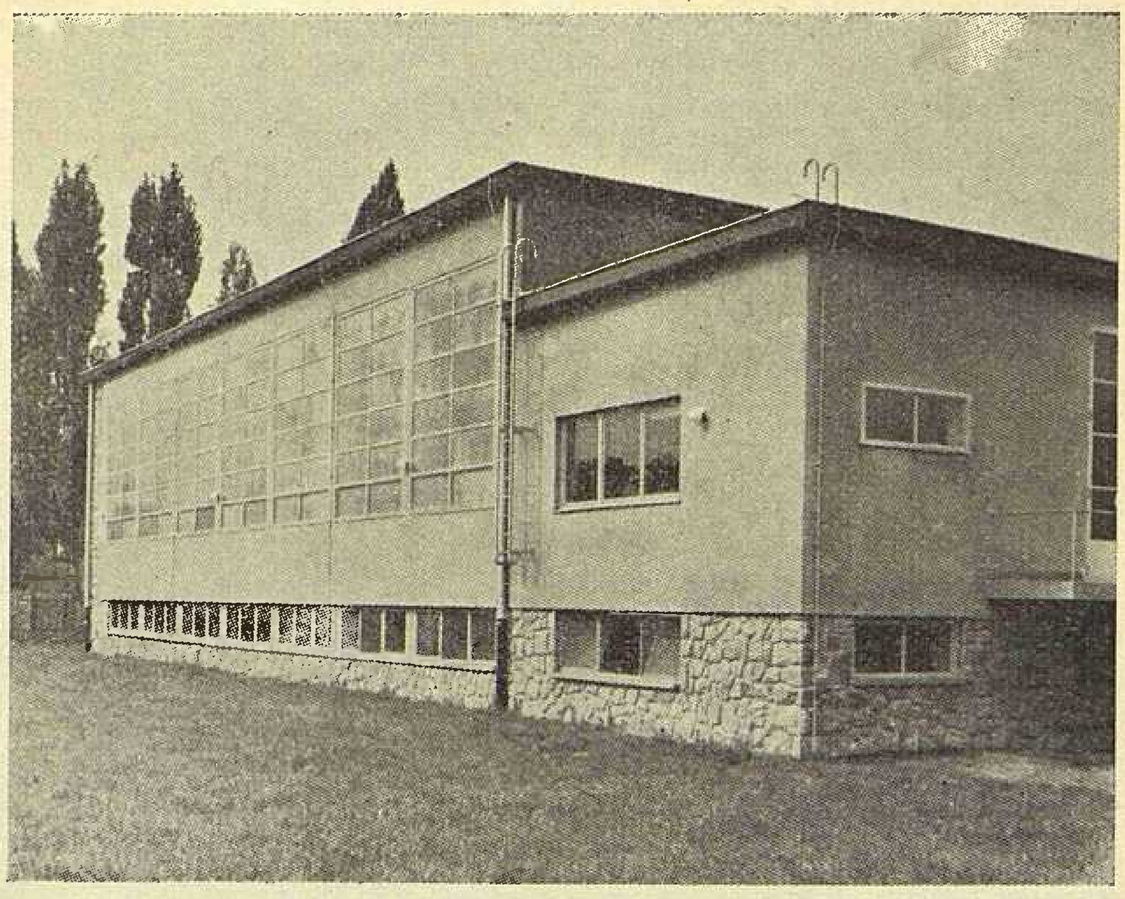
Promatra li se razvoj opterećenja zagrebačke mreže (sl. 2) kao i razvoj potrebnih i stvarnih investicija za mrežu (sl. 3) od 1953. do danas, vidljiv je, osim u 1953., stalni deficit utrošenih investicija u odnosu na potrebe. Akumuliran, ovaj deficit na ulazu u 1959. iznaša cca 900 milijuna dinara.

Za naredno razdoblje (1959.—1964.) može se očekivati da će godišnji prirast maksimalnog opterećenja



Sl. 5. Transformatorska stanica 10/0,4 kV, zidana.

Sl. 6. Transformatorska stanica 30/10 kV Uklopna II, izgrađena prije rata



Sl. 8. Transformatorska stanica 30/10 kV Uklopna III, izgrađena 1955/56 god.

zagrebačke mreže iznositi oko 10 do 12 MW/god. Znači da će se u tom periodu trebati ulagati u mrežu od 770 do 924 milijuna dinara, ili cca 1 milijardu, želi li se nadoknaditi dosadašnji deficit u investicijama i time dovršiti permamentnu krizu mreže.

Treba ovdje spomenuti da će, po zakonu geometrijskog prirasta, ulaganje u mrežu poslije toga perioda biti veće.

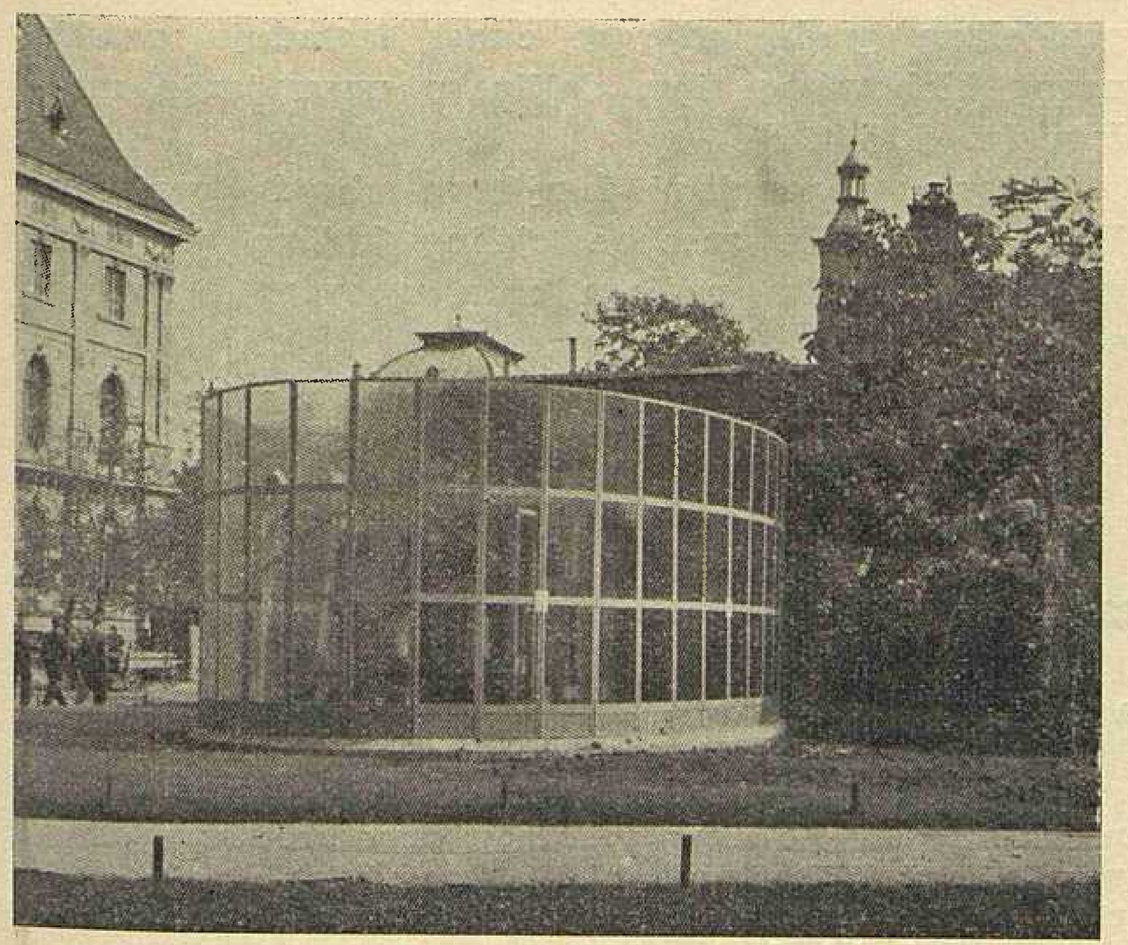
Rekonstrukcija i proširenje zagrebačke mreže vrši se sada uglavnom na temelju studijskih elaborata Instituta za elektroprivredu u Zagrebu. Porast konzuma i potreba za ekonomičnim ulaganjem sredstava u daljnju izgradnju mreže pokazao je potrebu da se ta izgradnja vrši po smišljenom planu, po izvjesnim tehničkim ekonomskim principima.

Sa izradom takovog plana počelo se u godini 1954. Neposredni povod bila je očigledna potreba, da se za istočni dio grada izgradi nova napojna točka mreže Zagreba, transformatorska stanica 110/30 kV, t. j. energetska točka mreže, koja bi na naponu 110 kV bila vezana sa svim znatnijim izvorima električne energije na području Hrvatske, Slovenije, pa i Bosne. Ovu transformatorsku stanicu, to je današnja stanica u Resniku, trebalo je u prvom redu definirati u pogledu njezinog kapaciteta i njene uloge u budućoj opskrbi konzuma grada.

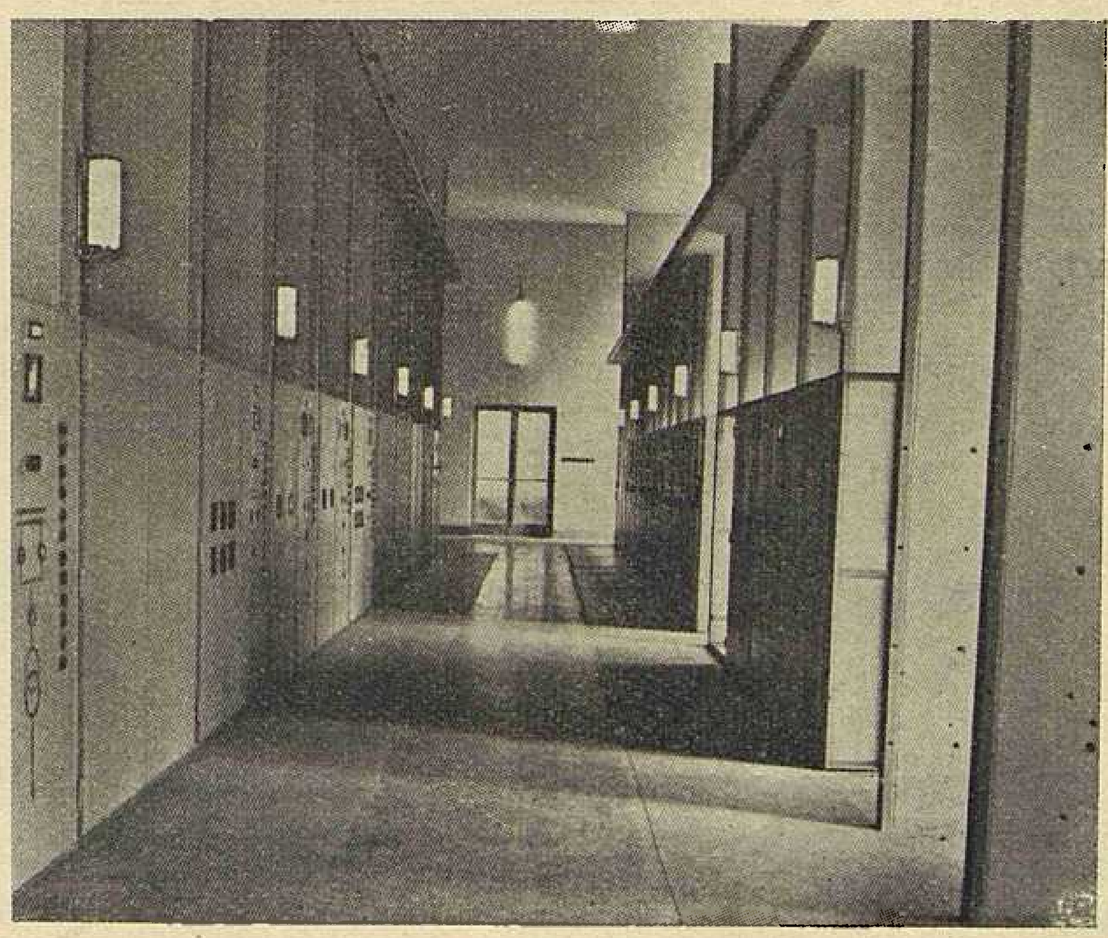
Tako je u Institutu u 1954. izrađen investicioni program, koji je u sebi već sadržavao elemente buduće obrade razvitka mreže, pod imenom *Mreža grada Zagreba* — investicioni program TS 110/30 kV Resnik. Elaborat je sadržavao, osim detaljnije obrade stanice, i razmatranje perspektivnog razvitka konzuma grada Zagreba kao cjeline, kao i prijedlog dobave električne energije do gradskog područja.

U 1955. na zahtjev Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Elektre, Zagreb, pristupilo se daljnjoj obradi problema razvoja gradske mreže i do listopada 1956. izrađen je u Institutu elaborat pod imenom *Oblikovanje mreže grada Zagreba.*

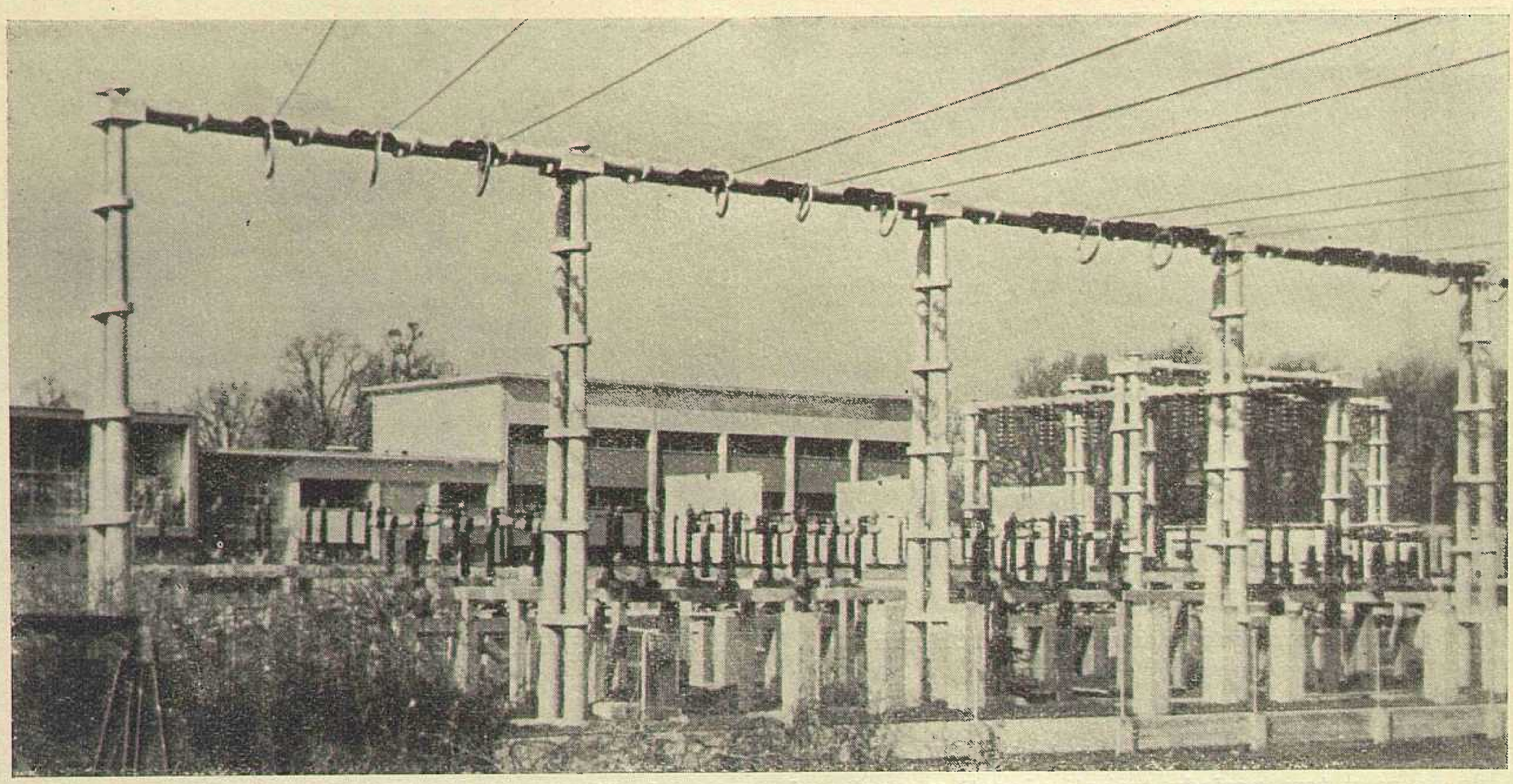
U ovom elaboratu glavna pažnja obraćena je raspodjeli električne energije unutar gradskog područja.



Sl. 7. Provizorni smještaj transformatora 30/10 kV u blizini mjesta buduće Uklopne I.



Sl. 9. Unutrašnjost transformatorske stanice 30/10 kV Uklopna III.



Sl. 10. Transformatorska stanica 110/30 kV Resnik.

Sa stanovišta ekonomike kao i pogonske sigurnosti u dobavi električne energije do potrošača utvrđeni su principi oblikovanja mreže: broj pojnih točaka, njihova međusobna veza, kapaciteti u napajanju potrošnje i t. d.

Treba ovdje istaknuti problem kratkog spoja čije rješavanje je uvelike utjecalo na oblikovanje zagrebačke mreže. Rješavanje tog problema zahtijevalo je mnoštvo računskih operacija i duže vrijeme za rješavanje. Da bi se izbjeglo ubuduće takav dugotrajan postupak, izrađen je u Elektri, Zagreb analizator, t. j. model mreže, na kojem se rezultati mjere umjesto da se izračunavaju, što bitno ušteđuje vrijeme i trud. Razvoj mreže trebat će konstantno pratiti i za ovaj rad dobiven je u analizatoru prijeko potreban instrument.

Napokon, koncem 1957. dovršen je i treći dio studije koja se bavi problemom perspektivnog razvoja gradske mreže Zagreba. To je elaborat pod imenom *Razvoj mreže Zagreba.*

Ovaj elaborat predstavlja nastavak ranijih obrada problema razvoja perspektivne mreže Zagreba. U tom smislu elaborat predstavlja konkretniju razradu i provedbu principa postavljenih u dosadašnjim elaboratima uz izvjesne korekcije koje su zahtijevali konkretni uslovi: U obradi konzuma uzeta je u obzir urbanistička osnova grada i na taj način je obrađena raspodjela potražnje konzuma po površini grada. U obradi dovoda električne energije do pojnih točaka gradskog područja, uzeti su u obzir stvarni terenski uslovi i prilike. U obradi razvoja mreže 30 kV i nižih napona uzeta je u obzir postojeća mreža, zatim energetski deficit pojedinih područja kao i realne mogućnosti financiranja daljnjeg razvoja.

U obradi osnovnih problema mreže elaborat sa ranijim elaboratima predstavlja zaokruženu cjelinu i može se pretpostaviti, ukoliko će se osnovne pretpostavke elaborata ostvariti, da ne će biti potrebe za daljnjom opsežnijom obradom problema razvoja mreže Zagreba. To ne znači da su svi problemi sadašnje i perspektivne mreže Zagreba riješeni. Imade ih još nekoliko, koji isto tako kategorički zahtijevaju svoju obradu i rješenje, kao na pr. prijelaz od današnjeg napona 5 kV na 10 kV, zatim način distribucije u predjelima grada, gdje se danas izgrađuju naselja novog blokovskog tipa, daljinsko upravljanje mrežom i t. d., i t. d.

Ali svi ti problemi i njihova obrada predstavljaju manje-više zasebne cjeline kojima je energetsko - planska podloga data u ovom i ranijim elaboratima.

Naslov pisca: Ing. Miroslav Balling, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37

Važnost kontrole toplinskog gospodarstva i rezultati rada na njegovu unapređenju u Jugoslaviji*

Zdenko Sakar, Zagreb

DK 662.6/9(497.1)

Kada govorimo o opravdanosti neke racionalizacije tada je promatramo obično s gledišta, bilo ekonomije poduzeća bilo narodne ekonomije i ocjenjujemo je u novčanim pokazateljima.

Kada međutim govorimo o toplinskoj energiji, nije dovoljno da prosuđujemo njenu vrijednost samo kroz novac. Poznato je da toplinske izvore, u formi energetskih sirovina i goriva, možemo nabaviti novcem, no ovi izvori nisu neiscrpni, te moramo kod trošenja misliti i na našu i na buduću generaciju. To znači da treba nastojati, da za istu količinu toplinske energije potrošimo u okviru naših potreba, bez obzira

* Referat sa Savjetovanja o toplinskoj ekonomiji u Zagrebu, Rijeci, Splitu, Karlovcu, Sisku i Osijeku 1958.

na cijenu goriva, što manju količinu goriva. Ovo gledanje se opravdava, jer znamo:

1. da su rezerve goriva u svijetu svakog dana sve manje, i
2. da za povećane potrebe goriva treba povećati investicije u rudnicima i uposliti na tom radu još više kvalitetne radne snage.

Poznato je da u prosjeku rudar u jedan dan iskopa oko 1 tonu mrkog uglja. Ovu je istu količinu jedan ložač kod manjeg kotla (veličina 150 m^2) u stanju da u jednoj smjeni potroši preko potrebe t. j. da je »upropasti«.

Prema Društvenom planu privrednog razvitka FNRJ 1957. do 1961. treba u rudarstvu povećati postojeće proizvodne kapacitete, te izgraditi do kraja 1961. nove kapacitete za oko 8 milijuna tona ugljena godišnje. Ovo traži ulaganje velikih financijskih sredstava.

Racionalnijom potrošnjom uglja u saobraćaju, industriji, domaćinstvu i t. d. moglo bi se na porast povećanja potrošnje uglja do izvjesne mjere utjecati, što bi dalo pozitivne rezultate, jer bi smanjilo investicione napore u svrhu izgradnje novih kapaciteta.

Približne specifične investicije po 1 toni novih kapaciteta iznose u prosjeku oko 6000 Din/t, te prema tome možemo, za svaku tonu uglja koju godišnje uštedimo racionalnim gospodarenjem, smanjiti odgovarajuće investicione izdatke.

Racionalizaciju topline treba promatrati i s gledišta saobraćaja. Smanjenje potrošnje goriva kod bilo kojeg potrošača oslobađa prevozna sredstva. Posljedice su dvostruke i to:

1. nastaju uštede na prevoznim troškovima, i
2. nastaju koristi radi bržih i povećanih transportnih mogućnosti u zemlji, što izravno unapređuje privredu.

Na inicijativu Savezne industrijske komore i Sekretarijata za industriju Saveznog izvršnog vijeća, proučen je problem toplinske racionalizacije u FNRJ u Toplinskom odjelu Instituta za elektroprivredu u Zagrebu. Svrha ovog rada bila je da se ustanovi koje koristi se mogu očekivati u privredi od sistematske službe toplinske racionalizacije u našoj zemlji.

Ovaj rad je pokazao da je naša zemlja, u pogledu toplinske ekonomije, iza evropskog prosjeka, te je ujedno dokumentirano koji su razlozi ovakvom stanju.

Jedan od razloga slabije toplinske ekonomije je današnje stanje naših termičkih postrojenja, koja rade sa slabijim stepenom djelovanja od evropskog prosjeka. Ovo se stanje može poboljšati na primjer izgradnjom novih savremenijih postrojenja.

Navedena analiza je, međutim, pokazala da se i s postojećim postrojenjima može bez većih investicionih ulaganja ukloniti izvjestan broj nedostataka na postojećoj opremi. U nekim je slučajevima moguće postići i povećani kapacitet postrojenja pravilnim rukovanjem, te uvođenjem rada uz kontrolu pogona putem instrumenata. Ovakav rad može u našoj zemlji dati ogromne koristi.

Da bi se bolje uočilo o kakvim se vrijednostima radi iznijet ćemo, da je za pokrivanje cjelokupne potrošnje energije u FNRJ angažirana energija iz prirodnih izvora, t. zv. »primarna energija« (ugljeni, ogrjevno drvo, treset, zemni plin, sirova nafta, nuklearne sirovine i vodne snage) u visini od ukupno godišnje brutto

147 500 milijardi kcal,

što predstavlja godišnje oko 37 milijuna tona uslovnog mrkog ugljena od 4000 kcal/kg.

Nakon pretvaranja toplinske energije, t. j. primarne energije u oplemenjenu energiju, t. zv. sekundarnu energiju (električna energija, naftini derivati, benzin, petrolej, plin iz generatora, plinara, koksara, rafinerija, te koks, drveni ugljen, briketi, sušeni lignit, nuklearna goriva u stanju sposobnom za primjenu i t. d.), ostaje za daljnju izravnu potrošnju oko 80% ukupne primarne energije, t. j.

119 000 milijardi kcal.

Od ovako velike količine energije, uglavnom toplinske, pretežni dio se izgubi u obliku neizbježivih i izbježivih gubitaka. Neizbježivi gubici nastaju iz razloga strukture energije u konačnoj fazi korištenja. Stepen iskorištenja toplinskih procesa vrlo je nizak kada se primarna energija privodi izravno krajnjoj potrošnji (na pr. ugalj gori u peći). Zato je korisna energija, koja je stvarno privedena svojoj svrsi, relativno mala što ovisi još i o raznovrsnim manje važnim faktorima. Uspješno se može utjecati na izbježive faktore, u svrhu postizavanja bolje ekonomije, tako da se uređaji, kako kod pretvaranja primarne energije u sekundarnu (t. j. oplemenjenu energiju), tako i kod izravnog privoda primarne energije u potrošnju, grade što racionalnije (na pr. peći za ugljen sa boljim stepenom djelovanja i t. d.).

Stepeni djelovanja pojedinih industrijskih grana u godini 1956. iznosili su u FNRJ:

U plinarama je iskorištenje primarne energije u presjeku 65%, dok je srednjeevropski prosjek 79,5%. Gubici razvoda plina bili su u FNRJ 14%, dok se u Evropi u prosjeku kreću između 5,3% u Švicarskoj do 12% u Francuskoj.

U koksarama je iskorištenje primarne energije bilo 86% i ovaj postotak odgovara približno evropskom prosjeku.

U termoelektranama (javnim i industrijskim) prosječni stepen djelovanja bio je 15,75%, odnosno 5460 kcal/kWh.

Iz izvještaja Ujedinjenih nacija — Komisije za Evropu u godini 1956., je vidljivo da je prosječna potrošnja topline u termoelektranama u Evropi bila:

1937. godine	4900 kcal/kWh
1949. godine	4200 kcal/kWh
1955. godine	3700 kcal/kWh

Naša potrošnja, prema evropskom prosjeku, bila je

u 1937. godini veća za	560 kcal/kWh
a 1955. godine veća za	1760 kcal/kWh

Preračunamo li potrošene količine topline u termoelektranama na uslovni mrki ugalj od 4000 kcal/kWh vidimo da smo u godini 1956. potrošili 955.000 t ugljena više od evropskog prosjeka u godini 1955., a za istu proizvodnju kWh.

U rafinerijama je iskorištenje primarne energije oko 87%, dok je u Evropi ovaj stepen nešto viši i to za cca 3% (Zapadna Njemačka, Italija, Francuska).

Ove usporedbe pokazuju slabiju ekonomiju u našoj zemlji za oko 3%, no tek bi se sa individualnom komparacijom moglo dati točnije podatke o kvaliteti pretvorbe. Naše su rafinerije naime manje od onih evropskih, a i konačni produkti su nešto različiti (nerazmjer neenergetskih produkata 9,8% FNRJ naprama 8,2% u Evropi i t. d.).

Zemni plin uključivo kaptažni koristio se svega sa 55% od toplinske vrijednosti količina zahvaćenih eksploatacijom. Boljom manipulacijom i odgovarajućim uređajima mogao bi se gubitak zemnog plina smanjiti za oko 80%, te ga privesti za primjenu u industriji.

Analizom obuhvaćene su sve intenzivne grane industrije, kao i saobraćaj i domaćinstvo, te se dade ustanoviti da se u svakoj grani može poboljšati toplinsko gospodarstvo. Ovi tehnički pokazatelji nisu, međutim, dovoljni dok ih ne pogledamo kroz ekonomsko ostvarenje u dinarima. Zato je vrlo važan podatak koji pokazuje kako je korisno štediti toplinu. U FNRJ daje 1% godišnje uštede goriva vrijednost od 1,7 milijardi dinara. Srednji stepen djelovanja u FNRJ u 1956. g. iznosio je 26,5%, dok je iste godine srednji svjetski stepen djelovanja iznosio 36,8%, što znači da je u FNRJ relativni potrošak topline veći za 28%.

Ne znači, međutim, da bi bilo ekonomično uložiti tolike investicije da bi se potrošnja topline izjednačila sa svjetskim prosjekom. Postoji, međutim, realna granica maksimalnih opravdanih investicija. Ovu dobijemo ako izjednačimo efekat godišnje uštede goriva sa godišnjim opterećenjem za investiciono ulaganje. Uz prednje uslove dobivamo još kao višak smanjenje troškova prijevoza, a ujedno oslobađamo saobraćajne kapacitete.

Iz krivulja, koje prikazuju prosječne potrebne investicije za postizavanje 1% uštede topline, vidljivo je da se uštede do cca 8% postižu s relativno malim sredstvima, a daju ekvivalent vrijednosti od cca 13 milijardi dinara godišnje. Granica racionalnog investiranja za uštedu topline u FNRJ nalazi se u prosjeku oko 13%. U nekim industrijskim granama ovaj je postotak viši, na pr. u saobraćaju i elektroprivredi, dok je u nekima opet nešto manji.

Metode i rezultati rada na unapređenju toplinskog gospodarstva

U našoj zemlji već više od 3 godine djeluju pojedine specijalizirane ustanove na unapređenju toplinskog gospodarstva i to:

Institut za elektroprivredu, Zagreb,
Institut za ugalj, Beograd,
Kemijski institut *Boris Kidrič*, Ljubljana
Mašinski institut SAN, Beograd.

Navedene ustanove su svoje intervencije na terenu, u cilju ekonomizacije toplinskog gospodarstva, podijelile na:

1. Preglede postrojenja ili t. zv. prva pomoć,
2. Detaljna ispitivanja,
3. Specijalne zadatke.

Pregledi su vrste intervencija, koje omogućavaju brzo upoznavanje današnjeg stanja u većem broju poduzeća, te služe kao osnova za organiziranje sistematske službe toplinske racionalizacije. Takve ubrzane intervencije zahvaćaju veći broj poduzeća, te eventualno poduzeća cijele grane industrije, u kojima se putem stručnog pregleda, te kontrolnih brzih mjerenja, analiza pogonskih podataka i t. d., određuje približni kvalitet toplinsko-energetskog stanja. Tom prilikom se donose zaključci o tome da li je takva intervencija dovoljna, ili je korisno pristupiti detaljnom ispitivanju. U velikom broju pogona mogu se već na temelju pregleda preporučiti prve grube mjere racionalizacije i odrediti približni efekat uštede, kao i orijentaciona visina potrebnih investicija.

Detaljna ispitivanja imaju karakter temeljitog ispitivanja putem kontrolnih mjernih instrumenata. Ispitivanja se vrše pojedinačno na dijelovima poduzeća ili kompleksno za cijelo poduzeće. Na temelju rezultata ispitivanja i detaljne analize ustanovljenih problema daju se prijedlozi s ekonomskim obrazloženjem.

Specijalni zadaci rješavaju problem pravilnog usmjeravanja službe racionalizacije, te pronalaze načine i sredstva za ubrzano djelovanje putem organizirane službe ili putem prenošenja potrebnih uputstava, pomagala i pomoći na sama poduzeća. Nadalje u specijalne zadatke spada izrada osnovne dokumentacije o tehničko-ekonomskim karakteristikama toplinske opreme, goriva, kretanja proizvodnje i potrošnje energije i t. d., a koja su neophodno potrebna za sistematsko djelovanje na području toplinske racionalizacije.

Navedeni instituti uskladili su metode rada, te djeluju na terenu po teritorijalnoj raspodjeli ili po specijalnosti.

Mjerilo za donošenje odluke, što će se u kojem poduzeću poduzeti, bila je važnost poduzeća kao potrošača goriva (toplinski intenzitet), stanje njegovog toplinskog gospodarstva, te značaj zadatka za narodnu privredu.

Pregledi postrojenja — prva pomoć

Navedenim radovima zahvaćen je od 1956 do danas slijedeći broj poduzeća u FNRJ i to:

grana 111	Termoelektrane	9 objekata
grana 114	Crna metalurgija	3 objekta
grana 115	Obojena metalurgija	4 objekta
grana 123	Papirna industrija	7 objekata
grana 124	Tekstilna industrija	37 objekata
grana 125	Industrija kože i obuće	6 objekata
grana 127	Prehrambena industrija	25 objekata

Na osnovu ovog djelovanja dan je prikaz rada u 91 poduzeću s podacima o kotlovima sa strukturom, količinom i vrijednosti godišnje potrošnje goriva.

U posebnom elaboratu za svako poduzeće dane su približne mogućnosti godišnje uštede u gorivu i novcu, te način putem kojih mjera bi se mogao postići željeni rezultat uštede. Dani su i prijedlozi za manje investicije, a koje bi dale sigurni ekonomski rezultat. U navedenim pregledima je pokazano da bi se mogla postići godišnja ušteda u gorivu od oko 1.137 milijuna dinara kod jednokratnih investicija u približno istom iznosu. Prosječna godišnja ušteda naprama godišnjim troškovima za gorivo iznosi oko 17%.

Iako svako poduzeće imade svoje specifičnosti u tehnološkom procesu, ipak je bilo moguće naći zajedničke nedostatke, a koji utječu posredno ili neposredno na toplinsku ekonomiju svakog poduzeća.

U svrhu otklanjanja ovih nedostataka preporuča se slijedeće:

1. Provesti pravilno rukovanje i održavanje kotlovskih postrojenja, postrojenja tehnološkog procesa i razvoda pare.
2. Usmjeravanje postrojenja na ekonomski najpovoljnije vrste i sortimente goriva.
3. Stručni nadzor i kontrola procesa izgaranja u kotlovima i ostalim uređajima putem instrumenata.
4. Kod kombinirane proizvodnje električne energije i topline u industrijskim pogonima treba različita grijanja, koja služe tehnološkom procesu, provesti iz »oduzimanja« ili putem protutlačnog pogona gdje je to moguće.
5. Pojedine kapacitete u procesu proizvodnje i potrošnje treba ekonomski koristiti.
6. Smanjivanje gubitaka u toplinskom toku od ugljena do krajnje potrošnje topline, te nastojati da gubici u povratnom kondenzatu budu što manji.
7. Smanjivanje gubitaka topline uslijed loše izolacije postrojenja, cjevovoda i ostalih mjesta koja se u toku procesa griju odnosno hlade.
8. Zamjena i popravak najpotrebnijih mjernih instrumenata za optimalno-ekonomsko vođenje pogona.
9. Zamjena odnosno rekonstrukcija najneekonomičnije opreme u tehnološkom procesu.
10. Briga za stalno podizanje stručnog znanja ložača i strojara, koji vode pogon toplinskih postrojenja, te premiranje ovog kadra na osnovu ekonomski postignutih rezultata.

Detaljna ispitivanja

Ova su izvršena i obuhvatila su do kraja 1957. godine slijedeće grane u cijeloj FNRJ:

grana 111	Termoelektrane	9 poduzeća
grana 121	Cementarne	1 poduzeće
grana 127	Prehrambena industrija	4 poduzeća

Izrađeni su opširni elaborati sa energetsko-ekonomskim prikazima. Iz ovih je vidljivo da su na 73 parna kotla vršena detaljna ispitivanja. Godišnja vrijednost upotrebljenog goriva u ovim postrojenjima iznosi oko 3500 milijuna dinara. S jednokratnim investicijama od 337 milijuna dinara moguće je svake godine postići uštedu goriva od 238 milijuna dinara, t. j. investicije se isplate za 1,4 godine, a ušteda će iznositi 9,6% godišnjih troškova za gorivo.

Specijalni zadaci

Ovim zadacima su obuhvaćeni opći problemi koji su važni i značajni u rješavanju toplinskog gospodarstva u Jugoslaviji. Spomenut ćemo samo neke radi upoznavanja:

Savjetovanje o primjeni toplinske racionalizacije u Rijeci 12. 12. 1958.

Elaborat o ekonomskoj opravdanosti toplinske racionalizacije u FNRJ

Ovaj rad sveobuhvatno analizira privod energija, glavne vrste pretvorbe (oplemenjivanja) i potrošak u zemlji. Iz njega se vidi struktura svih vrsta energija, njihove količine, kvalitet i primjena. Posebni dio je ekonomska analiza, koja pokazuje kako se ove energije troše kod nas u upoređenju s evropskim prosjekom, i gdje su glavna vrela gubitaka topline kod nas. Nadalje se obrađuje efekat uštede, koji bi se realno mogao postići sistematskom službom racionalizacije toplinskog gospodarstva s obračunom rentabiliteta.

U elaboratu je istaknuto u kojoj vrsti primjene (saobraćaja, grane industrija i kućanstvo) postoje mogućnosti racionalizacije i kojeg su reda veličine uštede.

Sastav parnih kotlova u NRH

Rad sadržava:

Tehničke karakteristike svih kotlova iznad 20 m² u eksploataciji u NRH;

Ekonomsku analizu, koja daje detaljni uvid:

1. U ekonomičnost kotlovskog sastava u NRH;
2. U ekonomsku opravdanost s obzirom na korištenje vrsta goriva, koja su u upotrebi;
3. U povoljnost s obzirom na udaljenost rudnika.

Kritički osvrt s prijedlozima s obzirom na:

1. Orijentaciju na ekonomski povoljna goriva;
2. Racionalizaciju u cilju poboljšanja stepena djelovanja kod postojećih sastava;
3. Obnavljanje starih i dotrajalih kotlova i normalni prirast, te sugestije za uvođenje ekonomičnih sistema kotlova;
4. Unapređenje domaće mašinogradnje.

Katastar izvora toplinske energije u NRH

Ovo je djelo namijenjeno izboru goriva za ekonomično toplinsko gospodarstvo i putem njega omogućeno je industriji, da se orijentira na ekonomski najpovoljnija goriva.

Određivanje normativa potroška topline u termoelektranama

Dat je moderan postupak za određivanje normativa na osnovu pojedinačnih energetskih karakteristika kotlova i turboagregata, te skupnih za sve moguće sprege. Metoda sadrži bilanciranje u koje ulazi vlastiti potrošak i svi gubici. Ovime je data osnova za ekonomično vođenje pogona i pravilno premiranje osoblja.

Orijentacija centralnih grijanja NRH na ekonomski povoljna goriva

U ovom djelu data su uputstva za prelaz od koksa i deficitnih kvalitetnih mrkih ugljena na lignite, zemni plin i mazut. Ovim radom dokazano je da bi se shodnim mjerama moglo zamijeniti velik dio mrkog uglja s lignitom.

Elaborat o toplinskim svojstvima izolacija domaćih tvornica izolacija

Ispitivanja su vršena na 18 vrsta izolacija domaće proizvodnje. Njihova svojstva su uspoređena s proizvodima inostranog porijekla. Izrađena je tehnička i ekonomska analiza.

Stehiometrički pokazatelji domaćih vrsta ugljena

Za izvjestan broj vrsta domaćih ugljena izrađeni su stehiometrički pokazatelji, koji sadrže svojstva ugljena koje treba poznavati za ekonomično dimenzioniranje kotlova i peći, kao i za uplivisanje na ekonomiju u pogonu.

Stanica za ispitivanje peći i štednjaka u domaćinstvu

Domaćinstvo je najveći potrošač goriva u našoj zemlji, naročito ogrjevnog drveta. Koristi racionalizacije goriva u domaćim pećima, ognjištima, štednjacima i t. d. su od naročite važnosti. Radi toga su izvršene pripreme za podizanje stanice za kontrolu ložišta u domaćinstvu u Ljubljani, te će pored slične ispitne stanice u Beogradu biti centar za određivanje kvaliteta peći i štednjaka domaće izvedbe.

Uzdizanje kadrova

Savjetovanje ložača i strojara parnih postrojenja

U cilju podizanja stručnog znanja ložača i strojara održani su u industrijskim centrima seminari, na kojima je održano 5 predavanja iz glavnih područja sagorijevanja, ekonomije topline, sigurnosti pogona i stimulacije osoblju za veću produktivnost.

Učesnicima seminara podijeljena su štampana predavanja s uputstvima.

Seminari su održani na primjer na području NRH u Karlovcu, Rijeci, Sisku, Splitu, Zagrebu i Osijeku.

Ukupni broj slušača bio je oko 1100. Predavanja su bila popraćena filmom CO_2 *i promaja.*

Predavanja za ložače i strojare termoelektrana

Održana su 3 predavanja za oko 300 prisutnih ložača i strojara, uz prikazivanje filma o teoriji i praksi sagorijevanja.

Kako se vidi problematika toplinske racionalizacije obuhvaćena je kompleksno, te je nakon upornog rada od 3 godine obuhvaćeno 106 poduzeća u FNRJ, a koja troše količinu goriva od oko 16% po vrijednosti, odnosno 22% po količini topline u FNRJ.

Dalje je vidljivo da je u navedenim poduzećima moguće uštediti oko 13% godišnjih troškova za gorivo, te da prosječni odnos jednokratnih investicija prema godišnjoj uštedi goriva iznosi oko 1,25.

Na radu su stečena znatna iskustva specijaliziranih ustanova, koje su opremljene odgovarajućom mjernom opremom, te su u mogućnosti da rješavaju konkretne zadatke u našoj industriji, u svrhu njenog što boljeg i racionalnijeg rada.

Naslov pisca: Ing. Zdenko Sakar, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

Austrijska iskustva u građenju kotlova za naše lignite

Na traženje Elektre Zagreb, počeo je Waagner-Biro AG, Graz i do kraja završio konstrukciju elektrane u Konjščini u priključku na elektranu, koja je tamo već u pogonu, a koju je podigla firma Sulzer, Winterthur, prema raspoloživim iskustvima u Austriji i Njemačkoj za elektrane na smeđi ugljen.

Pri tome išlo je osobito u prilog to, što je ugljen, koji se upotrebljavao u Konjščini, izvanredno sličan gorivima, koja se djelomice upotrebljavaju u austrijskim elektranama na smeđi ugljen, kao i to, što svojstva drozge kod ovog ugljena odgovaraju u Austriji poznatom tališnom dijagramu pepela odnosno drozge.

Zbog toga je bilo očekivati, da od strane firme Waagner-Biro provedena konstrukcija postrojenja ne će dovesti ni do kakvih poteškoća u nesmetanom radu kalorične elektrane, i da će dimenzioniranje komore za izgaranje kao i njena konstrukcija u toj mjeri zadovoljiti, da će se izbjeći zgrudavanje pepela i na samim otvorima plamenika.

Prva pogonska iskustva tokom prošle zime potvrdila su ispravnost ove pretpostavke, i ona će ujedno biti mjerodavna za konstrukciju daljnjih postrojenja, koja se izgrađuju u Jugoslaviji za upotrebu sličnog smeđeg ugljena.

U osobitoj je vezi sa nesmetanim pogonom kalorične elektrane pravilan izbor mlinova a time i mljevenja primijenjenjih goriva. Postojala bi mogućnost da se primijene Krämer-mlinovi mjesto KSG-mlinova. Takovi mlinovi, kod skoro jednake potrošnje ugljena, koji se po toni propušta

kroz mlin, melju znatno grublje, pri čemu je nužno upotrebiti znatno manju snagu mljevenja. No grublje mljevenje daje mogućnost brzog nakupljanja drozge u kotlu iz roštilja za dogaranje, budući da kod rešetanja u komori za izgaranje grublje čestice ugljena mogu da izgore samo na roštilju za dogaranje, no tamo opet može da uslijedi pretvaranje pepela u drozgu pod uplivom porasta temperature. No grublje mljevenje ima osim toga negativnu stranu, da goruće ugljene čestice, koje izlaze iz plamenika s velikom izlaznom brzinom, pretiču molekule plina, zbog svoje razmjerno veće mase, tako da mogu da se pojave znatno više temperature pepela u zonama određene temperature plina.

Konstruktor može da savlada probleme komore izgaranja i ogrjevne površine samo po stvarnoj temperaturi plina. Ako čestice pepela prijeđu u stanju drozge u zonama niskih, tj. protiv pretvaranja u drozgu sigurnih temperatura plina, dakle s višom temperaturom negoli bi to odgovaralo proračunatoj plinskoj temperaturi, po stečenim iskustvima, dolazi do prilično brzog zamazivanja ogrjevnih površina pregrijača, koje dolaze odmah iza Schottovog pregrijača.

Ova spoznaja potakla je Waagner-Biro AG, da upotrebi KSG-mlinove sa samom po sebi većom snagom mljevenja, no da pri tome i dobije proizvod ugljene prašine, koji pretpostavlja izvanredno fino samljevanje goriva. Male čestice goriva izgaraju već lebdeći neposredno iza plamenika tako, da roštilj naknadnog izgaranja ostane skoro slobodan od obloga, i da je osim toga nemoguće uzletanje pepela u stanju drozge preko i izvan područja sigurne temperature plina, jer male čestice pepela mogu da predaju svoju toplinu pravovremeno i u cijelosti plinskom stupu.

Zbog toga je Waagner-Biro AG upotrebila KSG-mlinove koji su se pokazali kao odlični u dosadašnjem pogonu.

Suradnja, koja je bila po prvi put provedena uz ovakovo postrojenje s hrvatskom tvornicom kotlova »Tvornica parnih kotlova«, u Zagrebu, dovela je do glatkog provođenja montaže kao i garancije za postrojenje kotlova.

Premda je cjelokupna odgovornost za konstrukciju, snagu kao i za postavljanje postrojenja ležala u rukama Waagner-Biroa AG, od kojega potječu i proračuni za termičke i statičke iznose, »Tvornica parnih kotlova« je na odličan način, zajedno s projektantskim poduzećem, sudjelovala kod zadovoljavajućeg podizanja elektrane.

Kod novozapočetog projektiranja dalekovodne toplane u Zagrebu, za koje je dobila nalog firma Waagner-Biro, poslužit će se dalekosežno iskustvima postrojenja Konjščina, osobito promatrano sa stanovišta ugljena.

Dir. Dipl. Ing. H. Rasworschegg,
Waagner — Biro A. G., Graz.

VIJESTI POD UPRAVA I INSTITUTA

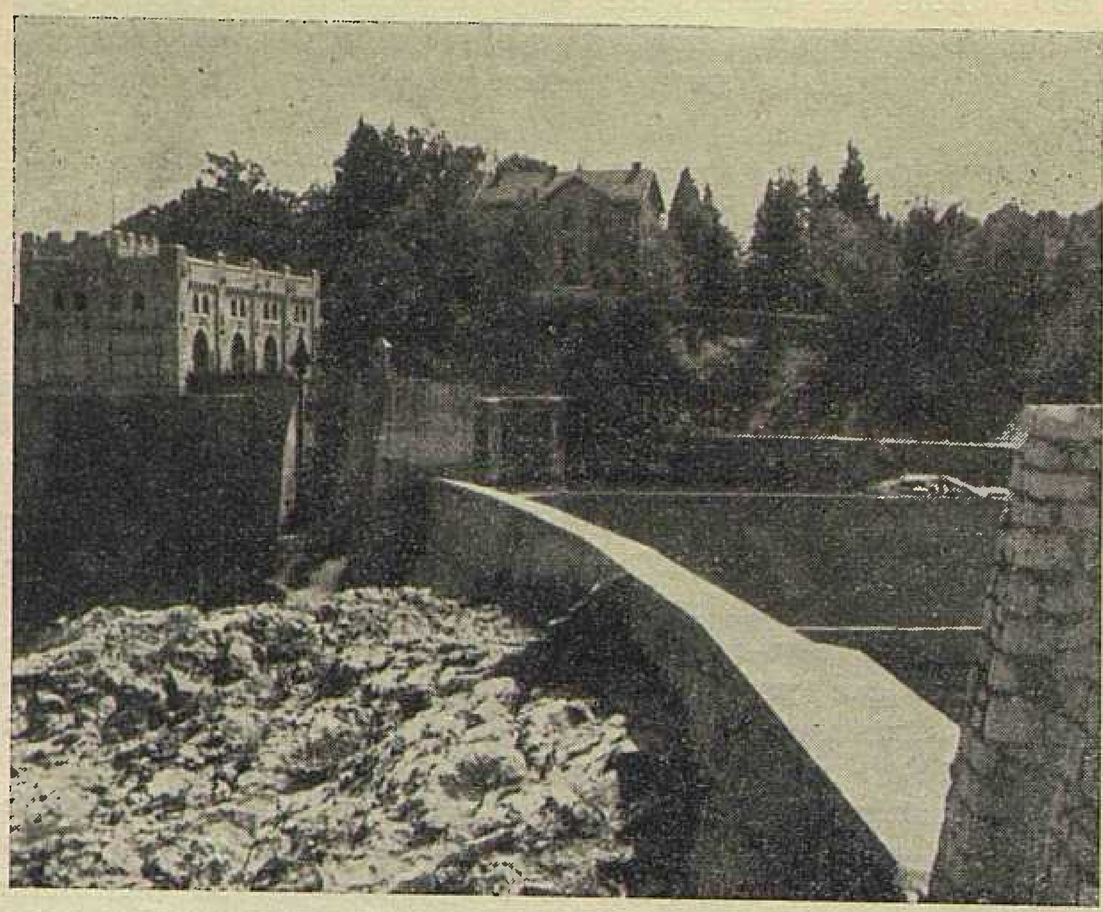
Proslava 50-godišnjice elektroprivrede grada Karlovca 1908 - 1958

Krajem prošle godine, 25. 10. 1958. održana je u Karlovcu svečana sjednica Radničkog savjeta poduzeća *Elektra i Elektrana,* koja danas vrše elektroprivrednu djelatnost u području Karlovca. Svečanu sjednicu otvorio je predsjednik Radničkog savjeta drug Branko Mihanović, a referat je održao direktor *Elektre* drug Albin Klemenčić. Nakon toga su predana pismena priznanja i nagrade dvanaestorici najzaslužnijih dugogodišnjih radnika u poduzeću. Na svečanom prijemu u Starom gradu na Ozlju kod predsjednika N. O. Kotara Karlovca Jože Tomca govorili su predstavnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske drug ing. Franjo Cenčić i Instituta za elektroprivredu u Zagrebu drug ing. Božidar Filipović.

Dajemo izvod iz referata druga Klemenčića:

U listopadu godine 1906. dobiva grad Karlovac odobrenje za iskorištavanje vodene snage rijeke Kupe u Ozlju, pa se moglo prići ostvarenju osnove za elektrifikaciju grada Karlovca. U travnju 1907. započeli su prvi pripremni radovi na gradnji.

Građevinske radove izvodio je gradski građevinski ured u režiji gradske općine. Pogonske strojeve, Francis-ove turbine i pomoćne uređaje dobavilo je i ugradilo poduzeće F. M. Vith iz St. Pölten-a, a generatore, transformatore i rasklopni uređaj poduzeće Elin iz Weiz-a.



Sl. 1. Hidroelektrana Ozalj I.

Gradnjom se započelo u svibnju 1907., a već početkom kolovoza 1908. radovi su bili u završnoj fazi, pa je na veliko iznenađenje građana u istom mjesecu gradnja dovršena.

Snaga turboagregata bila je dva puta po 900 KS — 780 kVA 5/20 kV. Transformatori bili su otvorene izvedbe sa zračnim hlađenjem.

Istodobno je izgrađen i dalekovod 20 kV od Ozlja do Karlovca u dužini od cca 16 km., te glavna transformatorska stanica 20/5 kV u Karlovcu sa transformatorima 2 × 1400 kVA. Ovi transformatori bili su također otvorene izvedbe, suhi sa prisilnim hlađenjem.

Za razvod po gradu izgrađeno je 14 trafostanica sa naponom 5/0,2/0,11 kV. i 6 km kabelske mreže visokog napona 5 kV.

Mreže niskog napona izgrađeno je 20 km i to pretežni dio kao slobodni vodovi.

Instalirano je samo nekoliko javnih zgrada i ulična rasvjeta, te je na dan uključenja bilo svega priključeno oko 500 žarulja i to veći dio za uličnu rasvjetu, u kojoj je bilo instalirano i 12 lučnih svjetiljaka, koje su u to vrijeme bile senzacija.

Priključna vrijednost bila je u prvi mah 200 kW.

18. kolovoza 1908. na večer zasjalo je prvi puta električno svijetlo u gradu Karlovcu na veliko veselje građana.

Ovim danom udaren je temelj za ekonomski razvitak Karlovca i stvorena mogućnost za razvoj obrta i industrije, jer je baš električna energija omogućila da se grad Karlovac iz malog trgovačkog gradića razvije u izrazito industrijski grad.

Uslijed povoljne cijene električne energije rasla je potrošnja, a naročito za potrebe obrta i industrije, pa se već 1913. pristupilo ugradnji i trećeg turboagregata snage 780 kVA.

Godine 1921.—1922. zamjenjuju se u centrali Ozalj suhi neekonomični transformatori i ugrađuju novi uljni 2 × 1400 kVA 5/20 kV.

Istih godina ugrađuju se na generatore ventilatori radi boljeg hlađenja i iskorišćenja.

Zbog sve većih potreba električne energije za potrebe industrije gradi se kalorična centrala Dubovac u Karlovcu, sa Diesel motorom 1000 KS-900 kVA, 5 kV, a iste godine uključen je u mrežu Sinhroni motor 400 kVA.

Godine 1926. do 1928. izvršena je rekonstrukcija generatora u hidroelektrani Ozalj, tako da su pojačani na 1×1100

kVA i 2×1200 kVA, pa je time hidroelektrana Ozalj I u konačnoj fazi postigla snagu 3500 kVA ili 2625 kW. Te je godine pridodat još jedan prijenosni transformator 2.500 kVA 5/20 kV.

Sušni periodi pojedinih godina i manji dotok vode rijeke Kupe stvaraju usprkos svih napora smetnje u dobavi električne energije, pa često redukcije ugrožavaju rad industrije.

Zato se 1929–1930. godine nalazi izlaz tako, da se ostvaruje spoj sa elektranom Zagreb i osnivaju se *Udružene električne centrale Zagreb–Karlovac.*

U tu svrhu izgrađen je dalekovod 30 kV Zagreb–Karlovac i prenosna transformatorska stanica Ilovac 30/20/5 kV sa transformatorima 2 × 3000/2000/1000 kVA. Povezana proizvodnja hidro i termo energije pridonijela je ekonomičnom radu obih elektrana, a osim toga spajanjem ovih dviju elektrana otvorila se mogućnost elektrifikacije širih razmjera u razdoblju od 1932. do 1939.

U daljnjem nastojanju za povećanje kapaciteta razmatra se mogućnost izgradnje četvrtog turbinskog agregata na lijevoj obali rijeke Kupe u Ozlju, čime bi bio povećan učin hidroelektrane Ozalj za daljnjih 1730 KS ili ugradnja četvrtog agregata, snage 4500 KS u postojećoj elektrani pod uslovom da se postojeća brana povisi za 1 metar. No drugi svjetski rat prekinuo je ove planove.

Da bi se električna energija dovela do potrošača i da bi je on mogao koristiti, važna je osim proizvodnje, i razdjelna električna mreža, koja je od svoga početnog stanja isto tako sa povećanjem konzuma proširivana.

Početni učin jedine prijenosne transformatorske stanice Dubovac 2 × 1400 kVA morao je biti pojačan, pa je godine 1930. izgradnjom transformatorske stanice »Ilovac« 30/20/5 kV sa 2 × 1000 kVA na strani 5 kV i to riješeno, te osigurana opskrba električnom energijom industrije u sjevernom dijelu grada.

Godine 1933., trafostanica Dubovac pojačava se novim transformatorom jačine 2000 kVA – 20/5 kV.

Po završetku prvog svjetskog rata proširuje se električna mreža, pa je u razdoblju do godine 1939 bilo priključeno 88 gradskih i industrijskih trafostanica 5/0,2/0,11 kV.

Kabelska mreža 5 kV koja je proširivana uglavnom radi industrijskih potrošača, ali skromnih presjeka 6,10 i 16 mm², samo je spretnom spregom jedva zadovoljavala potrebe potrošnje, iako je pet puta povećan opseg početnog.

Gradska mreža niskog napona 110 V tokom vremena proširivana i pojačavana, jedva je zadovoljavala potrebe potrošača, pa se već 1938. predvidjela rekonstrukcija prijelazom na napon od 220 Volti.

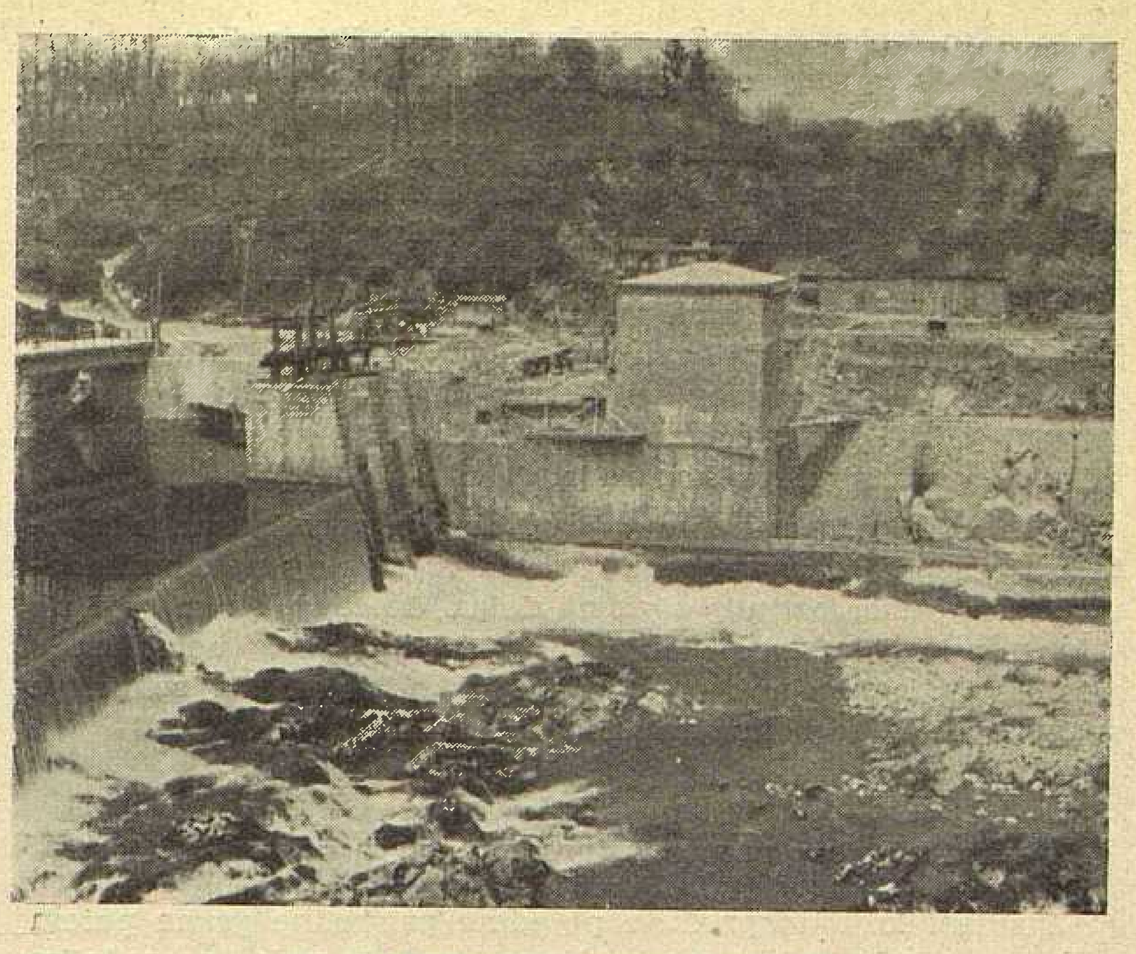
Od godine 1926 elektrifikacija nije se ograničila samo na uže gradsko područje nego i na bliža i udaljenija mjesta i sela kao Dugaresu, Turan, Mekušje, Gradac, Berlin i t. d. Izgradnjom 20 kV voda Ozalj–Metlika, osim usputnih sela Poljice, Kamanje, Bubnjarci, povezano je ovo elektrifikaciono područje i sa Slovenijom.

Po završetku II. svjetskog rata, nakon oslobođenja, u novoj socijalističkoj Jugoslaviji nastao je preokret u razvoju elektrifikacije, uvjetovan novom privrednom politikom i socijalističkom izgradnjom zemlje. Petogodišnjim planom industrijalizacije i elektrifikacije zemlje date su elektroprivredi široke mogućnosti razvoja, jer ona predstavlja onu osnovnu privrednu oblast, o čijoj djelatnosti zavisi industrijski razvoj, ekonomska snaga i nezavisnost zemlje.

To je imalo odraza i na elektroprivredno područje grada Karlovca. Godine 1952. dovršena je i stavljena u pogon HE Ozalj II sa dvije Kaplanove turbine i snagom generatora od 2.200 kW, napona 6 kV, a investicija je iznosila 120,000.000.– Din. Ovdje je potrebno istaći da je HE Ozalj II izgrađena po domaćim stručnjacima, a strojni uređaj, turbine i generatori kao i transformatori proizvod su domaćih tvornica. Istodobno izgrađen je i dalekovod 30 kV Ozalj II – Ilovac. Obje elektrane Ozalj I i Ozalj II nisu samo lokalnog karaktera, već su uključene u elektroenergetski sistem.

Godine 1947.–1948. izgradnjom dalekovoda 30 kV u duljini od 8 km i prijenosne trafostanice Tušmir povezane su električne centrale Pamučne industrije Dugaresa sa elektroprivrednom mrežom.

Produženjem ovoga voda do Oštarija i Gojaka duljine od 38 km i izgradnjom prijenosne stanice Oštarije sa transformatorima 2 × 860 kVA 30/10 kV stvorena je mogućnost privrednog razvoja Ogulinskog područja. Putem ovoga izvora se snabdijeva i gradilište HE Gojak, kojega se gradnja nalazi



Sl. 2. Hidroelektrana Ozalj II.

u završnoj fazi. Puštanjem u pogon ove elektrane imat će grad Karlovac još jedan izvor električne energije.

Od 1945. godine radi poboljšanja energetskih prilika na užem gradskom području izgrađeno je 8 transformatorskih stanica 10/0,4 kV i ugrađeno 18 km kabelskih vodova.

U 1957. dobavila je Elektra ukupno 34,778.876 kWh, a ukupna prodaja iznosila je 27,879.381 kWh, od čega otpada na sam grad Karlovac 19,500.000 kWh.

Brutto produkt poduzeća »Elektra« Karlovac, za godinu 1957. iznosio je 531,477.000.– Din.

Duljina razvodne mreže kabela i zračnih vodova bila je na koncu 1957. godine 1.354 km.

Transformatorskih stanica bilo je 1957. godine 228 komada.

Instalirana snaga iznosila je 29.500 kVA.

Porast potrošnje u razdoblju 1945. do 1956. bio je 174% a od 1956. do 1957. godine 17%.

Maksimalno opterećenje doseglo je u 1957. godini 8,5 MW, od toga u gradu Karlovcu 5,5 MW.

Za rekonstrukciju i budući razvitak električne mreže grada Karlovca izrađena je osnova sa rješenjem, koje obuhvaća perspektivu da će Karlovac imati 60.000 stanovnika i maksimalno opterećenje 22 MW.

Elektra Karlovac djeluje kao samostalno poduzeće od 1957. godine, kada je odvojeno od Elektre Zagreb, te sa svojim pogonima u Ogulinu, Dugaresi, Ozlju i Jastrebarskom zaposluje 130 radnika i službenika.

Nagli porast potrošnje električne energije u industriji i kućanstvu stavlja elektroprivredna poduzeća pred sve veće probleme. Postojeći kapaciteti zaostaju za potrebama potrošača, pa da bi se zadovoljila sadašnja potrošnja i osigurala električna energija novim potrošačima, potrebno je u najkraće vrijeme uložiti najveća moguća sredstva za rekonstrukciju i pojačanje električnih postrojenja Elektrane Ozalj i Elektre Karlovac. Osim toga radi daljnjeg razvoja grada potrebno je izgraditi čvrsti izvor električne energije.

Kada su godine 1950. poduzeća predana radnim kolektivima na upravljanje Radnički savjet postao je jaki politički faktor socijalizma, koji u suradnji sa komunom i neposrednim upravljanjem proizvodnjom razvija inicijativu radnih ljudi. Kroz Radnički savjet i komunu naš radni čovjek postaje svijestan svog društvenog položaja, svoje društvene ravnopravnosti i mogućnosti svog utjecaja na društveno upravljanje.

Anketa savezne industrijske komore o organizaciji naučno-istraživačkog rada

Savezna industrijska komora je preko redakcije informativnog lista *Privredni pregled,* Beograd, organizirala široku anketu o pitanjima organizacije naučno-istraživačkog rada za potrebe privrede. Suradnik zagrebačkog dopisništva ovog lista drug I. Sladkov posjetio je Institut za elektroprivredu u Zagrebu, gdje mu je Ing. B. Baranović dao slijedeće odgovore na postavljena pitanja:

Šta treba da rade naučno-istraživački instituti (program njihovog rada)?

Kod programa rada instituta treba razlikovati osnovno teoretsko istraživanje i studij primjene rezultata teoretskih istraživanja na prilike u našoj proizvodnji. Kod sastavljanja programa instituta treba voditi prema tome računa, koji je institut po svom stručnom sastavu usmjeren na osnovna istraživanja, a koji na njihovu praktičnu primjenu. Naš Institut je u većini svojih radova u okviru ovakvog praktičkog programa, pa ću u svojem daljnjem razlaganju govoriti samo o takovoj vrsti istraživačkog rada.

Osnovno kod postavljanja programa je specijalizacija instituta i višegodišnji program. Uslijed sadašnjeg nekoordiniranog rada naših instituta sigurno dolazi do toga, da se radi na više mjesta ista istraživanja, a isto tako zbog neriješenog pitanja financiranja instituta, oni su prisiljeni da se prime svakog posla, koji momentano traži tržište.

Njihovo mjesto i veza s privredom, odnosno industrijom?

Instituti koji unapređuju pojedine privredne grane putem primjene naučnih dostignuća danas izrađuju pojedine zadatke na temelju pojedinačnih ugovora sa državnim ustanovama, raznim privrednim udruženjima, te poduzećima. U svim ovim organizacijama ne postoje izrađeni višegodišnji programi potreba studijskih radova, pa se svi ugovori sklapaju od slučaja do slučaja. Također kod mnogih proizvodnih poduzeća ne postoji ekonomski interes za unapređenje proizvodnje, pa to još više pogoršava situaciju. Ukratko, današnje veze između instituta i privrede su općenito neorganizirane, a ukoliko postoje, kao na pr. u slučaju našeg Instituta sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, to je iznimni slučaj. Naš Institut ima sa Zajednicom višegodišnji ugovor u kojem su postavljeni okviri studijskog rada Instituta za potrebe ove Zajednice, a svake godine sklapa se godišnje utanačenje u kojem se postavlja detaljni program rada za tekuću godinu, na temelju kojeg Upravni odbor Zajednice osigurava financijska sredstva. U Upravnom odboru Instituta zastupana su nadalje 3 člana iz Zajednice, tako da i tim putem imade Zajednica uvid u poslovanje Instituta i može na njega djelovati.

Smatram da bi u organizacionom pogledu trebalo u svim institutima sličnog karaktera imenovati upravne odbore u kojima bi bila zastupana Savezna industrijska komora i odgovarajuća udruženja onih privredih grana za koje instituti rade.

Problem financiranja naučno-istraživačkih instituta?

Danas je situacija uglavnom nesređena, jer ni poduzeća, ni viša privredna udruženja nemaju stalnih fondova za financiranje istraživačkog rada, nego se sredstva mijenjaju iz godine u godinu, tek stvoreni fondovi se naglo ukidaju, novi se ne stvaraju i t. d. Smatram zato da treba u tom pogledu stvoriti stalnost i osigurati da viša privredna udruženja, a isto tako i poduzeća, mogu raspolagati sa takovim financijskim sredstvima, koja će omogućiti da stvaraju višegodišnji program istražnih radova. U stanovitoj mjeri trebalo bi također da država bude zainteresirana za rad i onih instituta, koji rade na unapređenju pojedinih privrednih grana i da državni budžet predvidi osnovne dotacije ovakovim institutima, kako bi oni bili neovisni u svom položaju prema privrednim granama za koje rade i tako mogli zauzeti kritični stav prema proizvodnji u pojedinoj privrednoj grani i osporavati izvjestan način rada.

Kakav sistem nagrađivanja naučnih radnika treba uvesti, da bi on bio dovoljno stimulativan da ih veže samo za njihov naučni rad u institutu gdje rade?

Zakonom o javnim službenicima stvorena je tendenca, da se u svim institutima uvede automatizam u plaćama u vezi sa stručnim zvanjem i godinama službe, što smatram da nije stimulativno i da bi trebalo nastojati da se naročito u institutima za unapređenje pojedinih privrednih grana ostavi sistem plaća kakav je ranije postojao, t. j. da se ostavi pravilnik o plaćama u kojem se je moglo individualno ocijeniti vrijednost radnog mjesta u institutu, kao i kvalitete suradnika, koji rade na tim mjestima. Rasponi plaća u takovim pravilnicima za pojedina radna mjesta bili su dovoljno široki tako da su upravni odbori mogli s dovoljno elasticiteta određivati plaće, koje su ustvari bile stimulativne, jer su uzimale u obzir sve okolnosti, a naročito zalaganje i uspjeh u radu. Premiranje u onom smislu, kao što se provodi u poduzećima, kod rada u institutima teško se može primijeniti i ovdje bi došla u obzir samo nagrađivanja za neke naročite uspjehe u radu.

Kakav odnos treba da bude između instituta i proizvodnih, odnosno industrijskih poduzeća?

Kako je već prije rečeno privredne organizacije treba da budu zastupane u upravnim odborima instituta, da imaju s institutima višegodišnje ugovore, koji se, naravno, svake godine dopunjuju pojedinačnim ugovorima za konkretne zadatke, a bilo bi također ispravno, kad bi i instituti bili barem savjetodavni članovi viših privrednih udruženja.

Prvo zasjedanje studijske grupe za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE

Studijska grupa za zaštitu i releje osnovana je na pretposljednjem zasjedanju Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE održanom 1956. u Niškoj Banji.

I. zasjedanje ove grupe održano je u Ljubljani 22. i 23. 12. 1958.

Pri tome su održani slijedeći referati:

1. Ing. Ljubomir Grupković, Elektroprojekt, Sarajevo: *Uprošćavanje zaštite transformatora primjenom »zaštite kućišta transformatora«*

2. Ing. Aleksandar Baborsky, Elektroprojekt, Zagreb: *Neka pitanja u vezi primjene tehnike ponovnog ukapčanja u našoj zemlji visokog i najvišeg napona*

3. Ing. Mirko Skulić, Elektroprenos, Sarajevo: *Primjena uređaja za tropolno sporo ponovno uključivanje tipa RU-50 u 110 kV mreži NR BiH*

4. Ing. Eduard Höfler, Inštitut za elektriško gospodarstvo, Ljubljana: *Distančna zaščita in direktna ozemljitev*

5. Ing. Željko Zlatar, ZEPH, Zagreb: *Prijedlog o postupku uklopnog osoblja prilikom proraćivanja zaštite učinskih transformatora u postrojenjima poduzeća Elektropenos Zagreb*

6. Ing. Velimir Hangi, ZEPH, Zagreb: *Zaštita sabirnica*

7. Ing. Željko Zlatar, ZEPH, Zagreb: *Statistika smetnji u 110 kV mreži sjeverozapadne Hrvatske (I tromjesečje 1958.)*

8. Ing. Velimir Hangi, ZEPH, Zagreb: *Problematika korištenja domaće električne zaštite,* dano u formi kraće pisanog referata.

Za diskusiju su postavljene slijedeće teme:

1. Tehn. Antun Šaler, ZEPH, Zagreb: *Propisi za preuzimanje, stavljanje u pogon i održavanje električnih zaštitnih uređaja,* dano u formi kraćeg pisanog referata.

2.–7. Dr. Ing. A. Ogorelec, Tvornica Tela, Ljubljana: *Koji sistemi se preporučuju za zaštitu generatora od vanjskih kvarova odnosno preopterećenja (prekostrujni, termički ili distantni)?*

Da li je potrebna zaštita generatora od nesimetričnog opterećenja?

Da li je potrebna zaštita sabirnica?

Kakova postoje mišljenja ili eventualno iskustva sa uzemljenjem srednjenaponskih mreža preko otpora?

Kakova će biti zaštita mreža za 220 kV (mišljenje o zaštiti sa komparacijom faza)?

Kakovo je iskustvo sa upotrebom frekventnih releja kao automatskog dispečera manje važnih potrošača?

Nakon kraćeg iznošenja sadržaja pojedinih referata od strane autora, prelazilo se na diskusiju o pojedinim referatima te su doneseni slijedeći

Zaključci

Ref. 4-I-1: Ing. L. Grupković: Pojednostavnjenje zaštite transformatora primjenom zaštite kućišta.

Zaključci

1. Ova vrsta zaštite dolazi u obzir samo u mrežama sa direktno uzemljenom nultočkom.

2. Preporučuje se upotreba ove vrste zaštite gdje to prilike dozvoljavaju, a naročito kod jednofaznih jedinica, makar uporedo – bar za prvo vrijeme – sa diferencijalnom zaštitom, iz razloga sigurnosti.

3. U NR Srbiji već je ova zaštita primijenjena, pa se očekuje, da će se na tome steći izvjesna iskustva. U vezi s tim treba utvrditi i rezultate odnosnih ispitivanja i objaviti ih na slijedećem zasjedanju studijske grupe za zaštitu i releje.

Ref. 4-I-2: Ing. A. Baborsky: Neka pitanja u vezi primjene tehnike ponovnog ukapčanja.

Ref. 4-I-3: Ing. M. Skulić: Primjena uređaja za sporo ponovno uključivanje tipa RU 50.

Ref. 4-I-4: Ing. E. Höfler: Distantna zaštita i direktna uzemljivanja.

Zaključci (110 kV mreža)

1. S obzirom na sadašnje stanje zaštitnih uređaja i prekidača preporuča se u 110 kV mreži:

1-polno ponovno ukapčanje za sve važnije jednostruke dalekovode (međurepubličke veze i sl.). S obzirom na mogućnost uređaja beznaponska pauza neka iznosi 0,4 do 1 s.

3-polno ponovno ukapčanje sa kratkim vremenskim pauzama (0,2 do 0,4 s) neka se primijeni na jednostrukim vodovima, gdje time nije ugrožen stabilitet i gdje se na kraju voda nalaze potrošači bez izvora (jednostrano napajanje ili T-oblik mreže)

3-polno ponovno ukapčanje sa dužim vremenima beznaponske pauze (preko 0,5 s) pogodan je naročito za dvostruke vodove i kraće petlje. Vrijeme beznaponske pauze treba odabrati s obzirom na vrijeme izbacivanja prekostrujne zaštite, gdje ova postoji. Na osnovu iskustva u NR BiH preporučuje se primjena uređaja tvornice Tela tip RU 50.

2. Kod prijelaza postojećih mreža 110 kV na direktno uzemljenje pojavljuje se pitanje prerade neodgovarajućih releja, naročito izvedbe BBC i Siemens, za rad kod jednopolnog ponovnog ukapčanja. U vezi s tim zaključeno je, da će se ispitati mogućnost rekonstrukcije tih releja i to BBC kod Zajednice Hrvatske i Siemens kod Zajednice Slovenije. Rezultate treba saopćiti komitetu za zaštitu i releje.

220 kV mreža

1. U prvo vrijeme za 220 kV mrežu treba naručiti prekidače i releje prikladne za jednopolno ponovno uključivanje.

2. Treba ispitati mogućnost primjene VF kanala (postojećih aparatura) za prijenos impulsa za iskapčanje prekidača na suprotnoj strani. Treba razmotriti mogućnost produženja prvog stepena i udešenja beznaponske pauze s obzirom na stepenovanje distantnog releja. Ova pitanja će razmotriti Elektroprenos Sarajevo u zajednici sa EPS.

Općenito

1. Dosadašnja iskustva na uređajima za ponovno ukapčanje su pokazala, da moramo biti oprezni s relejima, koji imaju filigransku izradbu.

2. Osjeća se pomanjkanje koordinacije rada o pitanjima zaštite, ponovnog uključivanja i svih problema izgradnje 110 i 220 kV mreža. Preporučuje se da se u okviru Jugela formira jedno tijelo koje će koordinirati rad o svim ovim pitanjima.

Ref. 4-1-5: Ing. Ž. Zlatar: Prijedlog upute o postupku uklopnog osoblja prilikom proraćivanja zaštite.

Zaključci

1. Uputa može korisno poslužiti pogonskom osoblju u ocjenjivanju kvarova na učinskim transformatorima.

2. Uputu treba dopuniti direktivama o termičkoj zaštiti, a kod diferencijalne zaštite neka se spomenu i drugi slučajevi pogrešnih isključenja. To će izvršiti autor i dostaviti 40 primjeraka novih referata sekretarijatu ovog komiteta. Referati će se dostaviti učesnicima grupnog zasjedanja u okviru slijedećeg savjetovanja.

3. Elektroprenos Sarajevo poslat će svoje pogonske upute u pogledu zaštite, koje će se također uključiti u program rada slijedećeg zasjedanja.

Ref. 4-I-6: Ing. V. Hangi: Zaštita sabirnica.

Zaključci

1. Zaštitu sabirnice treba dalje proučavati time, da će se na idućem zasjedanju to pitanje ponovo razmatrati. Kod toga treba koristiti vanjska iskustva kao i raspoloživu dokumentaciju. Zadužuje se autor referata, da na slijedećem zasjedanju podnese izvještaj o tome.

2. Ovu zaštitu treba primjenjivati prema konkretnim uslovima, kako za postojeća tako i za nova postrojenja (naročito za razvodne uređaje u kavernama sa agresivnom vodom, kod termoelektrana i kemijskih industrija i t. d.).

Ref. 4-I-7: Ing. Ž. Zlatar: Statistika smetnji u 110 kV mreži sjeverozapadne Hrvatske (I. tromjesečje 1958 god.).

Zaključci

1. S obzirom da je referat podijeljen tek na samom zasjedanju, učesnici se pozivaju, da pošalju svoje primjedbe pismeno referentu do kraja januara 1959. Referent će na osnovu tih primjedaba i postojećih statistika kvarova u NRS, BiH i LRS izraditi definitivni prijedlog za iduće zasjedanje.

2. Ovakva jedinstvena statistika kvalitete rada zaštite i releja nameće se kao nužna potreba za čitavu elektroprivredu i elektroindustriju.

3. S obzirom na informaciju, da će Jugel upotpuniti svoju statistiku kvarova, treba kod toga voditi računa, da će se iz ove pogonske statistike o radu zaštite moći izvući svi potrebni podaci za Jugel.

Tema 4-I-01: A. Šaler: Propisi za preuzimanje, stavljanje u pogon i održavanje električnih zaštitnih uređaja.

1. Propisi za preuzimanje releja i zaštitnih uređaja pripremit će se u okviru odgovarajućeg tehničkog odbora Jugoslavenskog elektrotehničkog komiteta.

2. Osim tih potrebni su svakako još propisi ili smjernice za stavljanje u pogon i održavanje releja i zaštitnih uređaja. Time u vezi pozivaju se sve Zajednice i elektroprenosna poduzeća, da ovom komitetu odnosno sekretarijatu dostave postojeće takve propise. Taj materijal će biti na raspolaganju onima koji će tu problematiku obraditi.

3. Sekretarijatu ovog komiteta neka se dostave i zaključci savjetovanja u okviru raznih elektroprenosnih preduzeća. Taj materijal može također korisno poslužiti za daljnji rad na tom području.

4. Ispitivanje releja neka se prema mogućnostima vrši prije montaže, kako bi se izbjegle smetnje kod ispitivanja prilikom stavljanja u pogon.

5. Izrada uputa za ispitivanje releja kod stavljanja u pogon otežana je time, što postoji više vrsti raznih releja, koje traže različito ispitivanje. Tela će pripremiti upute za ispitivanje svojih releja i dostaviti ih sekretarijatu komiteta zbog daljnje upotrebe.

Tema 4-I-02 i 4-I-03: Dr. Ing. A. Ogorelec: Zaštita generatora od vanjskih kvarova odnosno preopterećenja i od nesimetričkog opterećenja.

1. O tim temama diskutirat će se na jednom od narednih zasjedanja, gdje će se obrađivati problemi generatorske zaštite.

Tema 4-I-04: Dr. Ing. A. Ogorelec: Da li je potrebna zaštita sabirnica?

1. O tom pitanju vođena je diskusija u vezi referata br. 4-I-6.

Tema 4-I-05: Dr. Ing. A. Ogorelec: Kakva postoje mišljenja ili eventualna iskustva sa uzemljenjem nultočke srednje naponske mreže preko otpora?

1. U NR BiH vrše se pripreme za poludirektno uzemljenje nultočke 35 kV mreže. U drugim mrežama 35 kV postoje dobra iskustva sa kompenzacijom struje zemljospoja pomoću Petersenovih svitaka. To pitanje zaslužuje detaljnije proučavanje te će se uključiti u program rada studijskog komiteta za zaštitu i releje.

2. Rezultati pokusa u BiH sa poludirektnim uzemljenjem 35 kV mreže objavit će se u referatu za naredno zasjedanje studijske grupe.

Tema 4-I-06: Dr. ing. A. Ogorelec: Zaštita mreže 220 kV.

1. Prema zaključku sastanka studijskog komiteta za zaštitu i releje dne 23. 12. 1958. u Ljubljani ova problematika će biti na prvom mjestu na narednom zasjedanju studijske grupe, pa će se o tome diskutirati.

Tema 4-I-07: Dr. ing. A. Ogorelec: Iskustva sa frekventnim relejima.

1. Frekventni releji inostrane i domaće proizvodnje upotrebljavaju se u našim mrežama. Iskustva su dobra te je ova mjera korisna za održavanje kontinuiteta pogona.

Tema 4-I-08: Ing. V. Hangi: Problematika korištenja domaće električne zaštite.

1. Praksa je pokazala, da pogonu više odgovaraju releji u kućištima za nadgradnju. Pojedini elementi u njima ne treba da su previše stiješnjeni, što olakšava ispitivanje i revizije.

2. Dugme za kvitiranje signala neka bude pristupačno bez otvaranja poklopca, naročito zbog toga što se releji ponegdje plombiraju od strane nadzorne službe.

3. Ukoliko se zaštitni uređaji nabavljaju iz inostranstva, preporučuje se upotreba domaćih signalnih uređaja.

Ing. V. Hangi

Tehnička pomoć i specijalizacija u inozemstvu

Uvođenje automatizacije u našu industriju zahtijeva sve veću stručnost i umješnost u rukovođenju, kako industrijskim postrojenjima, tako i ekonomikom proizvodnje. Mi često puta nismo u stanju da našim visokostručnim kadrovima omogućimo upoznavanje tehničkih dostignuća u industriji, ekonomičnosti primjene izvjesnih postrojenja, kao i racionalnijoj upotrebi reprodukcionih materijala u izvjesnim granama privrede, pogotovo tamo gdje se uvodi automatizacija. Ovakove pojave nisu svojstvene samo nama, već svim industrijski nerazvijenim zemljama, s tom razlikom što su one u pojedinim zemljama jače i imaju većih posljedica, a u drugim manje. Poznata je akcija, koju stalno provodi Organizacija ujedinjenih naroda – pomoć nerazvijenim zemljama –, a podržavana je i provodi se u jednoj mjeri samostalno od nekih jače razvijenih zemalja. Ta pomoć se očituje u nekoliko oblika, a mi ćemo ovdje pokušati obraditi dva oblika i to davanje eksperata, koji će stručno pomagati u razvoju pojedinih grana privrede i davanje sredstava u obliku stipendije za specijalizaciju stručnjaka.

Kod nas su gotovo svakom poznata ova dva oblika pomoći time, što je drugi mnogo popularniji, a može se reći i korisniji, pa se i primjenjuje više nego prvi. Uzimajući stranog eksperta ne postiže se toliki efekat koliki se postiže odlaskom domaćih stručnjaka na specijalizaciju i to s razloga što se ekspert bavi jednim određenim problemom, a pored toga ne pozna u dovoljnoj mjeri ili nikako domaći jezik, niti ostale prilike, koje su svakako važan faktor, pa se on kao takav ne može niti u dovoljnoj mjeri koristiti. Pored toga domaći stručnjak u sebi gaji latentnu nepovjerljivost kod izvršenja pojedinih stručnih zadataka, te tako gubi i stanovitu upornost kod iznalaženja određenih metoda svojstvenih stručnom radniku. Bilo bi krivo iz ovoga zaključiti nepotrebnost stranih stručnjaka, no svakako bi ih trebalo kanalizirati na jedan manji dio zadataka, naročito na rukovođenju i montaži postrojenja i sl., dok studijske radove, pojedina istraživanja – treba svakako povjeriti domaćim stručnjacima.

Dobivanje stipendije i odlazak na specijalizaciju u inozemstvo ima neuporedivo veću prednost za domaćeg stručnjaka, a time i za samu industriju. Ta prednost proističe iz toga što domaći stručnjak odlazi u industrijski razvijeniju zemlju, gdje mu se pruža prilika da se upozna sa napretkom tehnike, načinom primjene automatizacije u proizvodnji, o iskorišćavanju proizvodnih kapaciteta i niz drugih prednosti, koje ima razvijena industrija. Pored toga upoznat će se i sa jezikom što će mu olakšati praćenje potrebne strane stručne literature, a time i dajnja saznanja na polju tehničkih dostignuća.

Pored čisto tehničkih saznanja, koja se dobiju takovom specijalizacijom pruža se prilika upoznavanja i određene društvene kategorije kroz odnose u proizvodnji. Svi ovi faktori će pomoći kandidatu, da poslije specijalizacije sve ono što je pozitivno primijeni na domaće prilike.

Izbor tema i kandidata, odlazak i potrebno vrijeme za specijalizaciju

Izbor tema se u pravilu vrši putem Uprave za tehničku pomoć FNRJ i Odjela tehničke pomoći OUN-a ili pojedinih nacionalnih tehničkih pomoći. Naime, Uprava za tehničku pomoć FNRJ prikuplja podatke od udruženja za pojedinu proizvodnu granu, ili od njih dobiva već obrađene teme, te ih onda predlaže pojedinoj tehničkoj pomoći. Pošto teme budu prihvaćene dostavljaju se putem SIK-e i putem Republičkih odjeljenja tehničke pomoći udruženjima, koja zatim preko raspisanog konkursa predlažu kandidate i njihove zamjenike za pojedine teme.

Izboru kandidata treba posvetiti veliku pažnju, jer nije nam svejedno koga ćemo slati na specijalizaciju. Ovakav izbor treba vršiti uvijek putem organa samoupravljanja (Komisija), jer tako postoji manja mogućnost pogrješki, nego kada je takav prijedlog učinjen od samo jednog lica. Kod izbora se mora voditi računa o kakvom se kandidatu radi, da li on ima perspektive za razvoj u određenoj problematici, kakove su njegove ambicije na tom polju rada i konačno kakove je rezultate pokazao na tom polju do sada. Treba izbjegavati predlaganje kandidata sa minimalnim ili nikakovim radnim iskustvom, to zato, jer će se mladi domaći stručnjak teško snaći u problematici radi koje se šalje na specijalizaciju, a s druge strane nedovoljno poznavanje domaćih prilika onemogućit će mu da dobro primijeni iskustva, koja je vidio i stekao na specijalizaciji, na domaće prilike.

Također se ne bi smjelo prijeći u drugu krajnost, pa predlagati i slati stare stručnjake, naime one koji su u penziji ili neposredno pred penzijom, jer je njihov razvoj uglavnom već završen, a od njih se niti ne mogu tražiti napori kao od mlađih. Valja također voditi računa i o tome da kandidat vlada u dobroj mjeri stranim jezikom, jer će mu samo tako biti dostupna cjelovita spoznaja određenih problema. Nemalo je važna i sama ličnost kandidata, tim više, što se od takove osobe traži, da pored stručnih seminara održi i pojedino predavanje o utiscima i susretima iz zemlje u kojoj je bio. Bilo je do sada slučajeva u praksi da pojedini kandidati nisu vladali dovoljno jezikom zemlje u koju su bili upućeni na specijalizaciju, pa naravno da nisu niti mogli postići ono što je trebalo postići.

Također se postavlja pitanje kakove teme treba izabrati za specijalizaciju ili bolje rečeno, koju problematiku treba savladati putem specijalizacije? Često se puta polazi u pojedinim privrednim granama od ličnosti, koja ima ići na specijalizaciju, a onda se pristupalo izboru ili točnije – prilagođivanju neke teme; dakle upravo obrnuto nego kako treba. Kod izbora tema valja voditi računa o onoj problematici, kojom se ne će u jednom duljem periodu suvereno ovladati vlastitim iskustvom, pa je potrebno tražiti pomoć od iskusnijih. Postoje teme i za unapređenje već postojećeg; ovdje bi trebalo voditi brigu da se izabere ona djelatnost u kojoj imamo najmanje iskustva, a orijentacija na stjecanje vlastitog iskustva prouzročila bi znatnije štete u jednom određenom periodu.

Treba napomenuti još i tako zvane »trenutačne« teme, a to su teme za montažu postrojenja i izbor opreme. Takove teme nemaju svoga naročitog opravdanja. Tim temama se angažiraju dobivena sredstva, a na specijalizaciju odlazi osoba koja se bavila uglavnom nadzorom jednog objekta i nema namjeru da se posveti samo montaži. Toliko koliko je potrebno za nadzor montaže pojedinog objekta može se riješiti sa stranom firmom koja je isporučilac, da se kod nje provede jedno vrijeme radi upoznavanja postrojenja, koja se imaju uvesti. Pored toga može se dotična osoba sporazumno uputiti u zemlji ili izvan na već započetu montažu sličnog ili takovog objekta.

Još riječ dvije o vremenu, koje je potrebno da se provede na specijalizaciji. Do sada je praksa uglavnom, bar u elektroprivredi, da se provodi specijalizacija u trajanju od najviše tri mjeseca, no ne znači da se u drugim granama ta specijalizacija ne provodi i u duljem vremenu. Nesumnjivo je da ovdje ima dosta nerazmjera. Taj nerazmjer uglavnom potječe od različitosti problematike i otuda što niz t. zv. usavršavanja i specijalizacija ide mimo UTP-e, ugovorene putem privredne organizacije ili čak samostalno od pojedinaca i sl.

Ovakova »usavršavanja« i »specijalizacije« često puta nemaju ništa zajedničko sa naslovom, a imaju za posljedicu — puko zasnivanje radnog odnosa, te pretvaranje specijalizacije u najobičniji najamni rad. Nema sumnje da ovakav postupak često puta baca tamnu mrlju na našeg stručnjaka ili uopće na naš stručni kadar. Ovakove pojave bi trebalo potpuno onemogućiti i to tako, da bi svaku specijalizaciju ili usavršavanje, koje se ima provesti u inostranstvu, a u trajanju preko mjesec dana trebala odobriti UTP. Ovim putem bi se onemogućilo takozvano privatno ugovaranje specijalizacije s jedne strane, a s druge, što bi se omogućilo zaista usavršavanje, a ujedno i uvid u probleme radi kojih se ide. Kada bi se ovako provelo, onda bi svaki prigovor, da je usavršavanje samo materijalna nagrada, bio deplasiran. Pored ovoga provela bi se i stanovita kontrola nad poslovima koji se obavljaju na specijalizaciji.

Također se postavlja pitanje da li je boravak na specijalizaciji u trajanju od tri mjeseca dovoljan? Za veći dio tema mogao bi se dati potvrdan odgovor. Naime, ako kandidat vlada u dovoljnoj mjeri potrebnim jezikom, onda on može mnogo postići za tri mjeseca, no bilo bi pogrješno smatrati da se za ovaj period može savladati sijaset raznih problema, ali s obzirom na naše potrebe, on uglavnom zadovoljava. Potrebno je dati još jednu primjedbu, a to je, da bi svaka privredna organizacija trebala zahtijevati od svakoga svoga kandidata, da nakon povratka sa specijalizacije razradi program stručnih seminara na kojima bi se obradila problematika radi koje je kandidat išao na specijalizaciju. Na taj način bi se ocijenila korisnost specijalizacije, a dala bi se mogućnost i drugima da koriste stečena iskustva.

Razmatrajući opću problematiku visokostručnog kadra odnosno njihovog daljnjeg usavršavanja, mi se ne smijemo orijentirati samo na specijalizacije i stručna usavršavanja u inozemstvu, već valja utvrditi da li unutar domaće industrije postoji mogućnost takovog ili sličnog usavršavanja, tim više što znamo da naša industrija iz dana u dan savlađuje jednu za drugom prepreke, koje su do nedavno izgledale nepremostive. Ovakovim načinom bi se uštedjela izvjesna društvena sredstva, a pored toga više bi se aktivirali sami vlastiti stručnjaci u rješavanju pojedinih problema.

Ovo su samo neka zapažanja iz oblasti daljnjeg uzdizanja visokostručnih kadrova, koja govore da se tome području treba posvetiti veća pažnja, nego što je to do sada bilo. Treba imati na umu, da bez dobrih kadrova nema dobre proizvodnje, a niti društvenog napretka. *Mirko Jovanović*

Izmjena stručnjaka sa Belgijom

Elektrotehničko društvo Hrvatske u saradnji sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske organiziralo je izmjenu stručnih ekskurzija elektroprivrede i elektroindustrije s Belgijom. U Jugoslaviji boravila je grupa od 11 belgijskih stručnjaka od 1. do 15. rujna 1958. U tom su vremenu gosti pregledali naše najglavnije hidroelektrane uz jadransku obalu (Vinodol, Split i Peruču, Kraljevac i Jablanicu), te najznačajnije predstavnike naše velike industrije u tom području (Rade Končar, Jugoturbinu, Tvornicu aluminija u Ražinama, Jugovinil, Brodogradilište u Splitu).

Oni su bili primljeni kod predsjednika NO Dubrovnika, a kod pregleda Zagrebačkog Velesajma primila ih je Uprava Velesajma. Naša poduzeća, koja su gosti posjetili, priredila su im prijeme u svojim sjedištima. Gosti su jednodušno izjavili, da su očarani ljepotama naših krajeva i da su doista »otkrili« Jugoslaviju i njene ljude i zemlju.

Uzvratni posjet naših stručnjaka održan je 18. rujna do 3. listopada 1958. i na njemu je uzelo učešća 14 predstavnika naših elektroprivrednih poduzeća, Zajednice i Instituta za elektroprivredu. Naši su delegati imali priliku da pregledaju Svjetsku izložbu u Bruxellesu, gdje im je u Paviljonu elektrotehnike bio priređen prijem. U Bruxellesu oni su bili primljeni u Ministarstvu za ekonomske poslove, Direkciji za električnu energiju, a posjetili su i predsjednika grada.

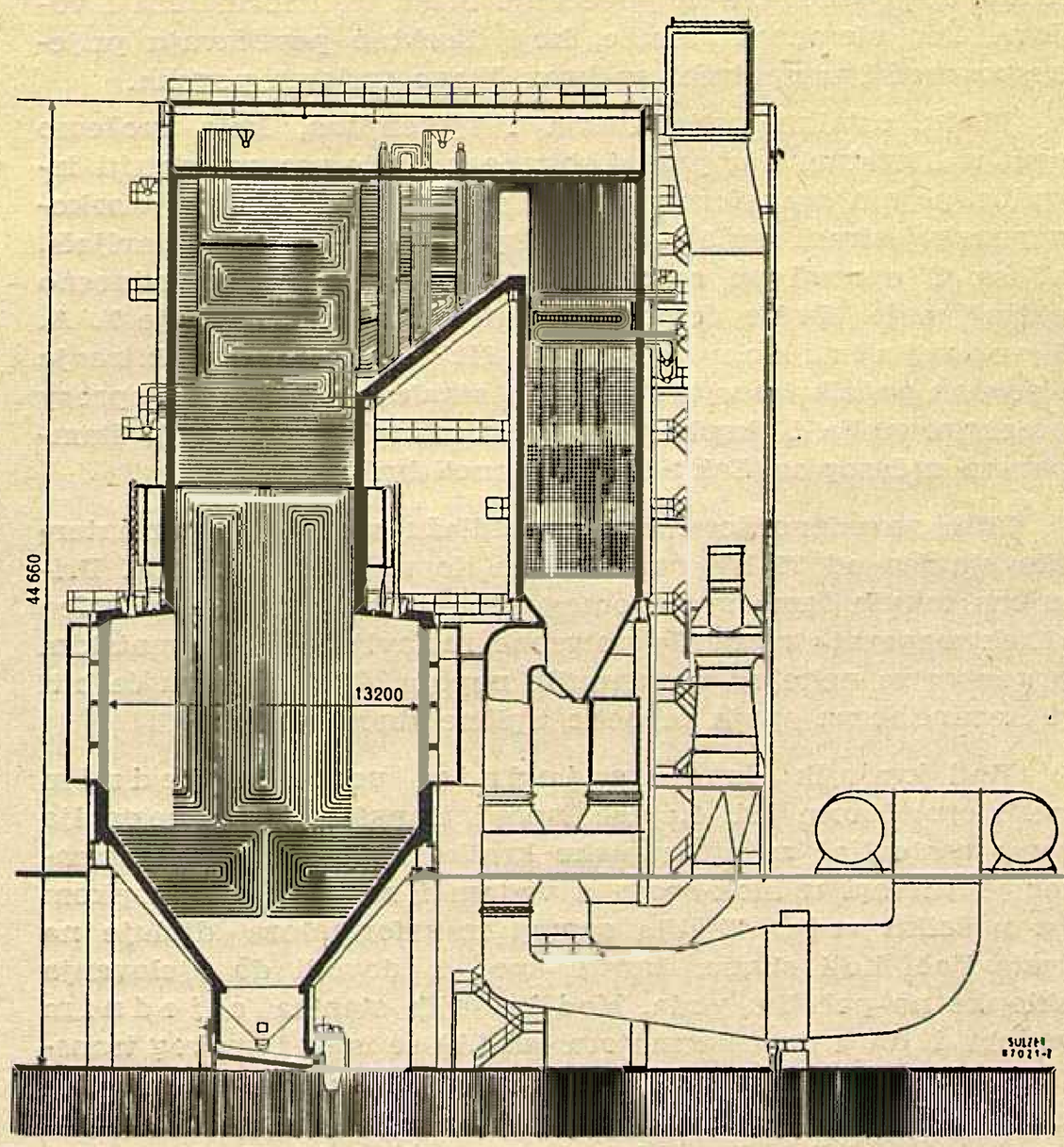
Organizacija posjeta bila je vrlo dobro provedena i naši delegati imali su prilike da vide najvažnije predjele Belgije, industrijska i ugljena područja Liègea i Charleroi-a, te pomorsku privredu u velikoj luci Antwerpen. Bio im je prikazan i belgijski nuklearni centar u Molu. Od elektroprivrednih objekata pregledali su nove velike i moderne termoelektrane (Ruin, Awirs, Drogenbos, Langerbrugge i dr.), zatim razvodne stanice (Staelen, Liège i sl.), hidroelektrane (Monsin i ESMA u Malmédy-u), te razna distributivna postrojenja, osobito u području glavnog grada.

Naši su delegati stekli uvid i u značajnu elektroindustriju Belgije posjetom velikih tvornica ACEC u Charleroi, S. E. M., S. A. Construction Industrielles i dr., a upoznali su i studijske i stručne urede saveza Fédération Professionnelle Électricité de Belgique, Electrobel-a i CPTE (Société pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Énergie Électrique). Našim je gostima svuda bila ukazana velika pažnja i bili su primljeni ne samo od profesionalnih elektroprivrednih organizacija diljem čitave Belgije, nego i od gradskih uprava u gradovima, u kojima su se zadržavali.

Naši delegati stekli su na tom putovanju opsežan pregled elektroprivrede i industrije Belgije i stečena iskustva moći će korisno upotrebiti u svom radu na izgradnji elektroprivrede u domovini. Organizacija ovakovih izmjena stručnjaka s inozemstvom podiže ne samo stručni nivo naših kadrova, nego mnogo doprinosi boljem upoznavanju ljudi i boljem međusobnom razumijevanju. *V. Ž.*

Proširenje jedne velike termičke centrale u Geertruidenberg-u, Holandija

Poduzeće N. V. Provinciale Noordbrabantse Electriciteits-Maatschappij u Geertruidenberg-u, koje je u svojoj centrali



Projektni crtež jednocjevnog kotla Schelde-Sulzer 510 t/h, 180 atp, 570/545° C, koji se nalazi u izgradnji.

već postavilo razne Sulzer-ove centrifugalne pumpe visokog pritiska za napajanje, naručilo je prije izvjesnog vremena kod Sulzer-ovog licencionara za jednocjevna kotlovska postrojenja u Holandiji, firme Koninklijke Maatschappij *De Schelde*, Vlissingen, jedan Schelde-Sulzer jednocjevni kotao. Kao osnova za izvođenje uzet je projekat prema slici. Kotao će biti sagrađen za satnu produkciju pare od 510 t, pri čemu pritisak pare na kraju kotla iznosi 180 atp., a temperatura izlazne pare visokog pritiska 570° C. Proizvedena para dovodi se dijelu visokog pritiska jedne jednoosovinske kondenzacione turbine za 175 MW, a zatim se vraća u kotao radi još jednog pregrijavanja. Krajnja temperatura tog međupregrijača iznosi 545° C. Poslije međupregrijača para dospijeva u dio turbine srednjeg pritiska, zatim u dio niskog pritiska i kondenzacioni dio turbine.

Za upravljanje kotlovskom jedinicom kao i mnogobrojnim dijelovima postrojenja primijenit će se uljno-hidraulično Sulzer-ovo reguliranje, koje se pokazalo kao najbolje; ono će biti dobavljeno iz Winterthur-a.

Interesantan detalj predstavlja reguliranje izlazne temperature iza međupregrijača pomoću trostrujnog izmjenjivača topline, koji omogućava konstantno održavanje ove temperature u velikoj oblasti opterećenja. Ovaj pronalazak firme Sulzer, zaštićen zakonom o patentima, dozvoljava reguliranje temperature bez gubitaka ubrizgavanjem kondenzata u ciklus visokog pritiska.

Kotlovska jedinica koja se nalazi u gradnji jedna je od najvećih koje se danas grade u kontinentalnoj Evropi. Ložišni prostor ima zapremninu od oko 4000 m³ i time prekoračuje po veličini sva do sada proizvedena ložišta. Potrošnja goriva na sat iznosi okruglo 59 t uglja. Loženje je izvedeno kao dvostruko U-loženje ugljenom prašinom sa mlinom za vlažni ugalj; osim toga jedinica je snabdjevena gorionicima za mazut, koji dozvoljavaju proizvodnju pune količine pare i sa ovim gorivom.

Cjelokupno projektiranje kotla i cijelog postrojenja izvodi se u najužoj suradnji između firme Sulzer, Winterthur, i njenog licencionara u Holandiji, firme *De Schelde*.

IZ STRUČNE LITERATURE

Štedne izvedbe transformatorskih stanica

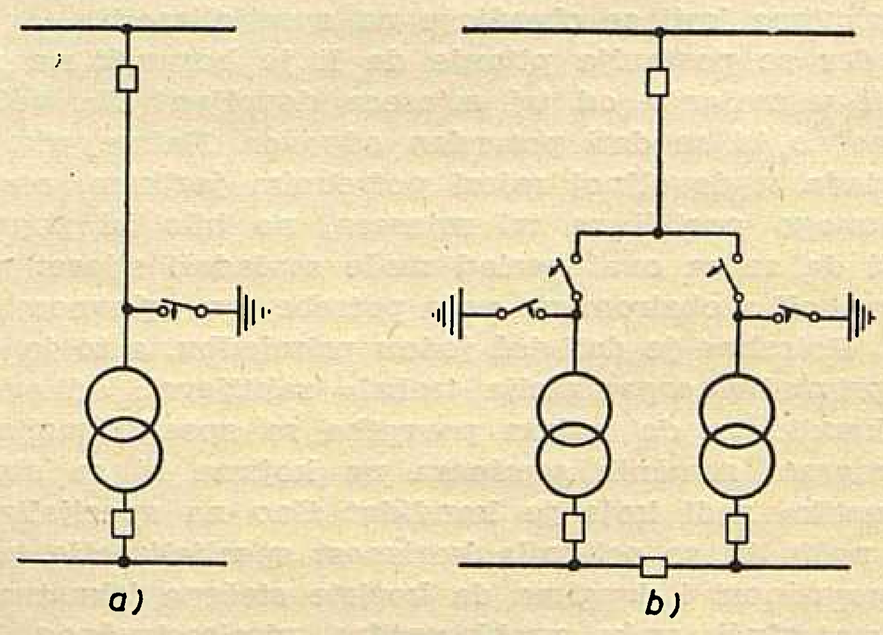
U naglom razvoju elektrifikacije zemlje naša visokonaponska mreža razvija se veoma brzo, tako da sve veći broj vodova i stanica prekriva teritorij zemlje stvarajući sve gušću i sve više uzamkanu mrežu za prijenos i razdiobu električne energije. Od početka razvoja naše visokonaponske mreže iza oslobođenja, bila je u nekoliko navrata iznošena i razmatrana potreba štednje u opremi pojedinih postrojenja, a taj se problem naročito postavlja danas, kad je mreža već postigla toliki opseg i gustoću. Zbog velikog broja postrojenja, naime, i uštednja će doći jače do izražaja, a zbog gušće mreže to ne će ići na račun sigurnosti pogona.

U mnogim zemljama u svijetu se o tom pitanju i te kako vodi računa, pa se nastoji u prvom redu uštedjeti na broju sklopaka, kao najskupljem dijelu rasklopnog postrojenja, a zatim i na broju mjernih transformatora naročito u vezi sa zaštitom. Pri tome se sredstva ušteđena na aparatima, koji uglavnom služe samo u rijetkim i kratkotrajnim slučajevima kvara, radije koriste za povećanje broja transformatora i vodova, kao elemenata mreže, koji direktno povećavaju prijenosnu moć i u upotrebi su kroz čitavo vrijeme pogona.

Među ostalim prijedlozima i rješenjima, koja možemo naći u literaturi i u praksi, bit će od interesa razmotriti izvedbe pojnih transformatorskih stanica, gdje su na visokonaponskoj strani umjesto sklopki postavljeni samo rastavljači, ali su ti opremljeni automatikom za isključivanje odnosno uključivanje. Ovdje ćemo prikazati rješenja koja daje I. A. Syromjatnikov u članku *Neka pitanja projektiranja i pogona pojnih transformatorskih stanica* (Nekotorye voprosy proektirovanija i ekspluatacii poniziteljnyh podstancij), štampanom u časopisu *Eektričeskie stancii* br. 2, 1958.

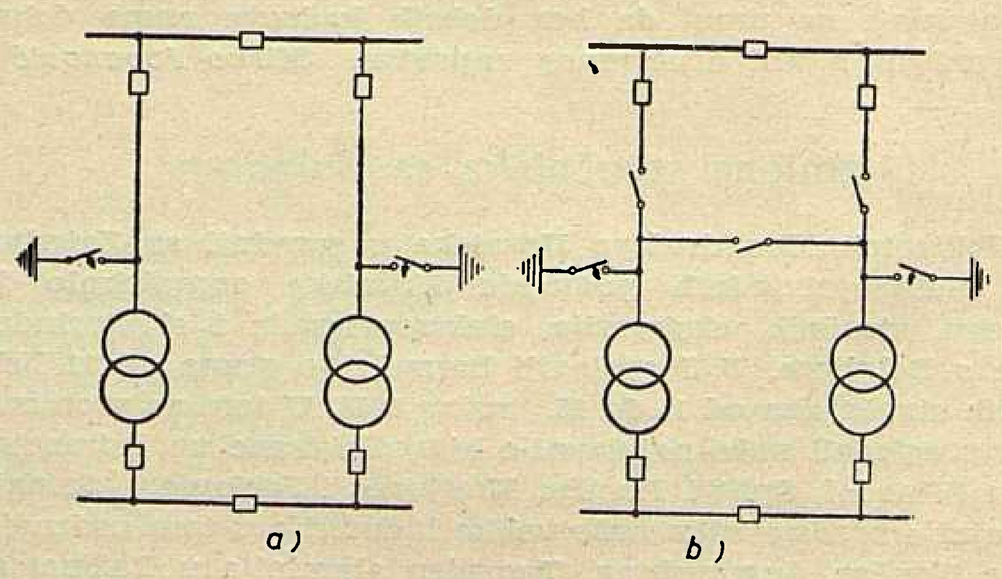
Niže navedene šeme spoja predlažu se za transformatorske stanice od 35 kV na više sve do uključivo 220 kV. Primjena takvih šema spoja omogućena je time, što je tvornica »Elektroaparat« razradila potrebne rastavljače s automatskim pogonom za neke od spomenutih napona. U daljnjemu će biti prikazane šeme spoja za neke tipične slučajeve.

Kod krajnjih stanica s jednim vodom i jednim transformatorom (Sl. 1.a) se ispred transformatora postavlja samo rastavljač za automatsko kratko spajanje. Transformator je ustvari u blok-spoju s vodom i zaštićen je sklopkom na početku voda. Zaštita samog transformatora djeluje na rastavljač koji stvara kratki spoj i dovodi do djelovanja sklopke na početku voda. Kod krajnjih stanica s jednim vodom i dva transformatora (sl. 1.b) se ispred svakog transformatora postavlja ne samo rastavljač za kratko spajanje nego još i rastavljač za automatsko odvajanje. Oba transformatora zajedno čine blok-spoj s vodom, a sklopka za zaštitu nalazi se opet tek na početku voda. Zaštita transformatora djeluje na rastavljače tako, da se najprije zatvori rastavljač za kratko spajanje i time dovede u djelovanje sklopku na početku voda. Nakon nekog vremena, dovoljno dugog za rad sklopke, otvori se automatski i rastavljač za odvajanje, tako da se sada vod može opet staviti u pogon i on radi dalje preko preostalog zdravog transformatora.



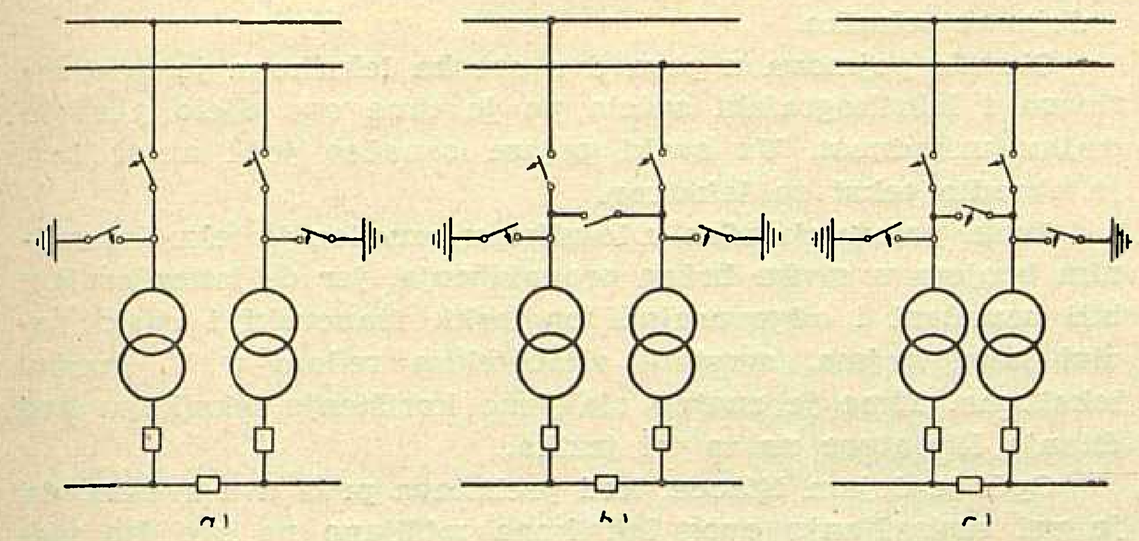
Slika 1.

Kod krajnjih stanica s dva voda i dva transformatora svaki transformator spojen je u bloku s jednim vodom i opremljen rastavljačem za kratko spajanje (sl. 2.a). Da se omogući korištenje obaju transformatora kod kvara na jednom vodu može se dodati poprečni spoj s odgovarajućim rastavljačima bez automatike (sl. 2.b). Djelovanje automatskih rastavljača kod ovih šema spoja analogno je onome, što je prije rečeno za krajnju stanicu s jednim vodom i jednim transformatorom.



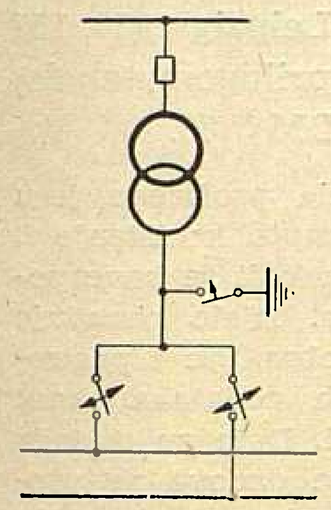
Slika 2.

Kod prolaznih stanica s dva transformatora, priključenih na dvostruki vod, dana su rješenja u tri varijante. Najjednostavnija šema spoja (sl. 3.a) predviđa, da je svaki transformator priključen posebno na jedan od prolaznih vodova, a snabdjeven je rastavljačima za kratko spajanje i za odvajanje. Kod kvara na jednom transformatoru ispast će iz pogona jedan prolazni vod u čitavoj svojoj dužini, no nakon što rastavljač za odvajanje automatski odvoji bolesni transformator od voda, moći će se vod opet staviti u pogon. Nešto



Slika 3.

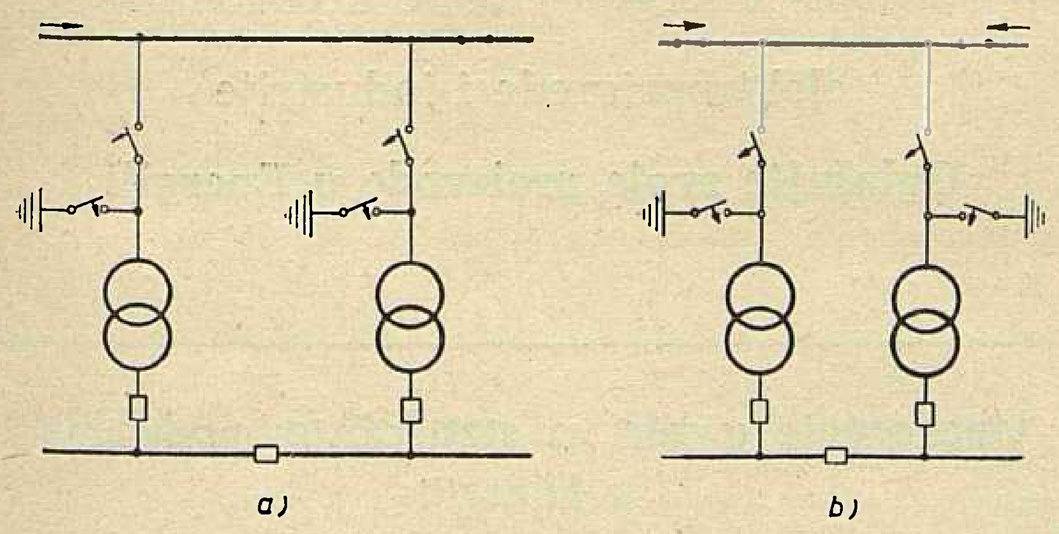
veće mogućnosti daje šema s poprečnim spojem (sl. 3.b), u koji je umetnut rastavljač bez automatike, gdje će se i kod kvara na jednom prolaznom vodu moći koristiti oba transformatora, napajana iz preostalog zdravog voda. Ako se rastavljač u poprečnom spoju snabdije automatikom za ukapčanje (sl. 3.c), onda će čitava pogonska manipulacija teći automatski.



Slika 4.

Kod prolaznih stanica s jednim transformatorom priključenih na dvostruki vod predviđa se mogućnost priključaka na bilo koji od polaznih vodova (sl. 4.). U svaki priključak umetnut je rastavljač za automatsko isključivanje i uključivanje, a pred sam transformator postavljen je rastavljač za kratko spajanje. Transformator redovito radi priključen na jedan od prolaznih vodova, a u slučaju kvara toga voda prebacuje se na drugi vod.

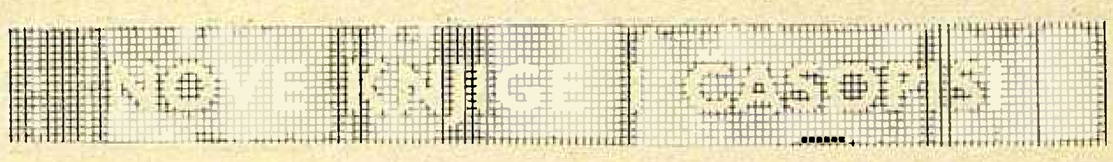
Kod prolaznih stanica priključenih na jednostruki vod, transformatori su priključeni na isti način kao i kod dvostrukog prolaznog voda i snabdjeveni rastavljačem za kratko spajanje i rastavljačem za odvajanje. Ako prolazni vod napaja više prolaznih stanica, postavlja se u taj vod rastavljač bez automatike, kako bi se u slučaju kvara na vodu taj dio voda mogao odvojiti. Ako je prolazni vod napajan samo s jedne strane, postavlja se samo jedan rastavljač i to iza stanice (sl. 5.a). Ako je pak prolazni vod napajan s obje strane, postavljaju se dva rastavljača u vod, i to sa svake strane stanice (sl. 5.b).



Slika 5.

Široka primjena transformatorskih stanica bez sklopaka na visokonaponskoj strani omogućuje provedbu elektrifikacije s mnogo manjim troškovima.

Dr. ing. B. Stefanini



H. Neugenbauer, *Selektivschutz.* Messtechnische Grundlagen, Schaltungsmöglichkeiten und Anwendungen. Drugo nanovo prerađeno izdanje; 272 slike, 273 stranice, oktav format, 1958., Springer-Verlag, Berlin-Wilmersdorf. Cijena u poluplatnu DM 28,50.

Autor je obuhvatio razvoj zaštitnih uređaja u posljednjih trideset godina, osvrćući se na američke, švicarske i naročito njemačke izvedbe. Prikaz razvoja zaštitnih uređaja od primarne nadstrujne zaštite do najnovijih rješenja zaštite sabirnica dan je jednostavno, prihvatljivo i nadasve sistematski. Djelo je zbog toga jednako interesantno kako za specijalizirano osoblje tako i za pogonsko osoblje.

U prvom dijelu knjige prikazani su: struja, napon i frekvencija kao veličine mjerodavne za određivanje vrsti smetnje, mjesta kvarova i njihovo brzo i selektivno isključenje. Prvi dio knjige obuhvaća slijedeća poglavlja:

izvedbu mjernih transformatora sa stanovišta zaštitne tehnike; mjerne veličine; karakteristične promjene mjernih veličina kod različitih vrsti smetnje; određivanje mjesta kvarova pomoću usmjerenog štićenja, vremenskog stepenovanja, mjerenja otpora i uspoređivanja mjernih veličina.

U drugom dijelu opisani su zaštitni uređaji generatora, transformatora, dalekovoda, sabirnica i velikih motora prema vrstama smetnji uzimajući u obzir njihovu izvedbu i funkciju u sklopu jedne mreže. Prema tome je prikazana:

zaštita od kratkog spoja (usmjerena i neusmjerena) nadstrujna, diferencijalna i distantna zaštita sa ponovnim uključivanjem, te zaštita od spoja među zavojima i zaštita sabirnica; zaštita od zemljospoja (statorska i rotorska zaštita); zaštita od preopterećenja (nadstrujna i termička zaštita); zaštita od nesimetričnog opterećenja; zaštita od povrata energije.

Treba još spomenuti, da je opisano i stavljanje u pogon, tekuće održavanje i ispitivanja zaštitnih uređaja generatora, transformatora i vodova, što je neobično važno za pogonsko osoblje. Drugo izdanje dopunjeno je novim poglavljem o razdiobi struja kod jednopolnog kratkog spoja u okviru opisa distantne zaštite.

Ž. Zlatar

W. Berties, *Übungsbeispiele aus der Wärmelehre,* 2. prerađeno i prošireno izdanje, izdavač Fachbuchverlag, Leipzig 1958.; 196 str., 26 tabela, 61 slika i 2 dijagrama, format 23 × 16 cm, cijena u poluplatnu DM 6,80.

Primjeri iz nauke o toplini, koji su sadržani u ovom djelu služe za detaljno upoznavanje ove nauke i lakše razumijevanje toplinskih procesa na stručnim školama i u praksi. Svakom poglavlju dan je teoretski uvod, kome slijede odgovarajući primjeri sa potrebnim uputama za rješavanje. Formule su obilježene brojevima, a na kraju knjige dat je njihov pregled. U dodatku su navedene tablice, koje su potrebne za rješavanje zadataka ove knjige kao i svakidašnje toplinske prakse.

J. Lucati

G. Gabrysch, *Der Dampfturbinenmaschinist,* 2. prerađeno izdanje, izdavač Fachbuchverlag, Leipzig, 1958.; 135 str., 129 slika i jedan *i, s*-dijagram za vodenu paru, format 13 × 16 cm, poluplatno, cijena DM 11,50.

Knjiga je namijenjena strojarima parnih turbina, revizionim strojnim bravarima, te rukovodećem pogonskom i tehničkom nadzornom osoblju.

Pored toga može vrlo korisno poslužiti i za podizanje srednjeg tehničkog kadra. Na jednostavan i lako razumljiv način date su teoretske osnove parnih turbina te opis i glavne karakteristike sastavnih dijelova. U praktičnom dijelu daju se upute i smjernice za praktičan rad i to za stavljanje u pogon, nadzor za vrijeme pogona, za obustavljanje i za održavanje van pogona. Osim toga dani su u sažetoj obradi najvažniji osnovni tehnički i fizikalni pojmovi za lako razumijevanje teorije parnih turbina.

J. Lucati

F. Moeller i F. Wolff, *Grundlagen der Elektrotechnik* (Moeller—Werr, Leitfaden der Elektrotechnik I svezak), 9. izdanje, izdavač B. G. Teubner, Stuttgart 1958, X + 370 str., 379 slika (djelomično u više boja), format 23×16 cm, cijena kart. DM 21,60, poluplatno DM 24.—

Devet izdanja ovog odličnog djela iz osnova elektrotehnike unutar dvadesetipet godina (prvo izdanje 1933. godine!) svjedoče u najmanju ruku o velikom i trajnom interesu stručnih elektrotehničkih krugova za to djelo. Izvanredno jasno izražavanje sa isticanjem bitnih fizikalnih odnosa i matematskih formulacija, pregledni raspored građe te obilno korišćenje metodičkih pomagala, kao što su višebojni tisak crteža i dijagrama te brojni izrađeni primjeri, omogućili su autorima uspjelu realizaciju djela o osnovama elektrotehnike, u obliku, koji je najbliži svakodnevnoj elektrotehničkoj praksi inženjera i tehničara.

Knjiga je podijeljena na trinaest poglavlja, koja obuhvaćaju slijedeću materiju: A. Osnovni zakoni istosmjernog strujnog kruga — B. Energija električne struje — C. Električne struje u elektrolitima — D. Magnetsko polje — E. Električno polje — F. Jednostavni strujni krug izmjenične struje — G. Složeni strujni krug izmjenične struje — H. Energija izmjenične struje — J. Prigušnica — K. Transformator bez jezgre — L. Viševalne struje — M. Višefazne izmjenične struje — N. Proračun jednostavnih vodova izmjenične struje.

U odličnoj obradi obuhvaćene materije, mora se sa žalošću konstatirati i jedan nedostatak. Pitanju mjernih sistema i jedinica upotrebljavanih u elektrotehnici posvećeno je veoma malo prostora. Giorgijev apsolutni praktični mjerni sistem, međunarodno usvojen i obavezan, jedva da je u djelu i spomenut a ne spominju se niti nove definicije osnovnih jedinica! Iskreno je poželiti, da se u idućem izdanju posveti više prostora mjernim sistemima i jedinicama, čime će ovo djelo dobiti još više na vrijednosti.

Unatoč spomenutog nedostatka, djelo predstavlja bogat izvor za studij elektrotehnike na fakultetima i tehničkim školama, a inženjerima i tehničarima u praksi vjeran podsjetnik na osnovne principe elektrotehnike. — Oprema knjige je izvrsna!

V. Štengl

C. Rint, *Lexikon der Hochfrequenz, Nachrichten und Elektrotechnik,* I. svezak, slova A—D, Porta Verlag K. G., München 1957, 827 stranica, brojne slike i tabele, format DIN C6, uvez umjetna koža, cijena 2875.; II. svezak, slova E—J, Porta Verlag K. G., München 1958, 808 stranica, brojne slike i tabele, format DIN C6, uvez umjetna koža, cijena DM 28,75.

Leksikon visokofrekventne tehnike, dojavne tehnike i elektrotehnike od kojega prva dva sveska imamo pred sobom, predstavljaju logičan rezultat golemog razvoja tehničkih znanosti, koji sve češće dovodi stručnjaka u situaciju, da se susreće sa stručnim pojmovima manje poznatim od onih kojima se svakodnevno služi. U takvoj situaciji ovaj će leksikon dati stručnjaku prvu informaciju o bilo kojem pojmu iz velikog područja kojeg obuhvaća, na naučno koncizan način i u leksikografski sažetoj formi.

Osim pojmova iz visokofrekventne tehnike, dojavne tehnike i elektrotehnike, ovaj leksikon obuhvaća i niz pojmova iz ostalih grana znanosti bliskih ovima. Tako ćemo u leksikonu naći i pojmove iz područja: atomske fizike, geofizike, astrofizike, termodinamike, fotografije, optike, matematike i t. d. Zbog lakšeg traženja daljnjih informacija o pojmu registriranom u leksikonu, a naročito zbog upotrebe literature na raznim jezicima, uz njemački naziv svakog pojma navedeni su nazivi i na francuskom, engleskom i ruskom jeziku. U posebnom svesku, koji je za sada samo najavljen, bit će strani nazivi obrađenih pojmova svrstani po alfabetskom redu, na svakom jeziku posebno, tako da će leksikon u cjelini predstavljati i leksikografski rječnik na četiri jezika: njemačkom, engleskom, francuskom i ruskom. Ovaj dodatak leksikonu povećat će u znatnoj mjeri vrijednost čitavog djela.

Leksikon je ukupno zamišljen u pet svezaka od kojih su do sada izdani prvi i drugi svezak. Prvi svezak obuhvaća slova A-D a drugi slova od E-J. U oba sveska zajedno obrađeno je preko sedam hiljada pojmova iz VF-tehnike, dojavne tehnike i elektrotehnike te iz srodnih znanosti. Pažljivom čitaocu oba sveska ovog leksikona ne će izmaknuti utisak, da je težište pri izboru materije postavljeno na pojmove iz VF i dojavne tehnike, To je i razumljivo s obzirom na činjenicu, da su i glavni izdavač Curt Rint kao i veći dio njegovih suradnika prominentni stručnjaci iz područja VF i dojavne tehnike.

Obrada pojmova u prva dva sveska leksikona je vrlo seriozna i leksikografski sažeta pa je time ovo djelo postiglo trajnu vrijednost. Uz svaki pojam označen je i autor koji je obradio tekst za leksikon.

Svaki pojam obrađen u leksikonu označen je tekućim rednim brojem u svrhu bržeg pronalaženja, jer će istim brojem biti označeni i odgovarajući engleski, francuski i ruski nazivi istog pojma, svrstani alfabetskim redom u V. svesku leksikona. Time je znatno olakšano korištenje leksikona kod čitanja literature na ta tri jezika.

Opći je dojam čitaoca, kad prelistava prva dva sveska, da je pri sastavljanju ovog leksikona mišljeno na sve što može povećati vrijednost ovakvog djela, počevši od seriozne obrade, kao rezultat izbora prominentnih autora, pa do raznih tehničkih doskočica za brzo snalaženje u obilju obrađene materije.

Grafička oprema oba sveska je izvrsna, kako u pogledu sloga tako i u pogledu tiska, crteža i uveza.

B. Ralašić

M. Garms, *Handbuch der Heizungs-und Lüftungstechnik,* svezak II. Lufttechnische Anlagen, 4. prerađeno izdanje, izdavač Fachbuchverlag, Leipzig 1958, 157 str., 148 slika, 14 tablica i s posebnim prilogom tabela, format 16 × 23 cm, poluplatno, cijena DM 7,80.

Ovo četvrto izdanje opće-poznatog djela prošireno je u svim važnim poglavljima. Naročito je istaknuto korištenje *i, x*-dijagrama kao podloge za rad stručnjaka, koji se bave postrojenjima za provjetravanje u pogonima. Djelo obrađuje problematiku provjetravanja i grijanje, a obrađuje i postrojenja potrebna za rješavanje odgovarajućih zadataka, kao: ventilatore, kalorifere, filtere, kanale i t. d. Date su metode mjerenja i regulacije. Nadalje su obrađene osnove za projektiranje i izbor sistema provjetravanja. Posebno se obrađuju zračna grijanja, klima-uređaji, sušare, uređaji za odmagljivanje, otprašivanje, uređaji za pneumatsko transportiranje, odsisavanje škodljivih plinova i umjetne promaje u ložištima. Date su metode proračuna i računski primjeri. Knjiga je namijenjena studentima na stručnim školama, izvođačima radova, te tehničkom i inženjerskom kadru.

J. Lucati

Časopis Energija čita se u pogonima elektroprivrede i industrije

Oglašujte svoje proizvode u Energiji

Upozorenje u vezi sa statističkim podacima u Energiji

Upozorujemo čitaoce, da je počevši od VIII. mjeseca prošle godine stavka potrošnje električne energije »električne željeznice« izdvojena iz rubrike »široka potrošnja« i prebačena u rubriku »specijalni velepotrošači«.

Čitaoci trebaju, prilikom korišćenja statističkih podataka iskazanih za prethodna mjesečna razdoblja 1958., uvažiti ovu promjenu.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC LISTOPAD 1958.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno 5 + 6 + 7 + 8 + 9
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegov.	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X.	1957	56381	21448	1443	18433	57824	39881	24376	18151	—	140232
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	63324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno :	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1,596580
I.	1958	79976	26430	1886	11074	81862	37504	—1302	46891	—	164955
II.	1958	63077	19323	1580	12757	64657	32080	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
IV.	1958	81811	20540	2255	11236	84066	31776	18930	26817	—5984	155605
V.	1958	75964	11664	1557	11331	77521	22995	4473	52800	—6726	151063
VI.	1958	47745	16101	944	12613	48689	28714	37883	32896	—6886	141296
VII.	1958	28368	22876	676	15848	29044	38724	50377	29342	—9342	138145
VIII.	1958	14000	26016	339	14979	14339	40995	49614	34654	— 896	138706
IX.	1958	7734	37102	215	19356	7949	56458	25714	53069	— 111	143079
X.	1958	31290	33130	1001	22932	32291	56062	72636	4997	—5975	160011
Ukupno I. - X.	1958	516940	230941	12477	144077	529417	375018	254104	394129	—41617	1,511051

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA KOLOVOZ 1958 U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	31290	516940	56381	495313	55,4	104,2
termoelektrane	33130	230941	21448	154283	154,5	149,7
Ukupno (a)	64420	747881	77829	649596	82,6	115,1
Vlastiti potrošak	3664	29130	2436	18253	150,5	159,4
Prag udruženih elektrana	60756	718751	75393	631343	80,7	113,9
Nabava: od industrijskih elektrana (b)	4419	13047	3113	16265	142,1	80,1
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	77633	648233	42527	480997	182,5	134,6
Razmjena sa inozemstvom (d)	—5975	—41617	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	136833	1338414	121033	1128605	103,0	118,5
Gubici: prijenosa	11938	88225	6475	43892	183,9	201,0
razdiobe	16616	126212	12665	114817	131,2	110,0
Predano potrošačima	108279	1123977	101893	969896	106,3	117,1
Industrijska vlastita opskrba (e)	19514	143507	16763	131085	116,3	109,5
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	88353	904435	97705	796946	90,2	113,2
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	160011	1511051	140232	1277943	114,1	118,3
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanja energije	2149,2	4318,9	295,7	2221,8	727,0	195,0
zbog pogonskih smetnji	280,4	2048,4	68,2	1619,9	410,0	126,6
Ukupni manjak električne energije	2429,6	6367,3	363,9	3841,7	670,0	165,8
Ukupna potreba električne energije	162440,6	1517418,3	140595,9	1281784,7	115,5	118,2
Zadovoljenje u %	98,5	99,5	99,7	99,6	98,9	99,9

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA LISTOPAD 1958

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	15 854	102 068	89	0,56	15 854	100,0	74,0	—
		Ozalj	5,0	1 551	18 288	80	5,16	1 582	98,0	5,0	—
		Zeleni Vir	0,8	382	3 696	2	0,52	...	...	0,9	—
		Fužine	4,0	145	504	16	11,02	...	...	...	—
		Kraljevac	68,0	8 408	261 522	200	2,38	9 140	92,0	67,3	—
		Miljacka	20,0	3 418	96 176	40	1,17	3 755	91,0	...	—
		Jaruga	5,4	1 499	28 720	5	0,33	1 530	98,0	2,5	—
		Zavrelje	1,5	—	5 294	—	—	—	—	—	—
		Mihaljevci	0,08	1	25	—	—	...	...	...	—
		Kuzmica	0,2	32	647	0	0	...	...	0,2	—
		Svega	××××	31 290	516 940	432	1,38	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Zagreb	17,0	7 411	55 956	894	12,05	12 648	58,6	14,6	6 900
		Jertovec	39,8	21 751	131 970	1823	8,40	29 611	73,3	...	3 991
		Vlaška	9,0	1 991	25 915	339	17,00	6 696	29,8	...	6 978
		Rijeka	5,0	896	6 165	56	6,25	3 720	27,4	...	6 077
		Gospić	1,1	—	57	—	—	818	—	—	—
		Dubrovnik	1,0	32	271	0	0	744	4,3	...	...
		Zadar	0,5	—	4	—	—	372	—	—	—
		Osijek	3,4	702	5 809	79	11,23	2 529	27,8	3,4	6 943
		Županja	4,0	202	2 455	16	7,92	2 976	6,8	0,3	5 850
		Đakovo	0,5	135	1 313	25	18,51	372	36,3	0,5	10 822
		Vinkovci	0,2	10	25	0	0	149	6,7	...	...
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	149	—	—	—
		Svega	××××	33 130	230 941	3 232	9,75	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	64 420	747 881	3 664	5,68	××××××	××××××	××××	××××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind., Duga Resa	1,7	193	3 497	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	350	2 603	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	111	3 529	...	...	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	347	2 848	...	...	...	...	...	—
		Svega	××××	1 001	12 477	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 920	33 790	673	17,18	4 092	96,0	3,3	...
		Rafinerija nafte, Sisak	4,0	790	17 191	45	5,70	2 976	26,6	2,8	2 852
		Pam. ind., Duga Resa	2,6	1 615	12 655	142	8,80	1 934	83,5	2,9	4 250
		Pam. ind., Zagreb	0,5	—	3	—	—	372	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	857	7 716	...	...	1 562	54,9	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	613	6 441	31	5,06	1 488	41,2	1,3	4 338
		Tv. cem., Koromačno	1,2	150	1 825	39	26,00	893	16,8	0,6	...
		Jugovinil, Split	17,5	9 073	32 455	776	8,55	12 871	70,9	...	...
		Tv. cementa, Sućurac	3,7	—	35	—	—	2 753	—	—	—
		Tv. cementa, Majdan	1,6	1 124	9 830	101	9,01	1 190	94,1	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1 823	11 150	206	11,30	4 464	40,8	...	...
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	784	7 051	89	11,34	2 232	35,1	2,5	7 130
		Sladorana, Županja	3,0	1 279	2 084	204	15,95	2 232	57,2	3,0	7 500
		Šećerana, Osijek	2,0	904	1 851	...	...	1 488	60,7	...	...
		Svega	××××	22 932	144 077	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
	Ukupno		××××	23 933	156 554	...	...	××××××	××××××	××××	××××××
Sveukupno			××××	88 353	904 435	...	...	××××××	××××××	××××	××××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA LISTOPAD 1958

Akumulacija 30. IX. 1958		22754 MWh	Raspoloživa količina vode	31821 MWh
dotok Lokvarka	3168 MWh		Proizvodnja	15854 MWh
dotok Ličanka	5899 MWh		Preljev preko brane	— MWh
Ukupno		9067 MWh	Akumulacija 31. X. 1958	15967 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA LISTOPAD 1958

	Vrste ugljena — ugljenokopi	Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1:2	1958	1957	odnos % 4:5
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Raša	75930	66860	113,6	690550	693170	99,6
MRKI	Rudnik mrkog ugljena, »Dubravice«	692	400	173,0	5659	5996	94,4
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	7130	6700	106,4	69760	71229	97,9
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1185	1940	59,6	15419	20458	75,3
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	2057	1341	152,0	17708	18676	94,8
	Međimur. ugljenokopi, Mursko Središće	16551	17570	94,2	167516	168120	99,7
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	5305	4754	111,6	49122	46721	105,2
	Rudnici mrkog ugljena, Siverić	11631	11824	101,6	119435	121425	98,4
	Konjščinski ugljenokopi, pogon Zajezda	2510	2600	96,5	25555	32530	78,6
	Rudnik »Češko selo«	850	124	685,0	5273	1455	363,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1166	1673	69,7	16279	9040	180,0
	Svega mrki	49077	48926	100,3	491726	495650	99,2
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	16929	14300	118,3	139444	129520	107,6
	Konjščinski ugljenokopi, Konjščina	16007	25707	62,3	194253	243694	79,7
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	10142	12866	78,7	114722	124147	92,4
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	15486	14387	107,7	134156	131221	102,2
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	3423	3813	89,8	37754	36038	104,8
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	—	365	—	4081	8568	47,2
	Rudnik lignita »Bilo«, Pitomača	3638	3644	100,0	31514	30214	104,3
	Rudnici ugljena, metala i nemetala, Sinj	1453	565	217,0	5997	7462	80,2
	Rudnik lignita, Špičkovina	1600	1710	93,6	19900	20420	97,5
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	14240	11844	120,2	135018	125007	108,0
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	5409	4022	134,7	47001	35546	132,3
	Kordunski rudnici, Topusko	—	1088	—	6750	11294	59,7
	Ostali	—	130	—	—	2433	—
	Svega lignit	88327	94441	93,6	870590	905564	96,2
	Ukupno sve vrste ugljena	213334	202227	105,5	2042866	2094384	98,0

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksare	plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	X. 1958	1784	111	739	934	518	213	366	663	1,0	22,8	88	2,3
	I. - X. 1958	15359	994	6844	7521	3961	2052	3368	5817	9,2	150,5	860	21,3
Indeks na bazi	X. 1957	117,2	112,1	106,2	128,5	142,0	96,9	103,6	116,7	125,0	158,3	101,0	109,4
	I.- X. 1957	103,4	98,1	97,0	111,5	111,5	94,5	99,0	104,1	100,0	142,8	98,7	105,0

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	X. 1958	39242	3710	70370	11626	548	5092	20718	3853	214
	I. - X. 1958	387301	37378	908082	205991	3735	50945	247287	36124	1840
Indeks na bazi	X. 1957	111,6	110,5	85,2	54,3	71,2	127,3	91,2	128,3	129,0
	I. - X. 1957	118,0	110,6	105,0	113,5	78,0	80,8	115,7	102,8	118,0

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 12/1958)

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA LISTOPAD 1958

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	31 930	23,3	288 687	25 057	20,7	210 440	127,5	137,1
	Rasvjeta u posl. prost.	3 037	2,2	31 481	3 165	2,6	31 715	116,5	121,7
	Ras. u društv. prost.	659	0,5	7 123					
	Motori i aparati	3 993	2,9	37 029	3 542	2,9	31 089	112,6	119,0
	Poljoprivredni motori	733	0,5	6 041	616	0,5	4 755	118,8	127,0
	Javna rasvjeta	1 764	1,3	14 730	1 583	1,3	12 628	111,2	106,7
	Vodovod	3 637	2,7	36 214	3 278	2,7	32 859	110,9	110,3
	Električna gradska vuča	1 170	0,9	12 028	1 181	1,0	11 168	99,1	108,0
	Preprodavaoci	1 337	1,0	13 707	1 368	1,1	12 197	98,0	112,4
	Ukupno	48 260	35,3	447 040	39 790	32,8	346 851	121,3	129,0
Vele-potrošači	Ugljenokopi	5 555	4,1	57 263	6 000	5,0	61 161	92,6	93,6
	Tvornice cementa	7 910	5,8	63 430	6 465	5,3	59 282	122,3	106,8
	Ostala industrija	25,359	18,5	238 463	21 403	17,7	195 010	118,2	122,0
	Ukupno	38 824	28,4	359 156	33 868	28,0	315 453	115,4	114,0
Specijalni potrošači	Elektrokemija	8 374	6,1	190,752	16 969	14,0	214 239	49,4	89,0
	Elektrometalurgija	11 471	8,4	116 590	10 105	8,3	83 443	113,5	139,9
	Električne željeznice	1 344	1,0	9 730	1 161	1,0	9 910	115,9	98,1
	Melioracije	6	6,0	709	*	*	*	*	*
	Ukupno	21 195	15,5	317 781	28 235	23,3	307 592	75,0	103,2
Predano potrošačima		108 279	79,2	1 123 977	101 893	84,1	969 896	106,3	115,9
Gubici	prijenosa	11 938	8,7	88 225	6 475	5,4	43 892	184,0	200,8
	razdiobe	16 616	12,1	126 212	12 665	10,5	114 817	131,2	110,0
Ukupno raspoloživa električna energija		136 833	100,0	1 338 414	121 033	100,0	1 128 605	113,0	118,5

* Potrošnja grupe »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	X. 1958	658	293	365	170	92	255	105	33,3	2,3
	I.-X. 1958	5980	3522	2458	1442	941	2068	1238	257,2	33,1
Indeks na bazi	X. 1957	114,4	96,7	134,2	122,3	89,3	127,5	104,0	113,2	76,6
	I.-X. 1957	119,1	124,2	112,3	125,2	110,5	109,0	136,2	147,7	117,8

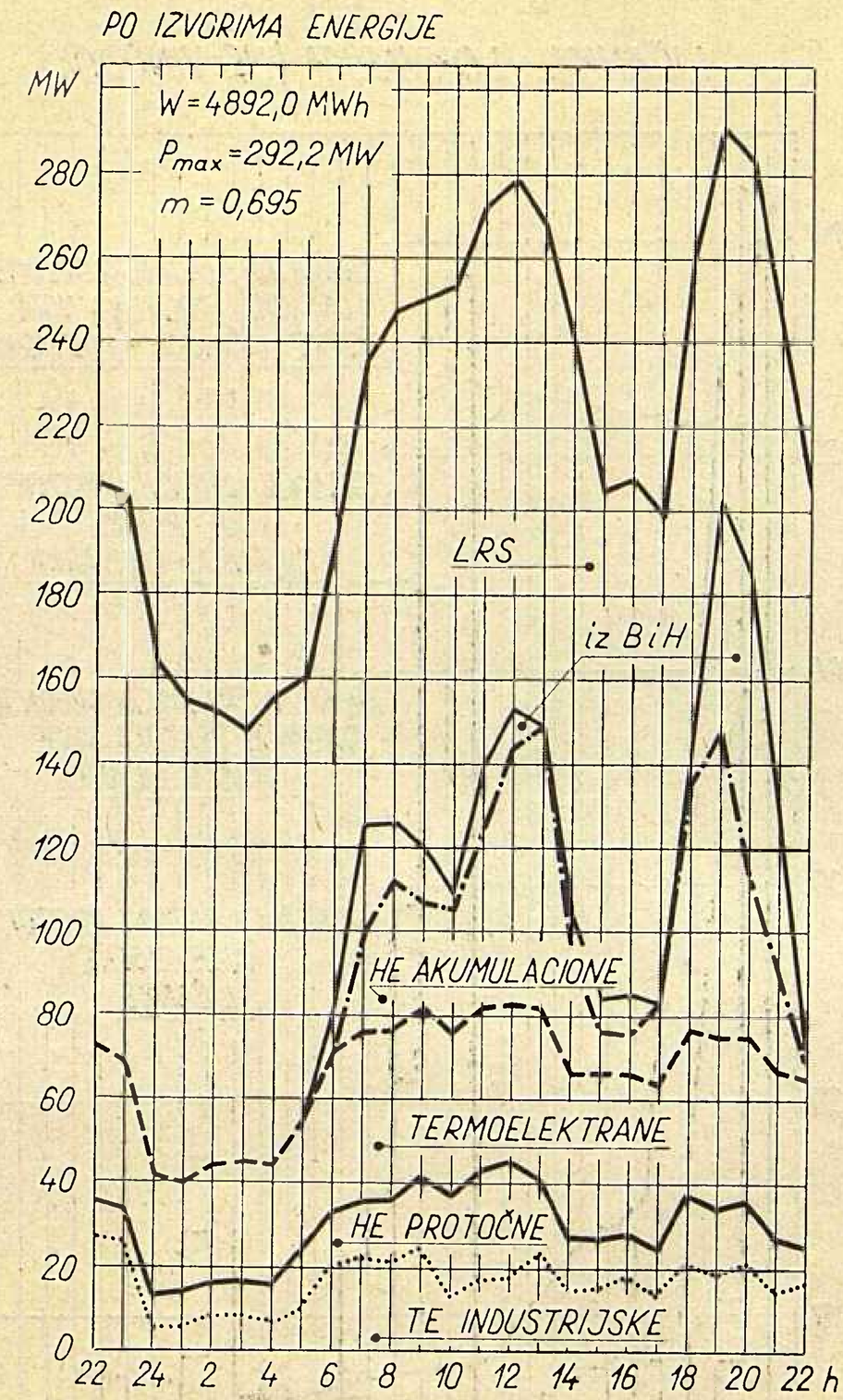
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

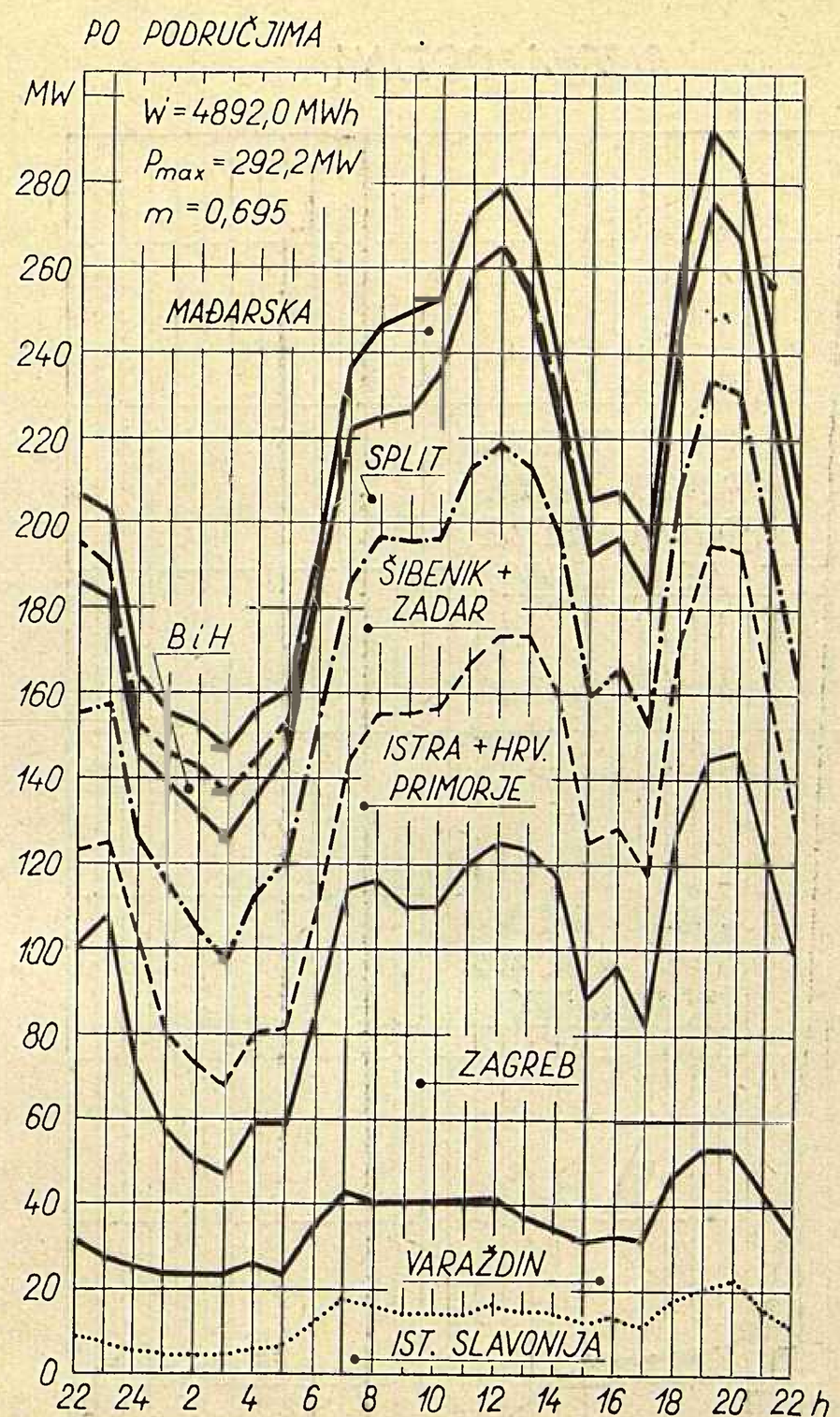
Izvještajno razdoblje		FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
			Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X.	1958	124	133	122	116	120	129	168	115	122	133
	1957	112	119	113	107	106	109	113	105	107	126
I.-X.	1958	107,7	111,0	103,6	104,6	108,9	124,2	127,7	107,2	108,9	105,8
	1957	97,2	95,8	97,2	98,4	98,6	94,0	93,5	94,8	98,5	95,4

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 12/1958)

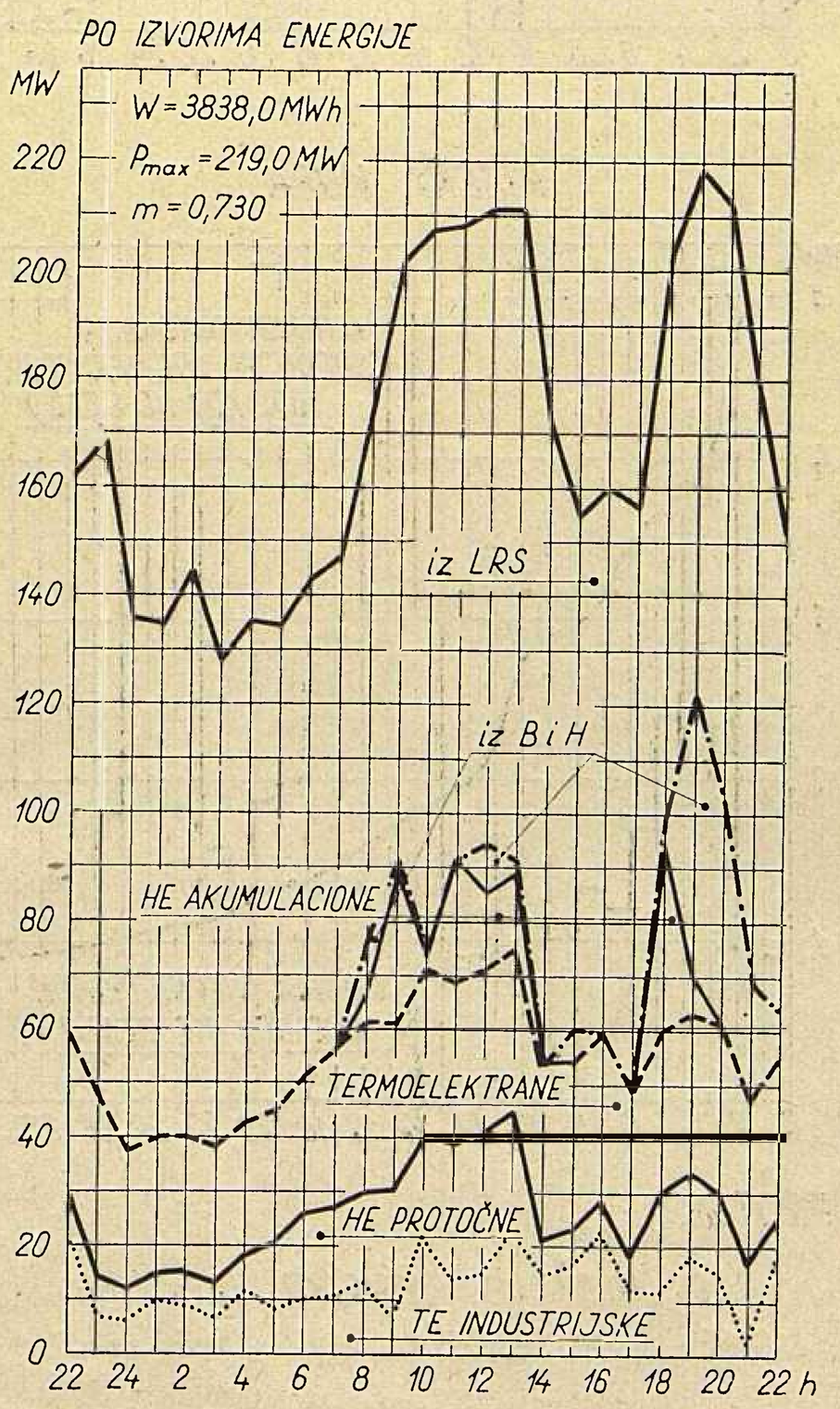
TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA 15. i 19. 10. 1958

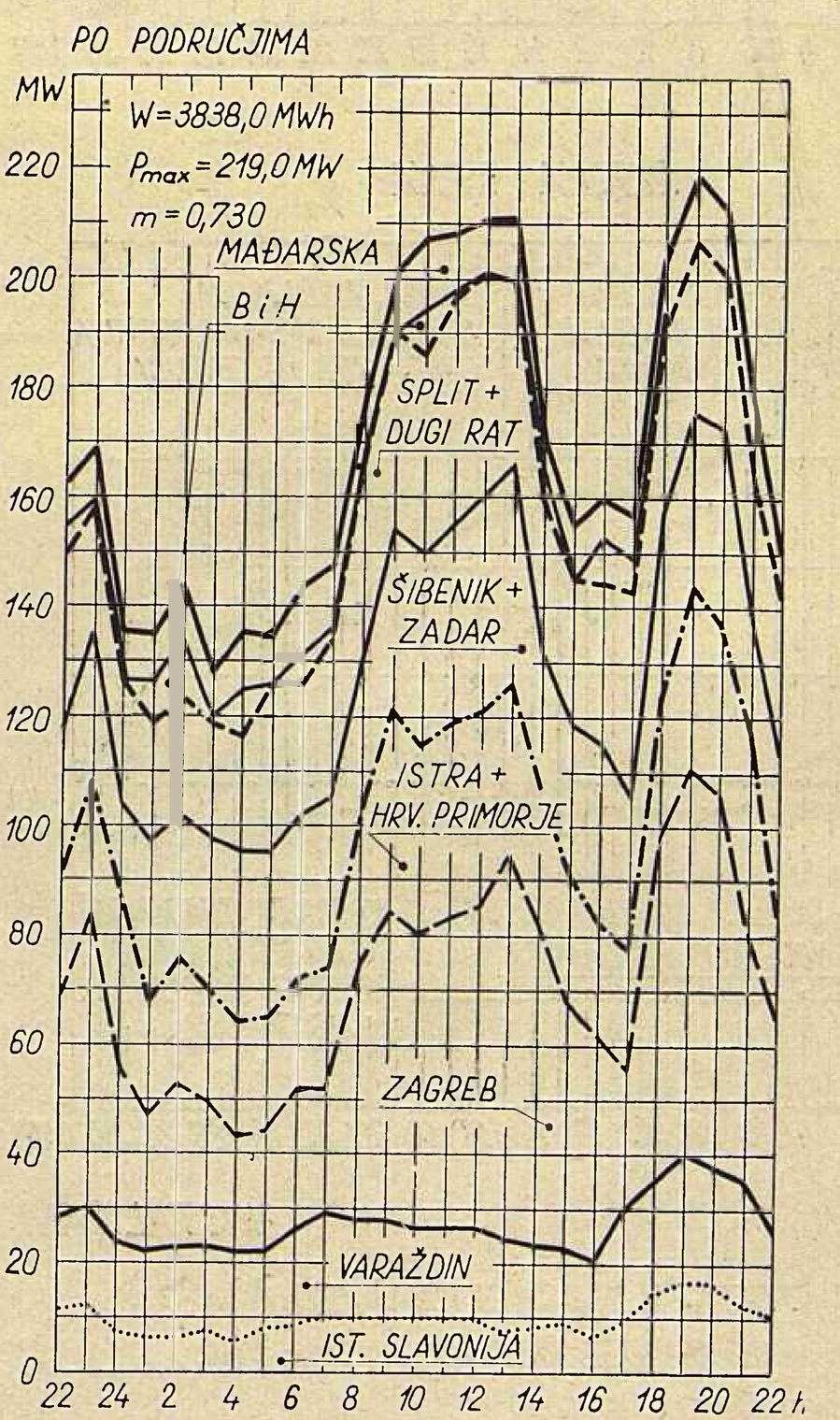
SRIJEDA 15. 10. 1958





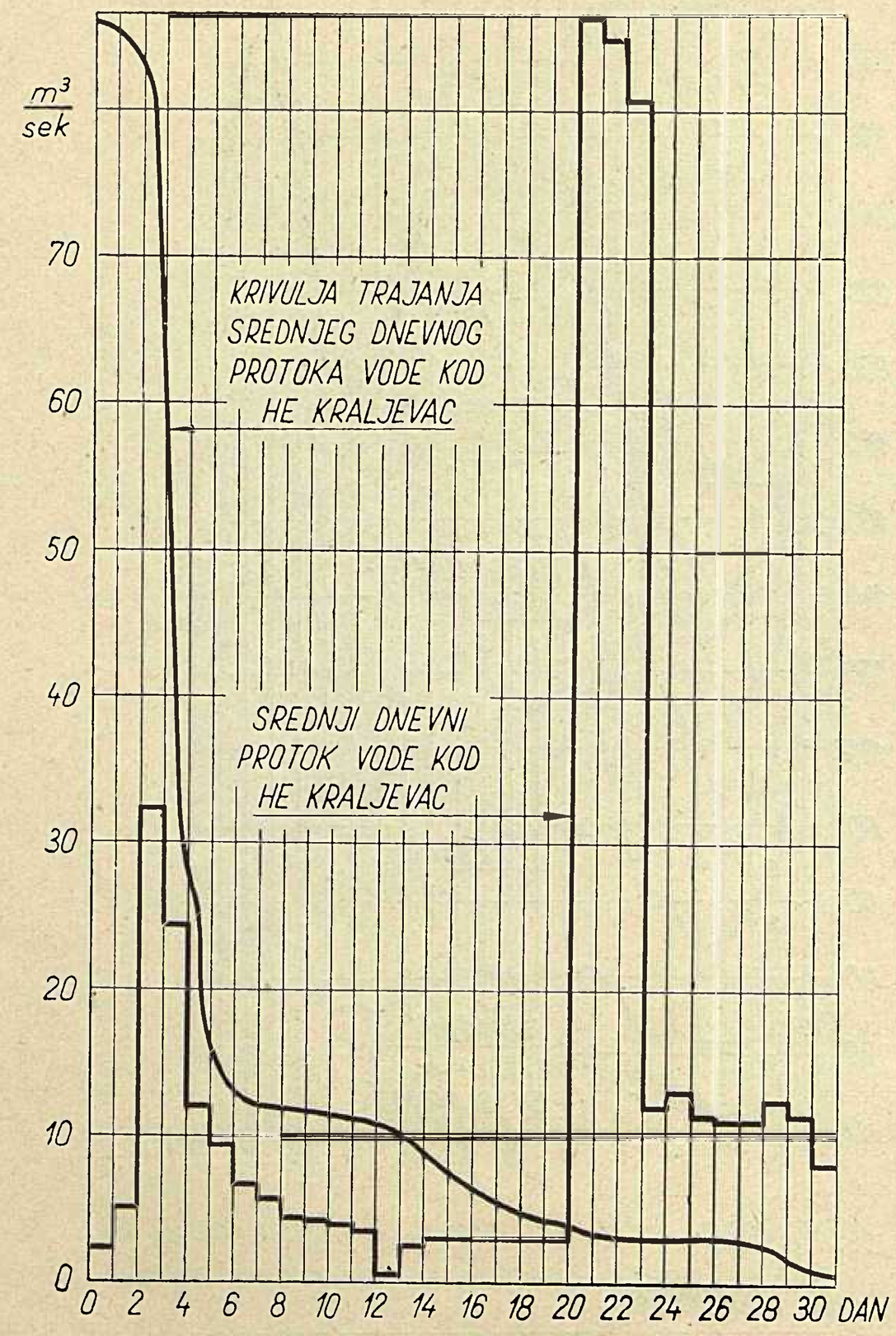
NEDJELJA 19. 10. 1958



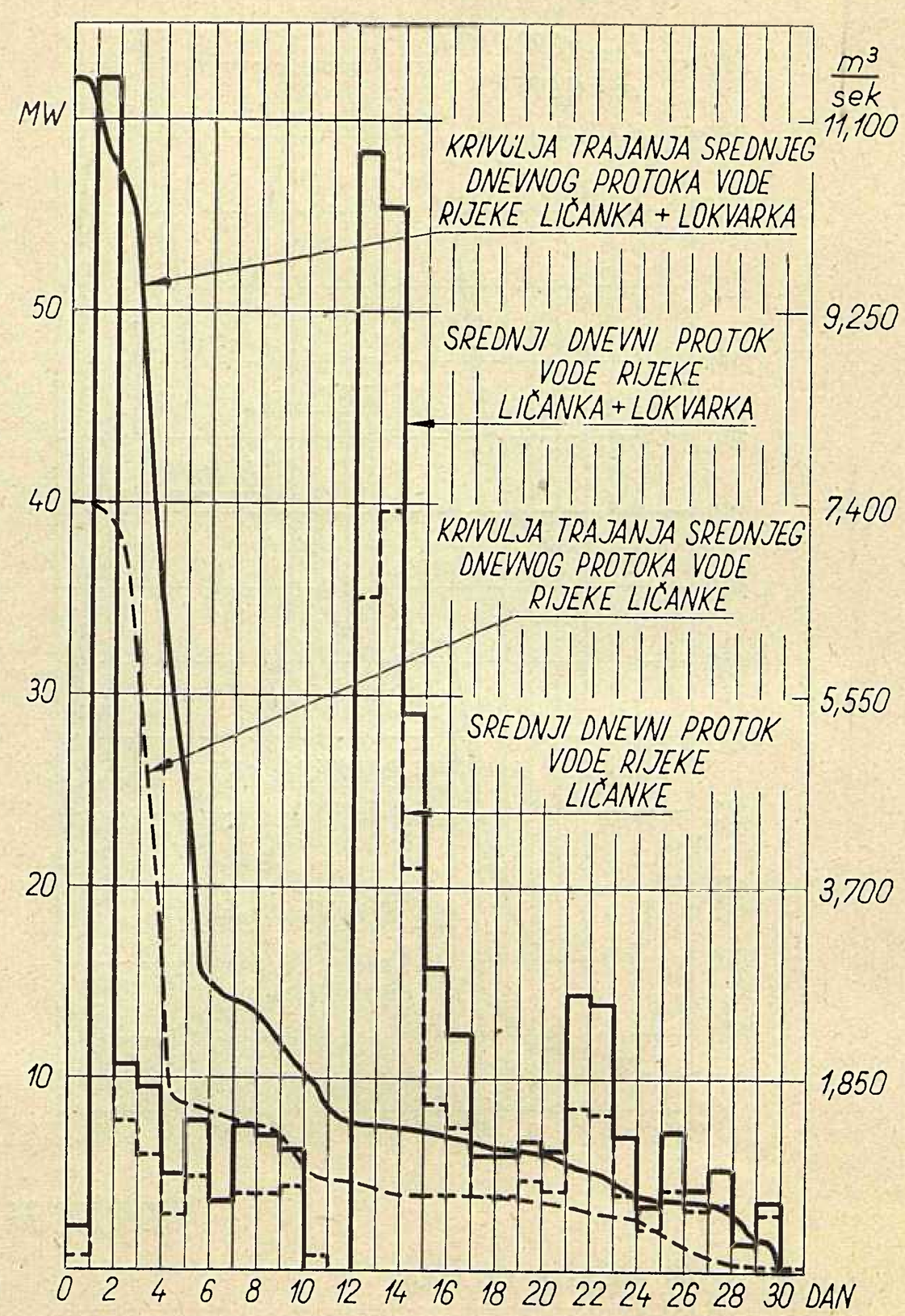


DIJAGRAM PROTOKA VODE ZA MJESEC LISTOPAD 1958

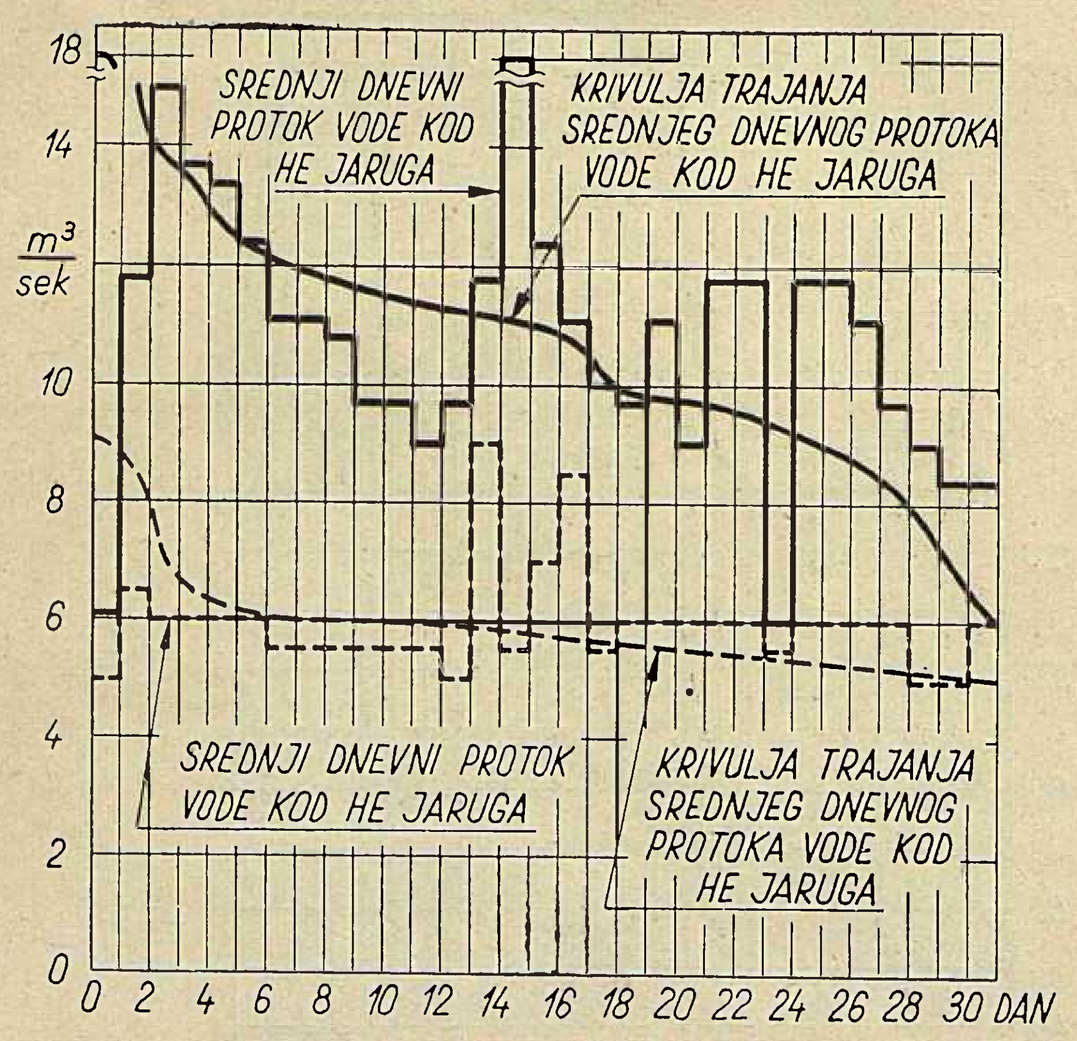
RIJEKA CETINA



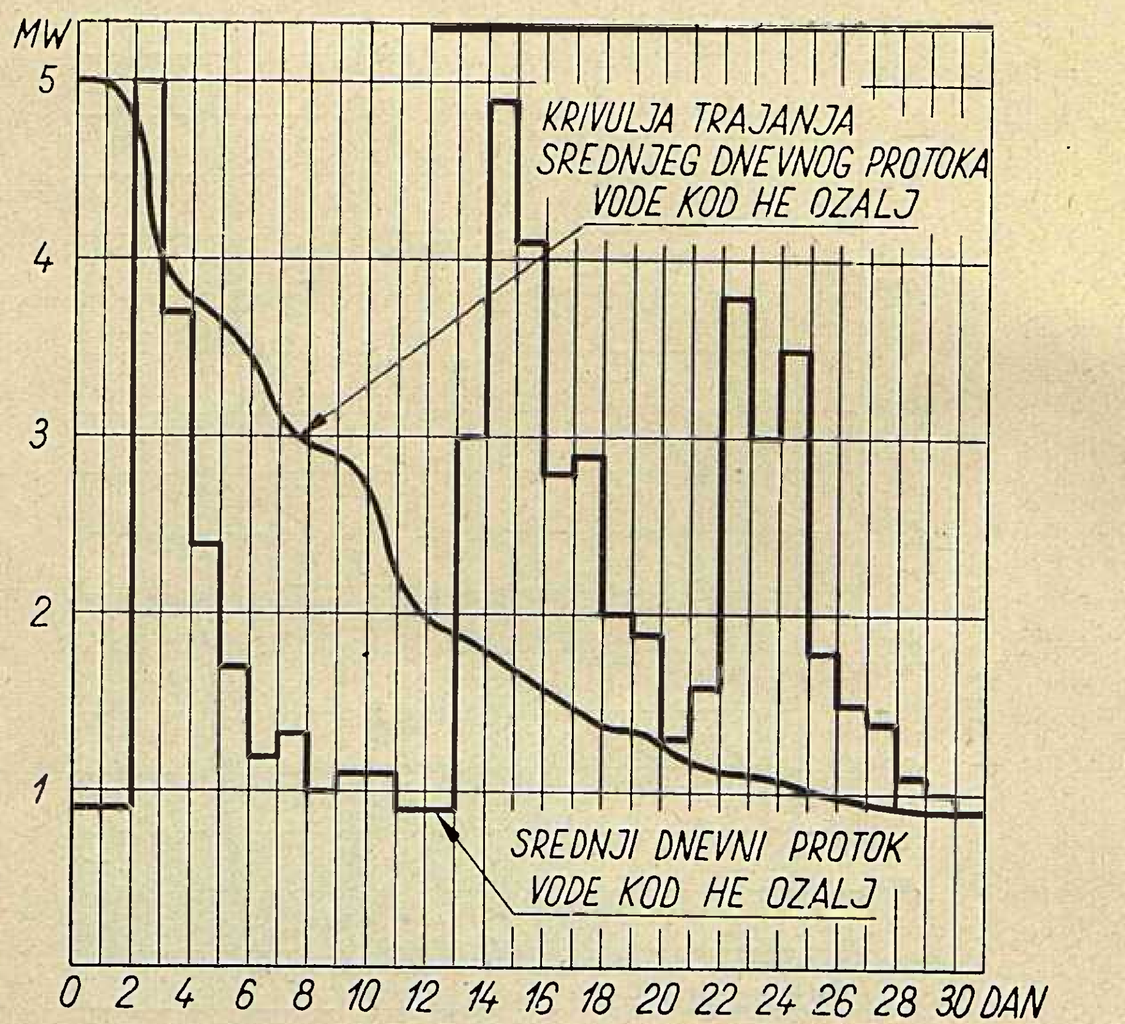
LIČANKA + LOKVARKA (HE VINODOL)



RIJEKA KRKA



RIJEKA KUPA



INSTALIRANI PROTOK

HE KRALJEVAC (CETINA)	80 m³/sek	HE „N. TESLA" VINODOL	15 m³/sek
HE JARUGA (KRKA)	31 m³/sek	HE OZALJ (KUPA)	55 m³/sek

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC STUDENI 1958

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno (5+6+7+8+9)
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	BiH	Madjarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI.	1957	62666	22061	1658	15361	63324	37422	22922	23715	—	148383
XII.	1957	59164	30818	1327	16402	60491	47220	20228	38150	—	166089
Ukupno	1957	617143	207162	15721	166377	632864	373539	327226	262951	—	1596580
I.	1958	79976	26430	1886	11074	81862	37504	—1302	46891	—	164955
II.	1958	63077	19323	1580	12757	64657	32080	1779	50530	—	149046
III.	1958	86975	17759	2024	11951	88999	29710	—6000	62133	—5697	169145
IV.	1958	81811	20540	2255	11236	84066	31776	18930	26817	—5984	155605
V.	1958	75964	11664	1557	11331	77521	22995	4473	52800	—6726	151063
VI.	1958	47745	16101	944	12613	48689	28714	37883	32896	—6886	141296
VII.	1958	28368	22876	676	15848	29044	38724	50377	29342	—9342	138145
VIII.	1958	14000	26016	339	14979	14339	40995	49614	34654	— 896	138706
IX.	1958	7734	37102	215	19356	7949	56458	25714	53069	— 111	143079
X.	1958	31290	33130	1001	22932	32291	56062	72636	4997	—5975	160011
XI.	1958	61776	23411	1881	17944	63657	41355	47405	23991	—5781	170627
Ukupno I.-XI.	1958	578716	254352	14358	162021	593074	416373	301509	418120	—47398	1681678

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA STUDENI 1958 U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	61776	578716	62666	557979	98,6	103,6
termoelektrane	23411	254352	22061	176344	106,3	144,2
Ukupno (a)	85187	833068	84727	734323	100,5	113,4
Vlastiti potrošak	3016	32146	2449	20702	123,0	155,0
Prag udruženih elektrana	82171	800922	82278	713621	99,9	112,2
Nabava od industrijskih elektrana (b)	1542	14589	706	16971	218,0	86,0
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	71395	719629	46637	527634	153,2	136,1
Razmjena sa inozemstvom (d)	—5781	—47398	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu:	149328	1487742	129621	1258226	115,2	118,3
Gubici: prijenosa	7618	95843	7738	51630	98,5	185,7
razdiobe	17832	144044	13257	128074	134,8	112,4
Predano potrošačima	123878	1247855	108626	1078522	114,0	115,8
Industrijska vlastita opskrba (e)	18283	161790	16313	147398	112,2	109,7
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	105012	1009447	101746	898692	103,1	112,2
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	170627	1681678	148383	1426326	115,0	118,0
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanja energije	418,0	4736,9	121,4	2343,2	347,5	202,0
zbog pogonskih smetnji	213,0	2261,4	303,2	1923,1	70,2	117,5
Ukupni manjak električne energije	631,0	6998,3	424,6	4266,3	148,8	164,0
Ukupna potreba električne energije	171258,0	1688676,3	148807,6	1430592,3	115,1	118,0
Zadovoljenje u %	99,6	99,7	99,7	99,6	99,8	100,0

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA STUDENI 1958

Vrst elektrane		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh: u izvj. mjesecu	Proizvodnja u MWh: od početka godine	Vlastiti potrošak: MWh	Vlastiti potrošak: % od proizvodnje	Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	18 031	120 099	91	0,51	18 200	99,9	75,0	—
		Ozalj	5,0	2 736	21 024	115	4,21	2 790	98,0	5,0	—
		Zeleni Vir	0,8	584	4 280	3	0,51	...	...	0,8	—
		Fužine	4,0	535	1 039	19	3,55	...	...	...	—
		Kraljevac	68,0	27 626	289 148	200	0,72	29 390	94,0	67,8	—
		Miljacka	20,0	7 818	103 994	55	0,70	7 900	99,0	...	—
		Jaruga	5,4	3 285	32 005	9	0,27	3 300	99,5	5,5	—
		Zavrelje	1,5	1 110	6 404	12	1,08	1 132	98,0	...	—
		Mihaljevci	0,08	—	25	—	—	—	—	—	—
		Kuzmica	0,2	51	698	0	0	...	...	0,17	—
		Svega	××××	61 776	578 716	504	0,82	×××××	×××××	××××	×××××
	TE	Zagreb	17,0	5 004	61 960	828	16,55	12 240	40,8	13,2	7 700
		Jertovec	39,8	15 953	147 923	1 395	8,75	28 656	55,7	35,9	3 973
		Vlaška	9,0	788	26 703	123	15,60	6 480	12,1	4,0	5 441
		Rijeka	5,0	770	6 935	56	7,26	3 600	21,4	3,0	6 157
		Gospić	1,1	—	57	—	—	792	—	—	—
		Dubrovnik	1,0	17	288	0	0	720	2,4	...	—
		Zadar	0,5	1	5	0	0	360	0,3	...	—
		Osijek	3,4	604	6 413	76	12,58	2 448	24,8	3,0	7 773
		Županja	4,0	159	2 614	13	8,18	2 880	5,5	...	5 800
		Đakovo	0,5	115	1 428	21	18,25	360	31,9	0,4	11 090
		Vinkovci	0,2	—	25	—	—	144	—	—	—
		Kuzmica	0,2	—	1	—	—	144	—	—	—
		Svega	××××	23 411	254 352	2 512	10,72	×××××	×××××	××××	×××××
		Ukupno	××××	85 187	833 068	3 016	3,54	×××××	×××××	××××	×××××
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind. Duga Resa	1,7	570	4 067	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira Rijeka	0,4	415	3 018	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa Majdan	1,0	558	4 087	*	*	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	338	3 186	—	—	...	...	...	—
		Svega	××××	1 881	14 358	*	*	×××××	×××××	××××	×××××
	TE	Željezara Sisak	5,5	3 819	37 609	635	16,62	3 960	96,4	6,6	...
		Rafinerija nafte, Sisak	4,0	1 753	18 944	116	6,61	2 880	60,8	2,8	2 469
		Pam. ind. Duga Resa	2,6	1 087	13 742	125	11,50	1 872	57,7	3,1	4 300
		Pam. ind., Zagreb	0,5	—	3	—	—	360	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	450	8 166	66	14,68	1 512	29,9	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	501	6 942	19	3,79	1 440	34,7	1,1	3 951
		Tv. cem., Koromačno	1,2	267	2 092	60	22,48	864	30,9	0,6	...
		Jugovinil, Split	17,5	4 534	36 989	583	12,86	12 600	36,0	...	...
		Tv. cem., Sućurac	3,7	—	35	—	—	2 664	—	—	—
		Tv. cem., Majdan	1,6	913	10 743	101	11,06	1 152	79,4	...	...
		Jug. kombinat Borovo	6,0	1 737	12 887	237	13,63	4 320	40,1	...	...
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	791	7 842	107	13,51	2 160	36,6	...	...
		Sladorana, Županja	3,0	1 227	3 311	195	15,90	2 160	56,8	3,4	7 500
		Šećerana, Osijek	2,0	865	2 716	—	—	1 440	60,0	...	2 000
		Svega	××××	17 944	162 021	2 244	12,47	×××××	×××××	××××	×××××
		Ukupno	××××	19 825	176 379	2 244	11,28	×××××	×××××	××××	×××××
		Sveukupno	××××	105 012	1 009 447	5 260	5,01	×××××	×××××	××××	×××××

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA STUDENI 1958

Akumulacija 31. X. 1958		15970 MWh	Raspoloživa količina vode	31474 MWh
dotok Lokvarka	5720 MWh		Proizvodnja	18031 MWh
dotok Ličanka	9784 MWh		Preljev preko brane	— MWh
Ukupno		15504 MWh	Akumulacija 30. XI. 1958.	13443 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA STUDENI 1958

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		Izvještajni mjesec			Od početka godine		
		1958	1957	Odnos % 1:2	1958	1957	Odnos % 4:5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		67460	69390	97,1	758010	762560	99,4
MRKI	Rudnik mrkog ugljena »Dubravice«	641	483	132,8	6300	6479	98,1
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6240	6361	98,1	76000	77590	98,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1200	1716	69,8	16619	22174	74,9
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1625	1501	108,3	19333	20177	95,8
	Međimurski ugljenokopi, M. Središće	15495	16766	92,4	183011	184886	99,0
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	5570	4424	125,8	54692	51145	106,9
	Rudnici mrkog ugljena, Siverić	10957	12461	87,9	130392	133886	97,4
	Konjščinski ugljenokopi, pogon Zajezda	2020	2550	79,3	27575	35080	78,6
	Rudnik »Češko selo«	600	390	153,0	5873	1845	318,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1470	1447	101,6	17749	10487	169,0
	Svega	45818	48099	95,2	537544	543749	98,9
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	16394	14110	116,2	155838	143630	108,5
	Konjščinski ugljenokopi, Konjščina	14710	25834	57,0	208963	269528	77,6
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	9928	13744	72,3	124650	137891	90,4
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	14347	14217	100,9	148503	145438	102,1
	Rudnik ugljena, Mišulinovac	3443	3524	97,8	41197	39559	104,1
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	—	520	—	4081	9088	45,0
	»Bilo« rudnik lignita, Pitomača	3632	3604	100,8	35146	33818	103,9
	Rudnici metala i nemetala, Sinj	1450	466	312,0	7447	7928	93,9
	Rudnik lignita, Špičkovina	1914	2380	80,2	21814	22800	95,7
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	13602	10846	125,3	148620	135853	109,4
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	5389	4203	128,2	52390	39749	132,0
	Kordunski rudnici, Topusko	—	1545	—	5750	12839	52,6
	Ostali	—	58	—	—	2491	—
	Svega	84809	95048	89,2	955399	1000612	95,5
Ukupno sve vrste ugljena		198087	212537	93,2	2250953	2306921	97,6

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						Koksare	Plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	XI. 1958	1697	100	721	876	458	198	323	696	1,0	21,2	87	2,1
	I—XI. 1958	17056	1094	7565	8397	4419	2250	3691	6513	10,2	171,7	947	23,4
Indeks na bazi	XI. 1957	113,4	101,0	105,3	123,0	118,4	90,0	98,7	125,1	125,0	153,5	104,8	100,0
	I—XI. 1957	104,5	98,0	97,7	112,4	112,7	94,5	98,7	106,0	100,0	144,3	100,0	105,0

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000 m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	XI. 1958	37298	3792	102421	22640	522	5587	24201	3207	180
	I—IX. 1958	424599	41170	1010503	228631	4257	56532	271488	39331	2020
Indeks na bazi	IX. 1957	109,5	105,5	121,5	120,8	59,9	104,2	119,0	95,8	102,9
	I—IX. 1957	117,1	110,1	106,4	114,1	76,1	82,5	116,0	101,1	116,4

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za Statistiku i evidenciju (Indeks br. 1/59).

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA STUDENI 1958

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	34 293	23,0	322 980	24 951	19,2	235 391	137,6	137,2
	Rasvjeta u posl. prost.	4 053	2,7	35 534	3 974	3,1	35 689	126,0	122,3
	Ras. u društv. prost.	954	0,6	8 077					
	Motori i aparati	4 399	3,0	41 428	3 605	2,8	34 694	122,0	119,5
	Poljoprivredni motori	786	0,5	6 827	576	0,5	5 331	136,5	128,0
	Javna rasvjeta	1 996	1,3	16 726	1 742	1,4	14 370	114,4	116,2
	Vodovod	3 426	2.3	39 640	2 892	2,2	35 751	118,5	111,0
	Električna gradska vuča	1 206	0,8	13 234	.1 187	0,9	12 355	101,5	107,1
	Preprodavaoci	1 636	1,1	15 343	1 346	1,0	13 543	121,5	113,3
	Ukupno	52 749	35,3	499 789	40 273	31,1	387 124	131,0	129,0
Velepotrošači	Ugljenokopi	5 414	3,6	62 677	5 707	4,4	66 868	94,9	93,7
	Tvornice cementa	7 837	5,3	71 267	5 994	4,6	65 276	130,7	119,0
	Ostala industrija	26 694	17,9	265 157	22 311	17,2	217 321	119,6	122,0
	Ukupno	39 945	26,8	399 101	34 012	26,2	349 465	117,3	114,3
Specijalni velepotrošači	Elektrokemija	16 736	11,2	207 488	15 118	11,6	229 357	110,8	90,4
	Elektrometalurgija	13 434	9,0	130 024	18 125	14,0	101 568	74,1	128,0
	Električne željeznice	996	0,7	10 726	1 098	0,8	11 008	90,7	97,3
	Melioracije	18	0,0	727	*	*	*	*	*
	Ukupno	31 184	20,9	348 965	34 341	26,4	341 933	90,7	102,2
Predano potrošačima		123 878	83,0	1 247 855	108 626	83,7	1 078 522	114,0	115,6
Gubici	prijenosa	7 618	5,1	95 843	7 738	5,9	51 630	98,5	185,6
	razdiobe	17 832	11,9	144 044	13 257	10,4	128 074	134,5	112,4
Ukupno raspoloživa električna energija		149 328	100,0	1 487 742	129 621	100,0	1 258 226	115,2	118,1

* Potrošačka grupa »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazivana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	F N R J			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	XI. 1958	675	363	312	184	109	228	121	29,3	4,1
	I—XI. 1958	6655	3885	2770	1626	1050	2296	1359	286,5	37,2
Indeks na bazi	XI. 1957	113,8	106,3	123,8	131,3	99,0	115,7	107,0	100,3	113,8
	I—XI. 1957	118,6	122,6	113,5	126,4	109,1	109,4	133,2	140,5	117,1

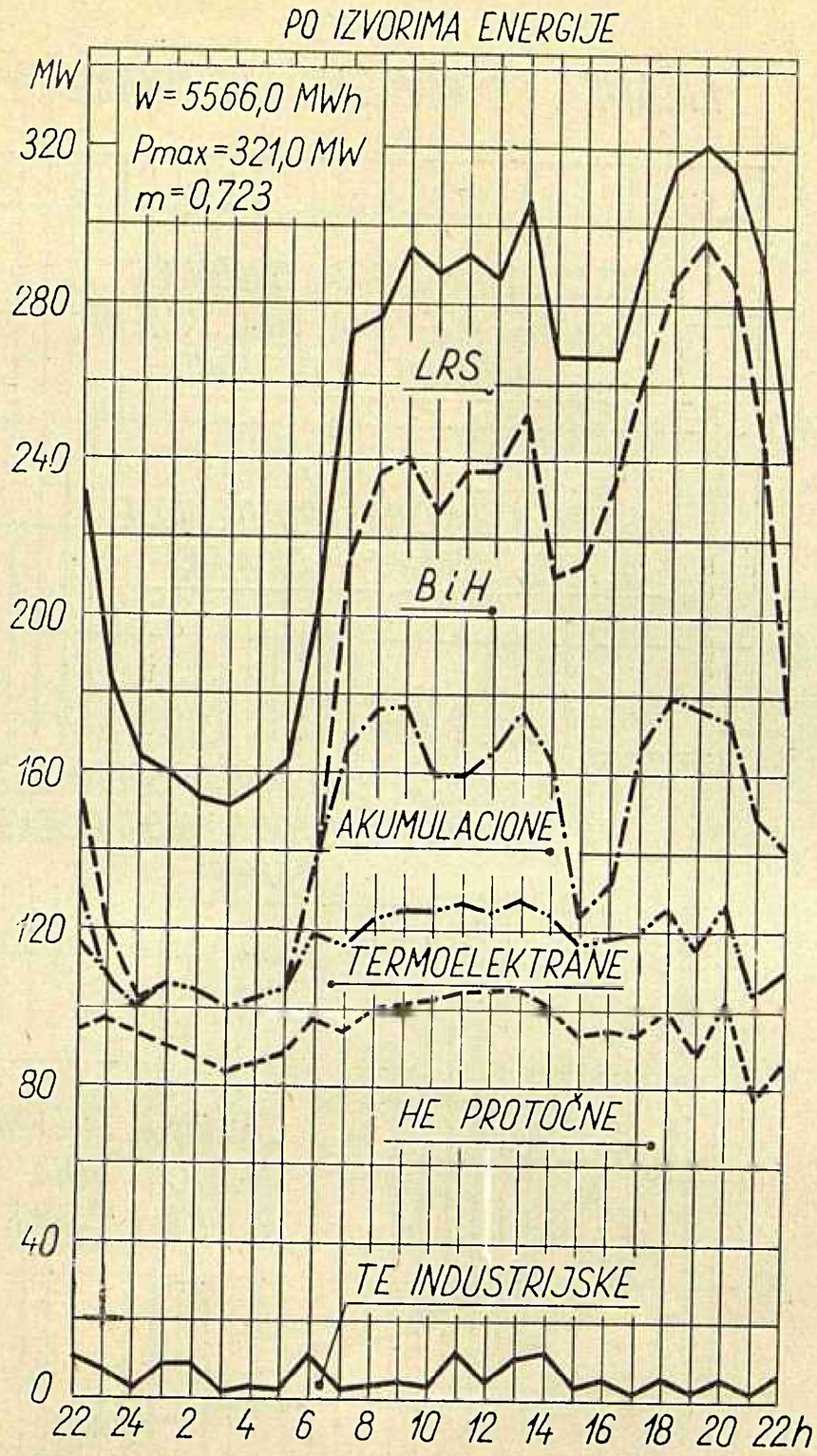
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

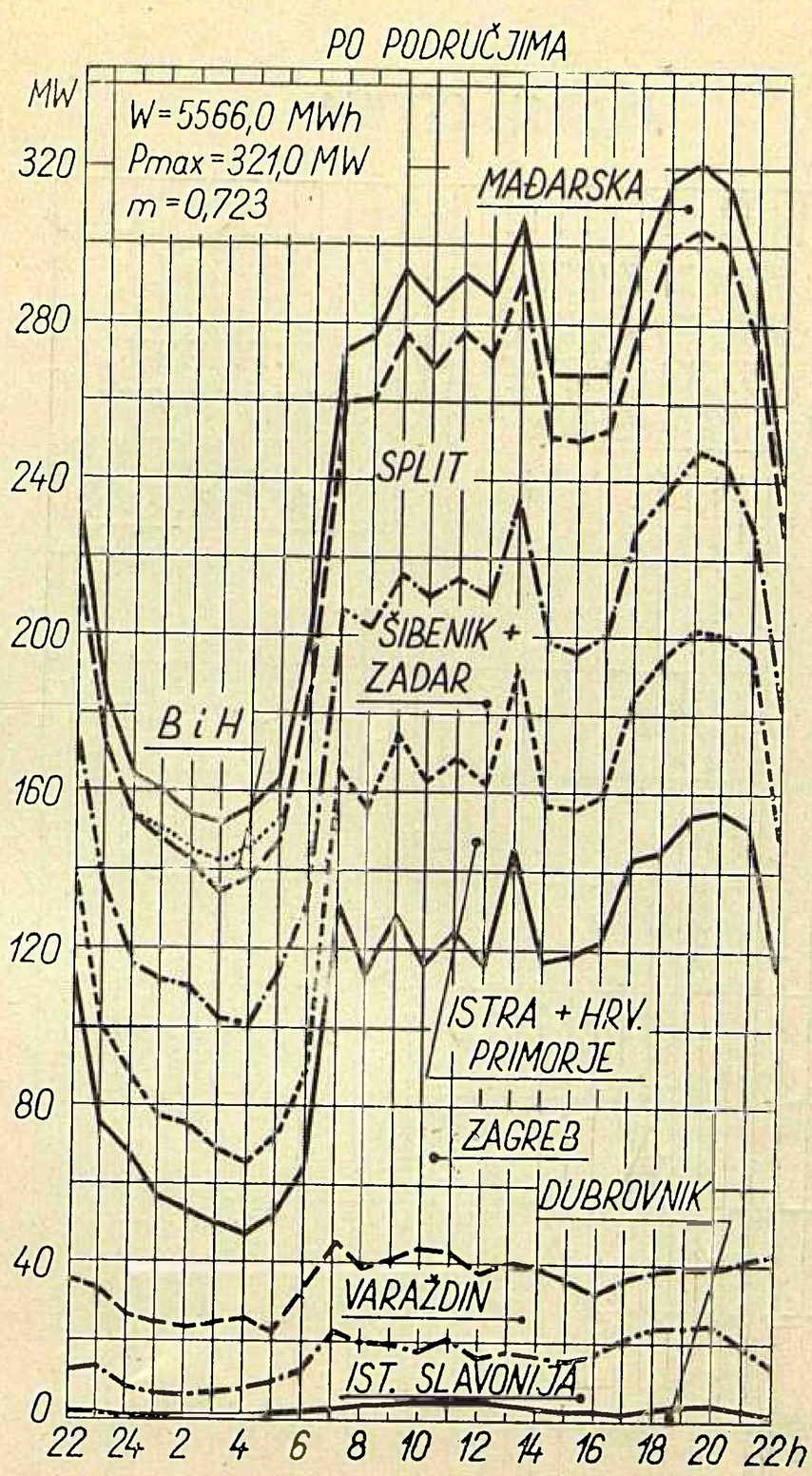
Izvještajno razdoblje		Po narodnim republikama							Po namjeni		
		FNRJ	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI.	1958.	119	129	115	108	122	118	138	117	116	126
	1957.	110	117	111	101	105	127	126	114	104	120
I—XI.	1958.	108,8	112,7	104,6	104,9	110,0	123,6	128,6	108,1	109,6	107,6
	1957.	98,3	97,6	98,4	98,7	99,3	97,0	95,8	96,6	99,0	97,6

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 1/1959)

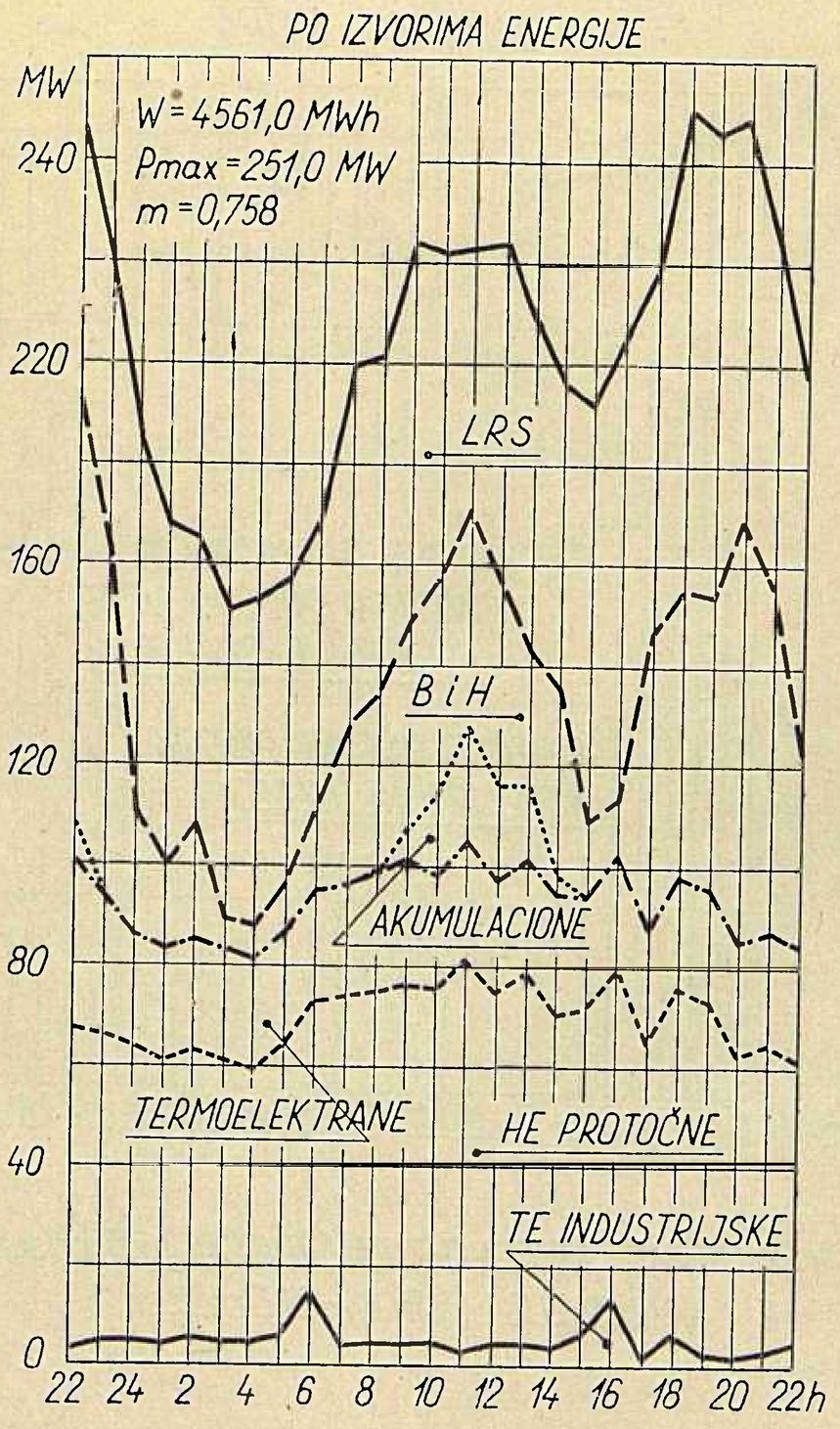
TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA 19. i 23. 11. 1958.

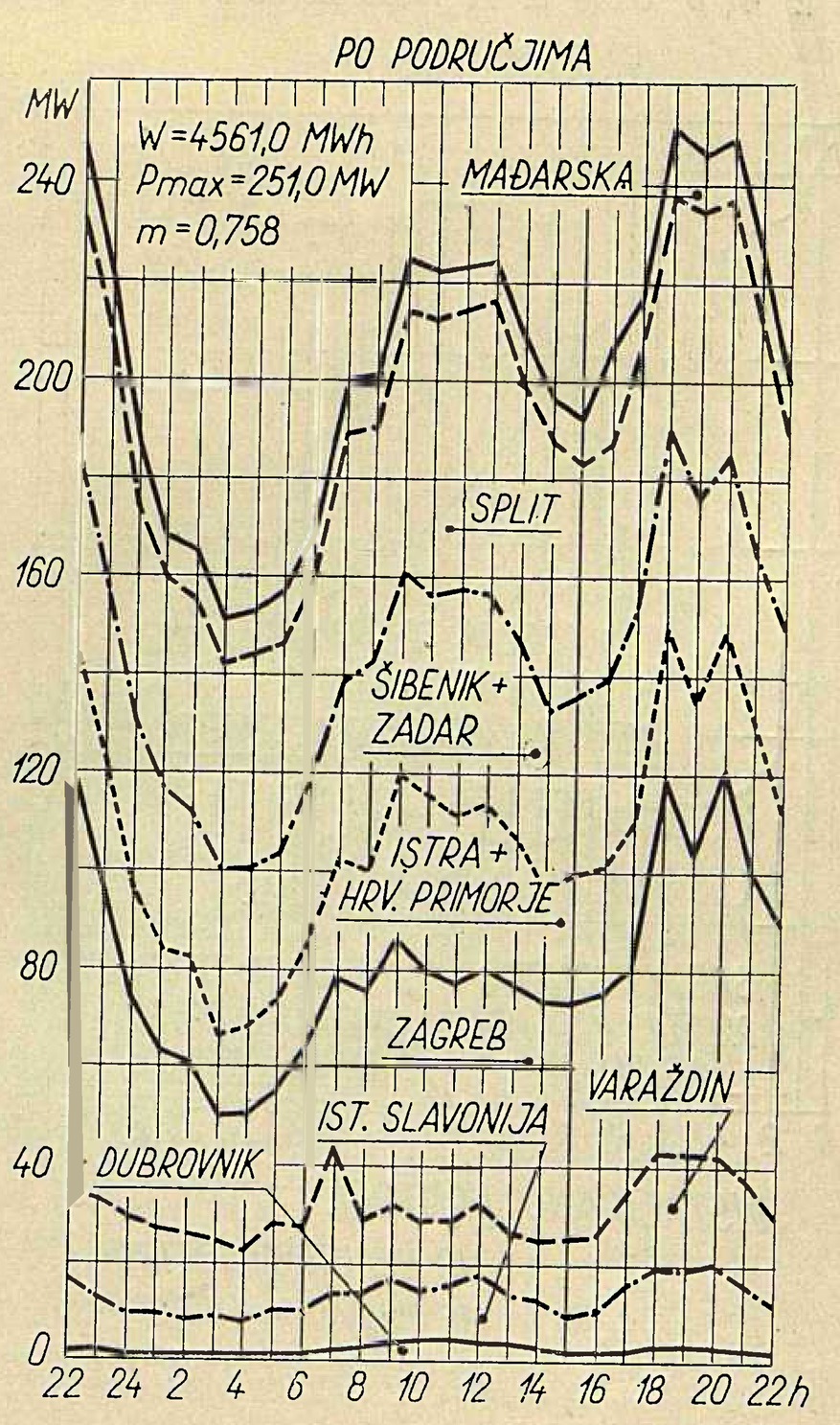
SRIJEDA 19. 11. 1958.





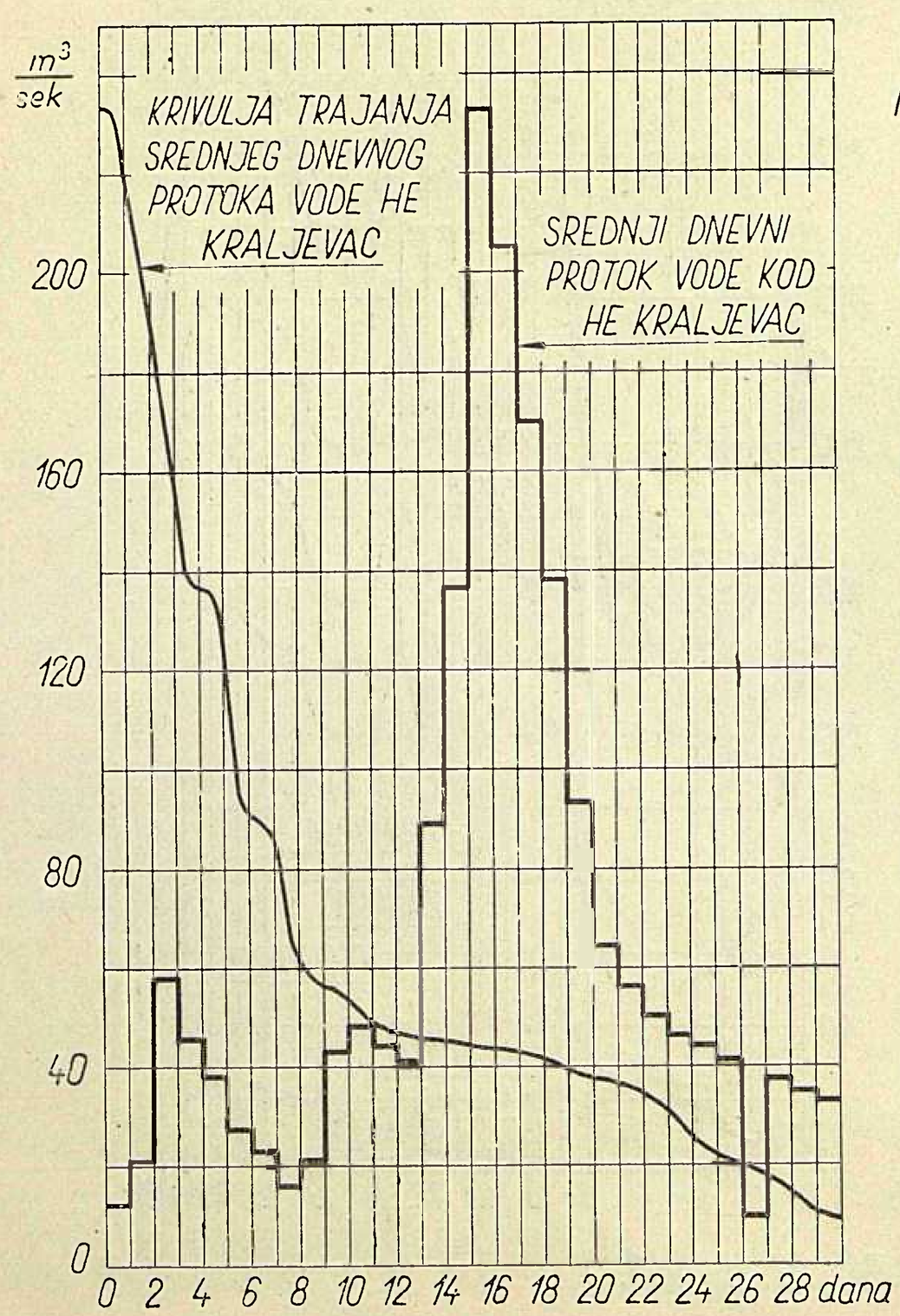
NEDJELJA 23. 11. 1958.



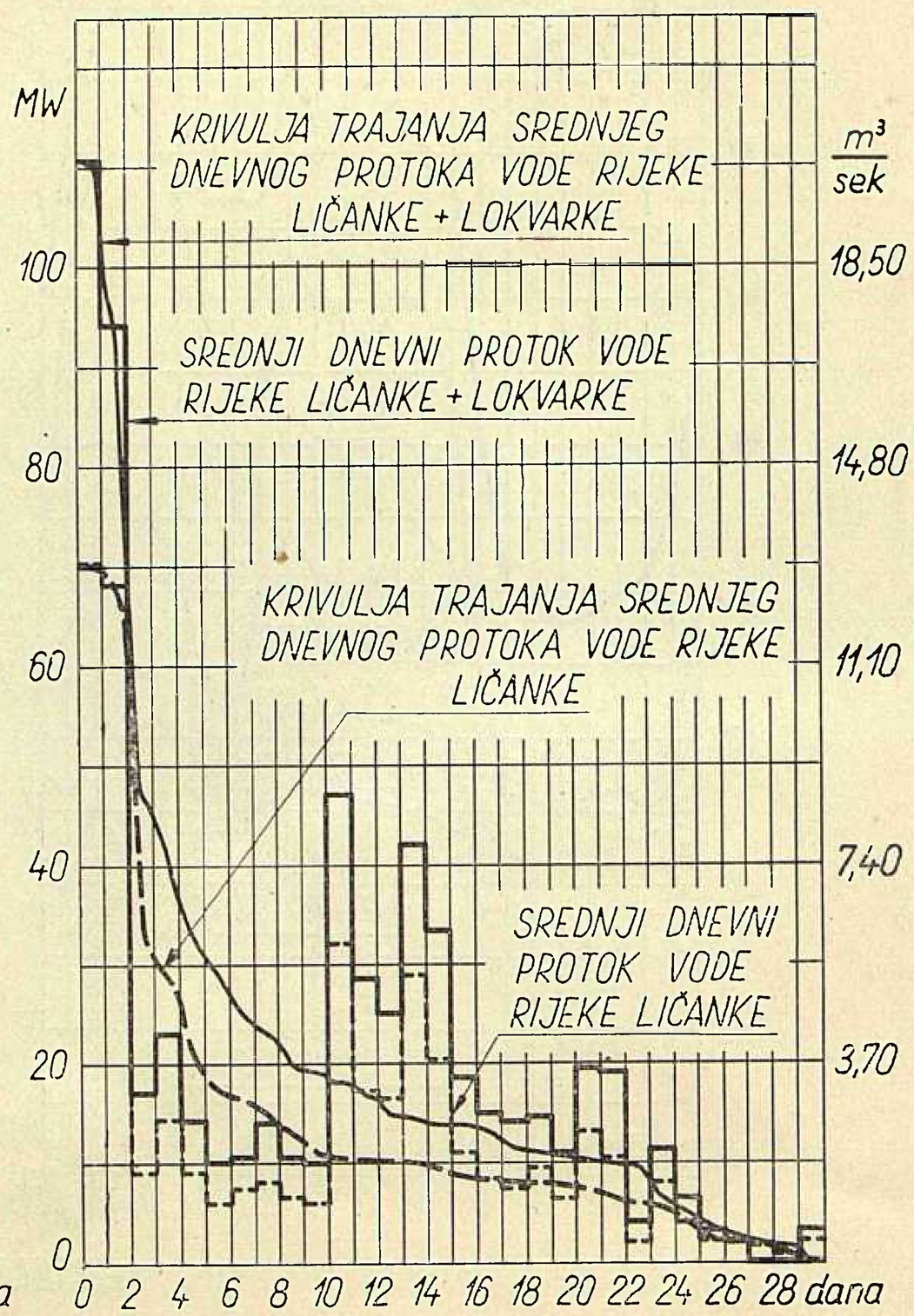


DIJAGRAM PROTOKA VODE ZA MJESEC STUDENI 1958

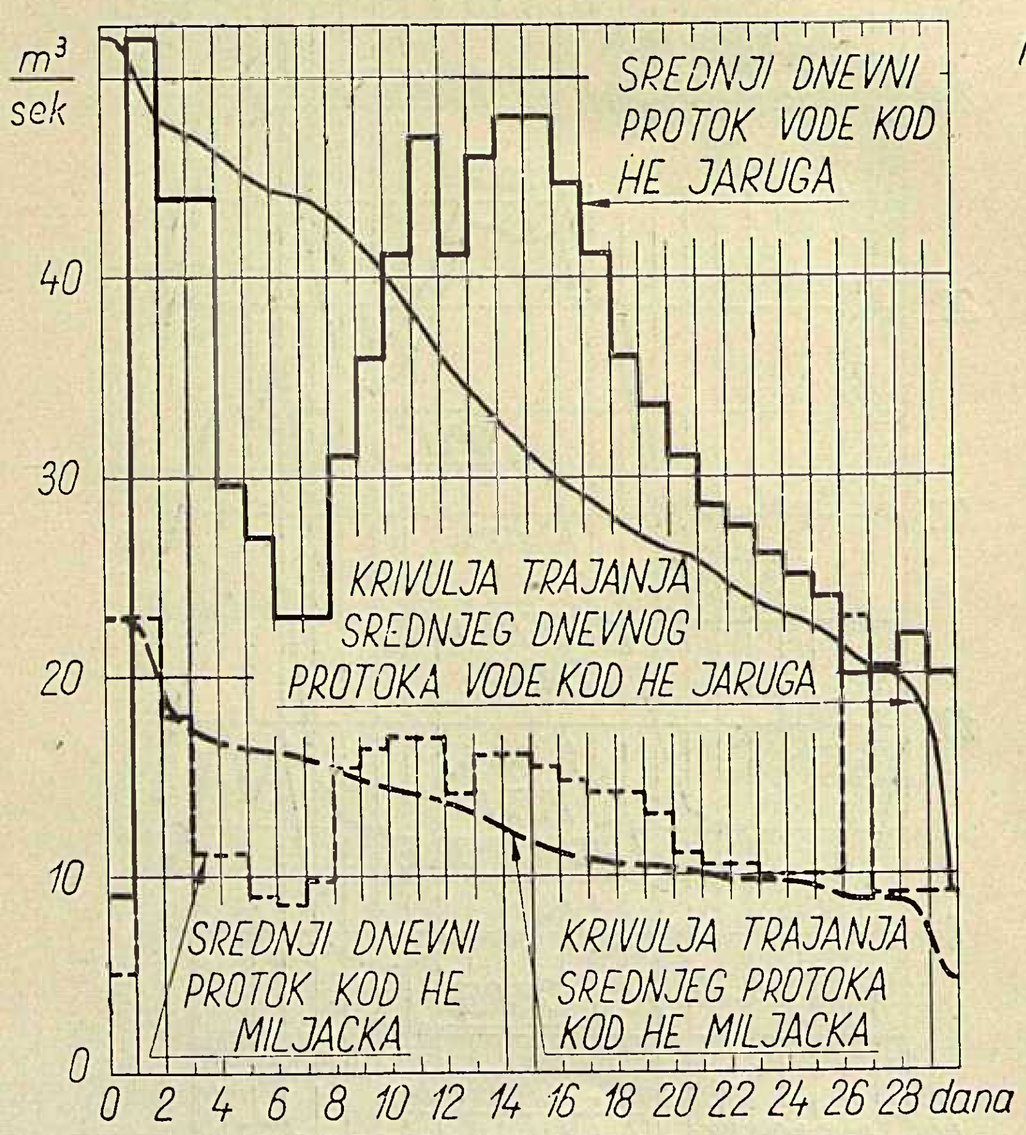
RIJEKA CETINA



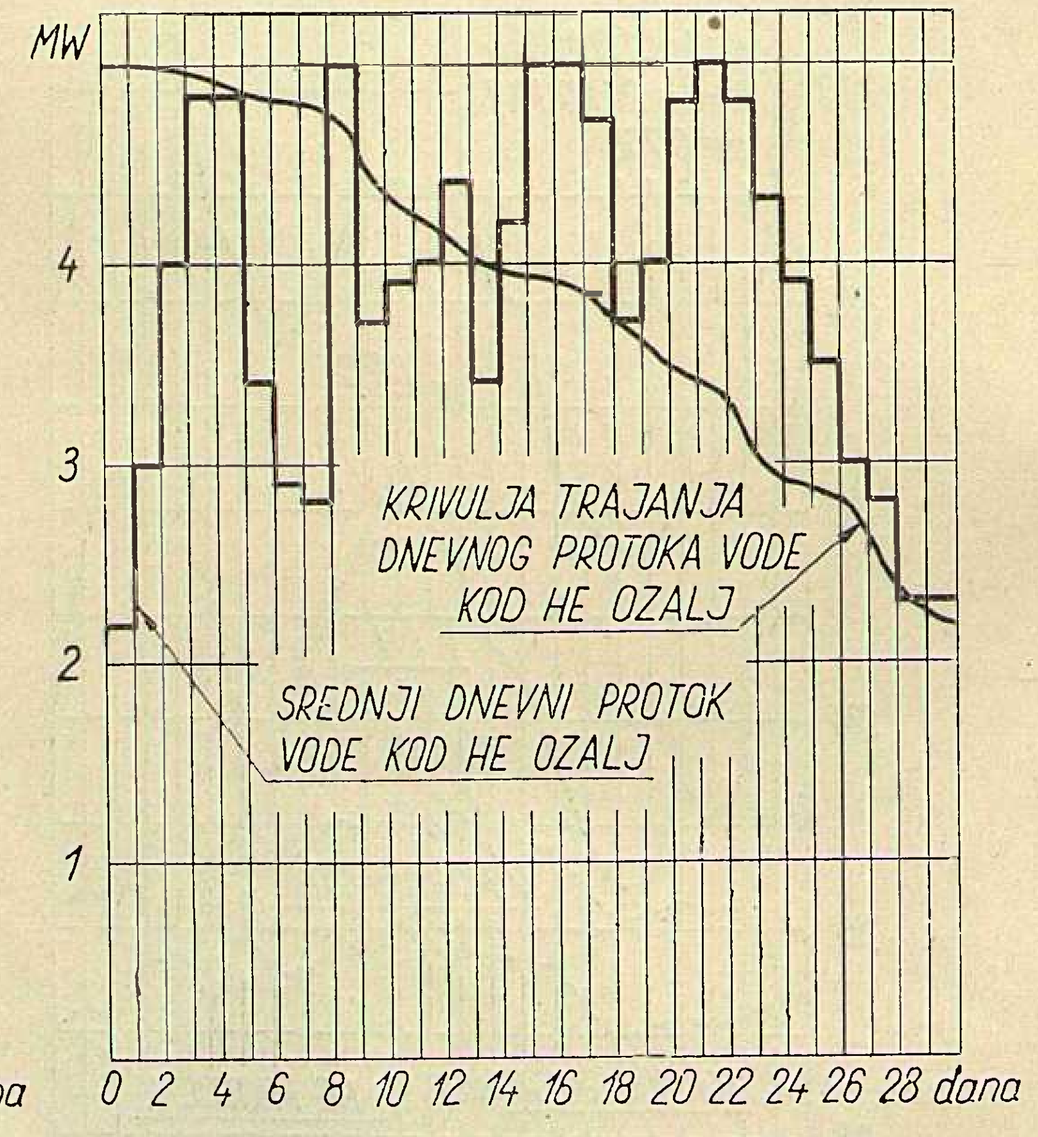
LIČANKA + LOKVARKA (HE VINODOL)



RIJEKA KRKA



RIJEKA KUPA



INSTALIRANI PROTOCI

HE KRALJEVAC (CETINA) - 78 m³/sek
HE MILJACKA (KRKA) - 28,5 m³/sek
HE OZALJ I. (KUPA) - 55 m³/sek
HE „NIKOLA TESLA" (VINODOL) - 15 m³/sek
HE JARUGA (KRKA) - 31,5 m³/sek

GOD. 8 (1959) energija BROJ 3 — 4

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

HIDROELEKTRANE SPLIT I PERUČA U GODINI 1958

Ivo Bulić, Split

Brana Peruča je uglavnom gotova. Odseljeno je 500 obitelji sa 3000 članova. Osigurano je korišćenje proljetnih voda za povećanje proizvodnje HE Kraljevac.

Dovodni tunel od 9,6 km, sa presjekom iskopa oko 7 m, iskopan je u dužini od 4 km. Započeti su radovi na izgradnji akumulacije Prančevići. Zaključena je sva glavna oprema. Postoje uvjeti da se skrati rok puštanja HE Split I. etapa u pogon.

DK 621.311.21

Hidroelektrana *Split* i pribranska elektrana *Peruča* grade se u okviru hidroenergetskog rješenja područja rijeke Cetine u Dalmaciji, te Kraških polja jugozapadne Bosne. Ovo rješenje izradio je *Elektroprojekt* — Zagreb.

U užem području ovog rješenja, u koji spada rijeka Cetina od izvora do mora, u gradnji je akumulaciono jezero sadržine 500 milijuna m³ sa pribranskom hidroelektranom *Peruča* od 40 MW, a zatim nizvodno hidroelektrana *Split* — 1. faza od 216 MW, sa malom akumulacijom za dnevno izravnanje na zahvatu vode kod Prančevića.

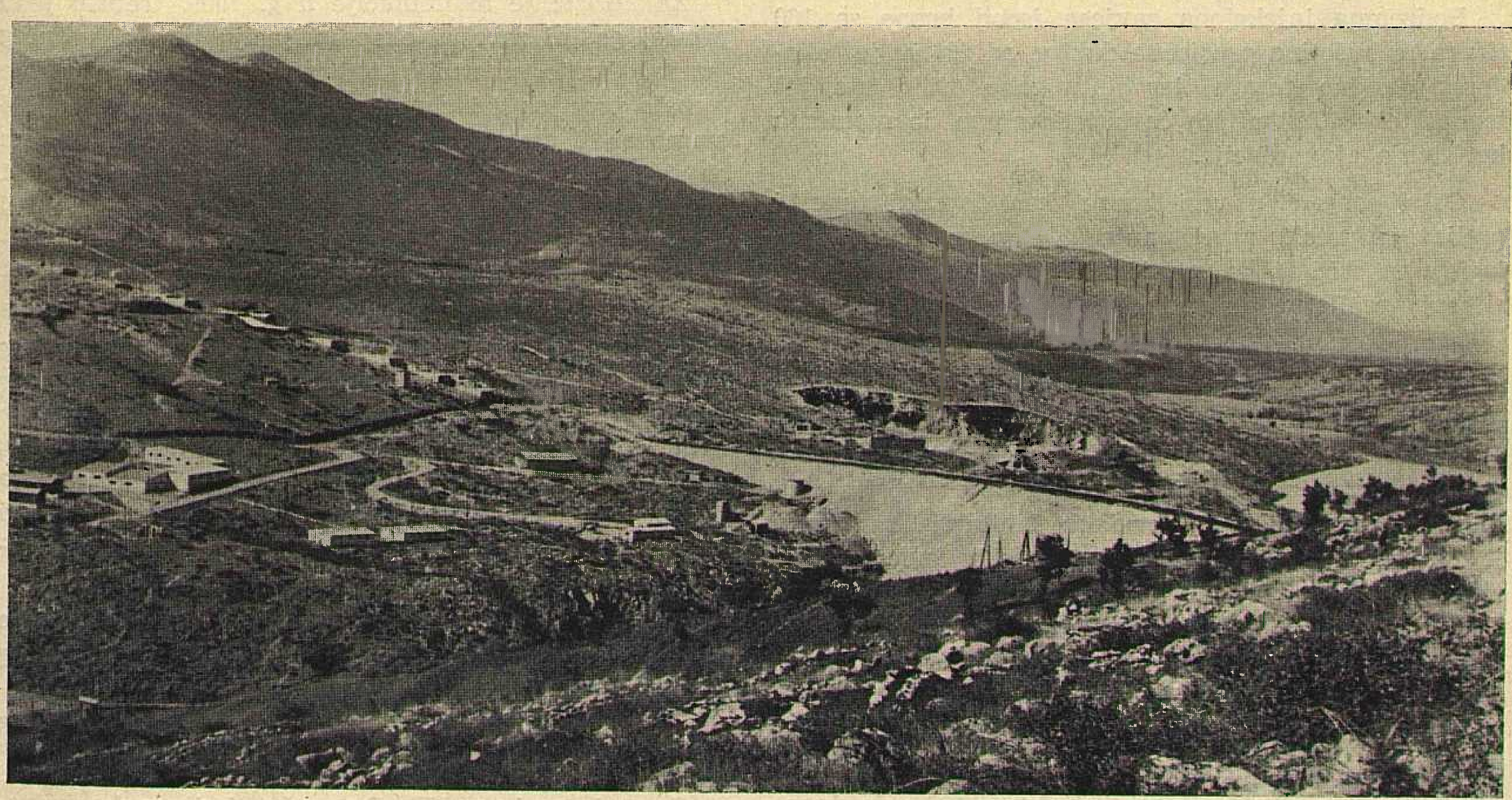
Podaci o Hidroelektrani Peruča

Postrojenje je u izgradnji od god. 1956. (glavni radovi); 2 agregata sa Francis turbinama po 29000 KS, 60 m³/s, srednji netto pad 41,0 m, 187.5 okr/min, sa generatorima po 26 MVA.

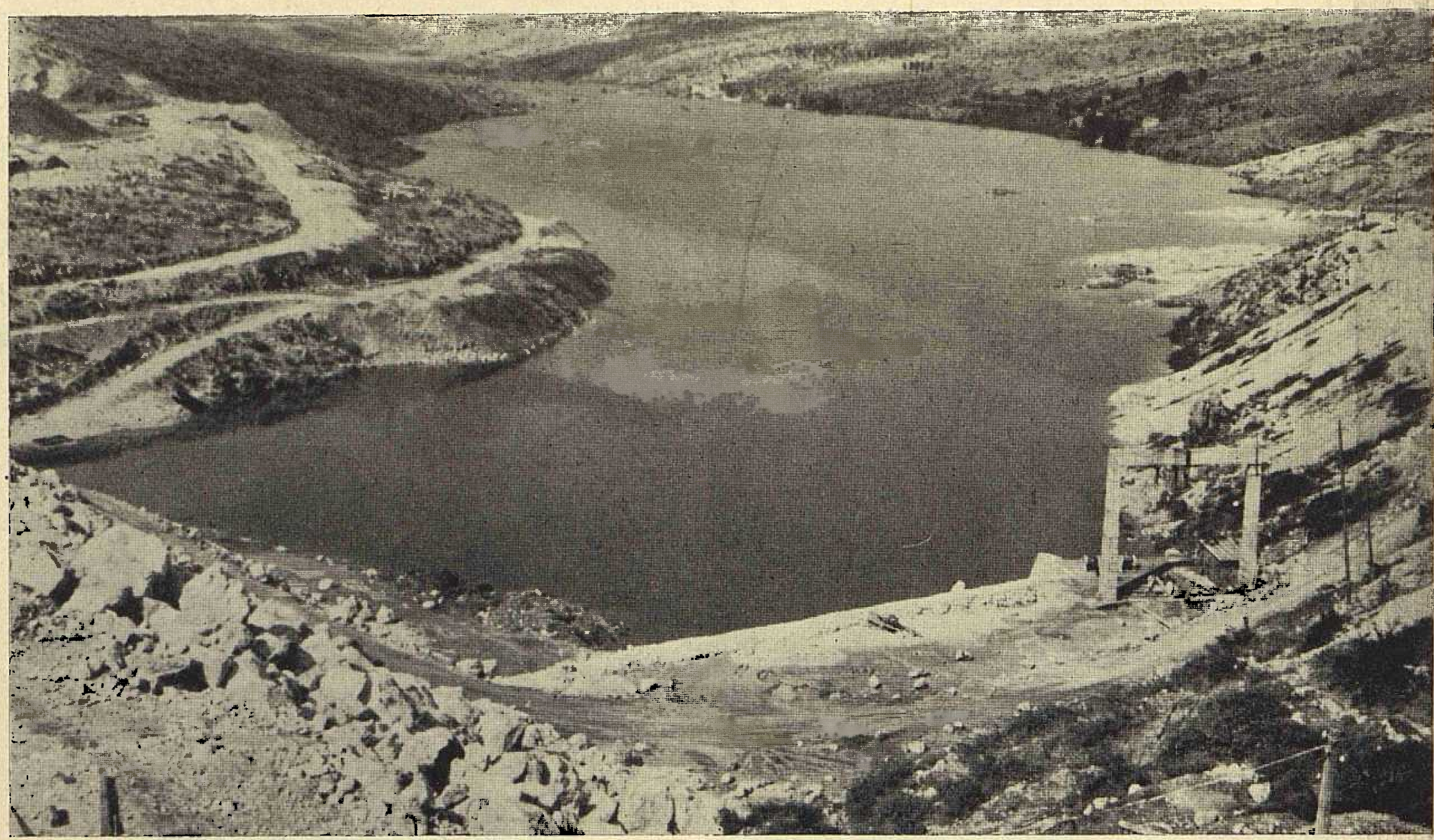
Korisna sadržina jezera 495 hm³ (navedeno i kod HE Split). Energetski ekvivalent akumulacije 300 GWh. Proizvodnja godišnje 191 do 212 GWh.

Ukupne investicije za branu *Peruča* i za pribransku elektranu iznose 11 milijardi 565 milijuna dinara.

Brana će biti dovršena god. 1950. Montaža agregata i završni radovi vršit će se godine 1960.



Sl. 1. Hidroelektrana *Peruča:* brana *Peruča,* opći pogled. (Izvođač: *Konstruktor,* Split).



Sl. 2. Hidroelektrana *Peruča:* dio jezera.

Redovni pogon elektrane: 1. agregat 1. 7. 1960., 2. agregat 1. 1. 1961.

B r a n a P e r u č a je uglavnom gotova. Ova nasuta brana sa kamenim nasipom od 640.000 m³, te sa 135.000 m³ glinene jezgre i 15.000 m³ betona je podignuta do svoje najviše kote od 63 m. Preostaje još da se izradi put preko brane. Završen je i temeljni ispust, u koji se sada ugrađuje regulacioni zatvarač pored već ugrađenog pomoćnog zatvarača.

Podzemna injekciona zavjesa ispod brane sa 160 tisuća m bušotina prosječne dubine od 200 m je također praktično gotova, jer se u toku 1959. ima još izvršiti oko 7.000 m, što će biti dovršeno do momenta korištenja akumulacije.

Ostali organi u vezi brane, kao dovodni tunel i preljev, su u toku završavanja, te će prema današnjim izgledima biti također dovršeni do momenta korištenja proljetne akumulacije.

Ovu branu je izradilo poduzeće *Konstruktor* iz Splita, koje je dobilo za izgradnju modernu mehanizaciju. Ova dobro odabrana i bogata mehanizacija je opravdala investirana sredstva, jer je omogućila prekretnicu u brzini gradnje ovakovih objekata, što najbolje pokazuju slijedeći podaci: Licitacija za branu je održana u ožujku 1954. na temelju investicionog elaborata, koji je predviđao investiciju od 2.910 milijuna dinara sa rokom dovršenja u listopadu 1959. Brana je praktično dovršena u studenom 1958., dakle mnogo ranije, a njeno definitivno koštanje, uključivši sve organe ne će prijeći za 5% svotu iz investicionog elaborata i to uslijed naknadnih izmjena projekata, iako su cijene građevnih materijala od 1954. do danas osjetno porasle.

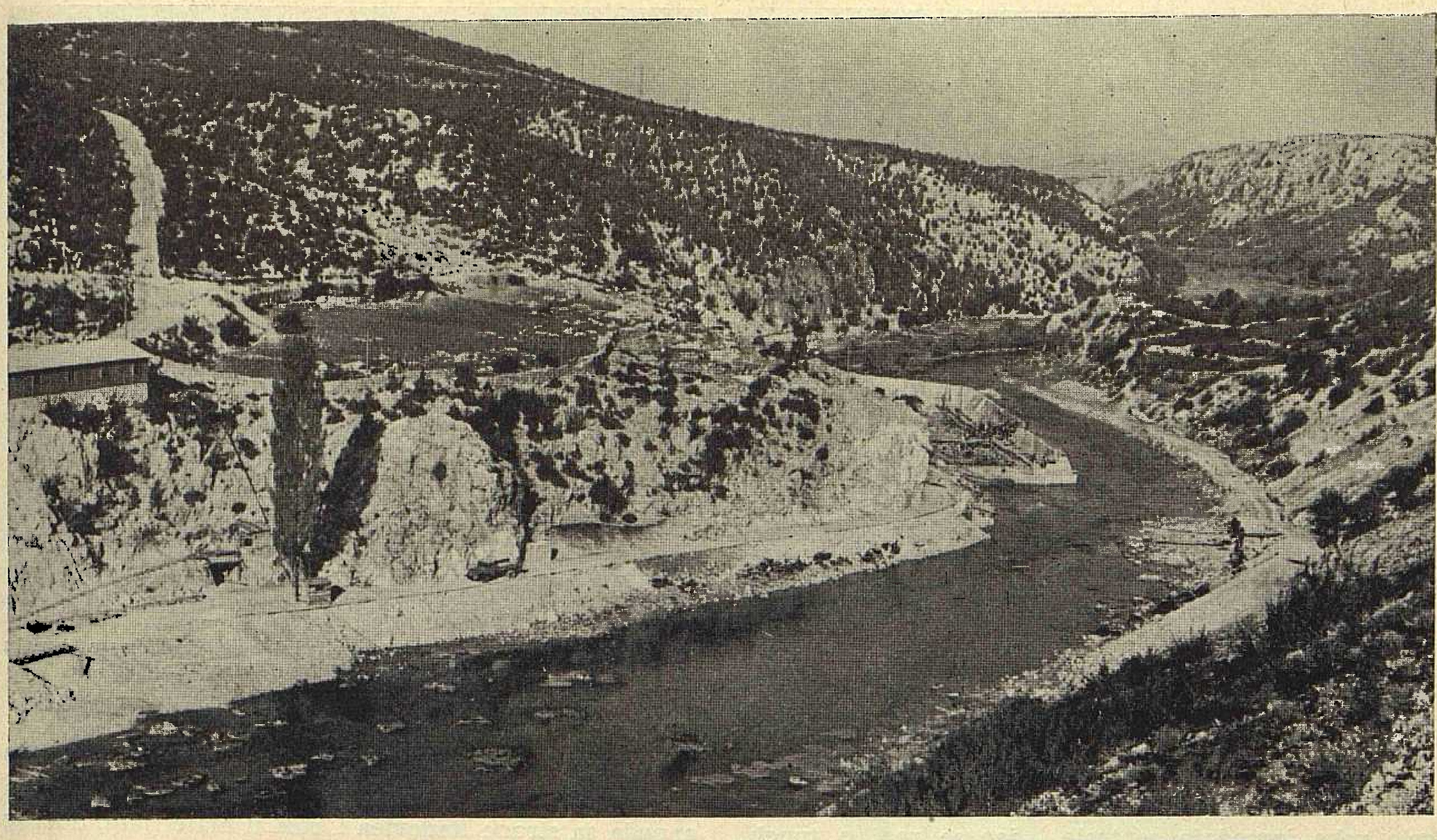
I radovi konsolidacije terena, koje su izradila poduzeća *Geoistraživanja* i *Elektrosond,* su izvršeni solidno, novim metodama rada i dobro opremljenom mehanizacijom, te će se i ovi radovi uklopiti u predviđena investiciona sredstva.

Izgradnjom brane omogućeno je korištenje akumulacije u 1959, i time će se za cca 100 milijuna kWh povisiti produkcija u *HE Kraljevac* u toku ove godine.

Za korištenje akumulacije u g. 1959. trebalo je u prošloj godini završiti eksproprijaciju terena budućeg jezera. Ovdje se radilo o krupnom zahvatu, jer je trebalo procijeniti i ekspropriirati 1820 ha zemlje., 374 stambene i gospodarske zgrade, te 39 raznih drugih objekata. Ovom eksproprijacijom je tangirana 1451 obitelj sa 9.400 članova iz trinaest okolnih sela. Od toga se moralo stalno odseliti 500 obitelji sa 3000 članova. Pored ove eksproprijacije trebalo je dovršiti izgradnju 22 km nove glavne ceste Sinj—Vrlika, koja je dionica glavne ceste Split—Zagreb. Također je trebalo na vrijeme završiti niz sitnijih radova kao premještaj groblja, izgradnju novih škola, mlinova, vodoopskrbnih objekata, pošta, manjih komunikacija, izgraditi novu elektrifikaciju Vrlike u zamjenu za potopljenu malu hidroelektranu *Garjak* i sl. Svi ovi radovi su završeni u toj mjeri, da ne ometaju korištenje proljetne akumulacije.

U toku je još eksproprijacija iznad maksimalne kote jezera, koju treba provesti po propisima novog zakona za one obitelji (oko 300), kojima preostala neekspropriirana imovina ne daje mogućnost privrednog opstojanja.

S t r o j a r n i c a HE *P e r u č a* (pribranska hidroelektrana) ne će ići u pogon u predviđenom roku po-



Sl. 3. Hidroelektrana *Split*, brana *Prančevići:* područje brane sa zagatom (Izvođač: *Hidroelektra*, Zagreb).

četkom 1960., nego će se sa prvim agregatom kasniti skoro 6 mjeseci, dok će drugi agregat ići vjerojatno u roku u pogon. Glavni razlog ovog zakašnjenja je zaostajanje građevinskih radova na samoj strojarnici. Ovo zaostajanje je nastalo iz niza razloga, među kojima se ističe zakašnjenje projekata i neprestane poteškoće s vodom, koja potaplja gradilište strojarnice. Ove vode su nadolazile radi toga, što se nije imalo u rukama regulacioni zatvarač temeljnog ispusta, te se moralo prazniti jezero kroz dovodni tunel, a to znači preko gradilišta strojarnice, kao i radi veoma aktiviziranih izvora na lijevoj strani gradilišta.

Danas je jedan od glavnih zadataka da se građevina strojarnice, odnosno izvršeni iskop, osigura od vode te da se i u zimskom periodu nastave radovi.

Sama oprema elektrane stiže na vrijeme, te će biti isporučena i nešto ranije s obzirom na spomenuto zakašnjenje građevinskih radova.

U toku g. 1958. izvršena je na koncepciji rješenja elektrane izmjena, te je usvojena transformacija 110/30 kV uz čisti blok-spoj grupa i uz rješenje kućne potrošnje sa transformatorima 30/0,4 kV. Ovim rješenjem elektroprivreda dobiva napojnu tačku 30 kV u Dalmatinskoj Zagori, koja omogućuje zatvaranje kruga 30 kV na liniji Split — Sinj — Vrlika — Knin — Manojlovac, a istodobno omogućuje napojnu tačku za dalekovod 30 kV Peruča — Livno.

Podaci o hidroelektrani Split

Srednji protok 113,2 m^3/s, instalirani protok u I. etapi 100 m^3/s, srednji netto pad 250 m. Godišnja proizvodnja u prosječnoj godini 1.4625 GWh, u sušnoj godini 1.200 GWh. 2 agregata à 115 MVA = 216 MW, 300 o/min.

Korisna sadržina jezera Peruča 495 km^3, korisna sadržina jezera Prančevići 3 hm^3. Upotrebno vrijeme najveće snage 6.980 h/god.

Investiciona svota 17 milijardi dinara. Pripremni radovi su započeli u rujnu 1957.

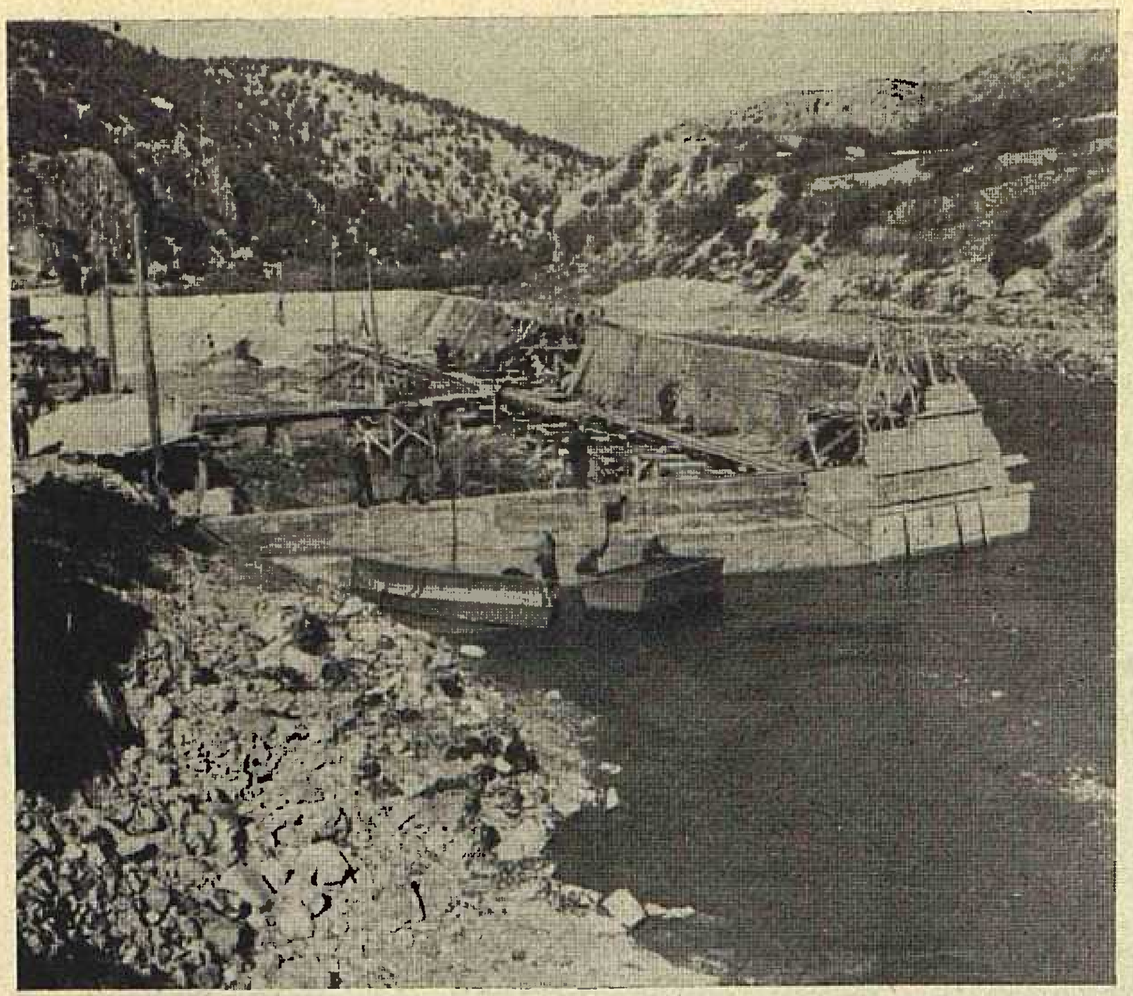
Redovni pogon: 1. agregat 1. 6. 1962., 2. agregat 1. 8. 1962.

Radovi na HE *Split* su se u protekloj godini razvijali tako, da su započeti svi radovi o kojima ovisi rok izgradnje postrojenja. Međutim, veći dio radova se ne bi bio mogao započeti, da se nisu poduzele potrebne mjere i dobila posebna ovlaštenja.

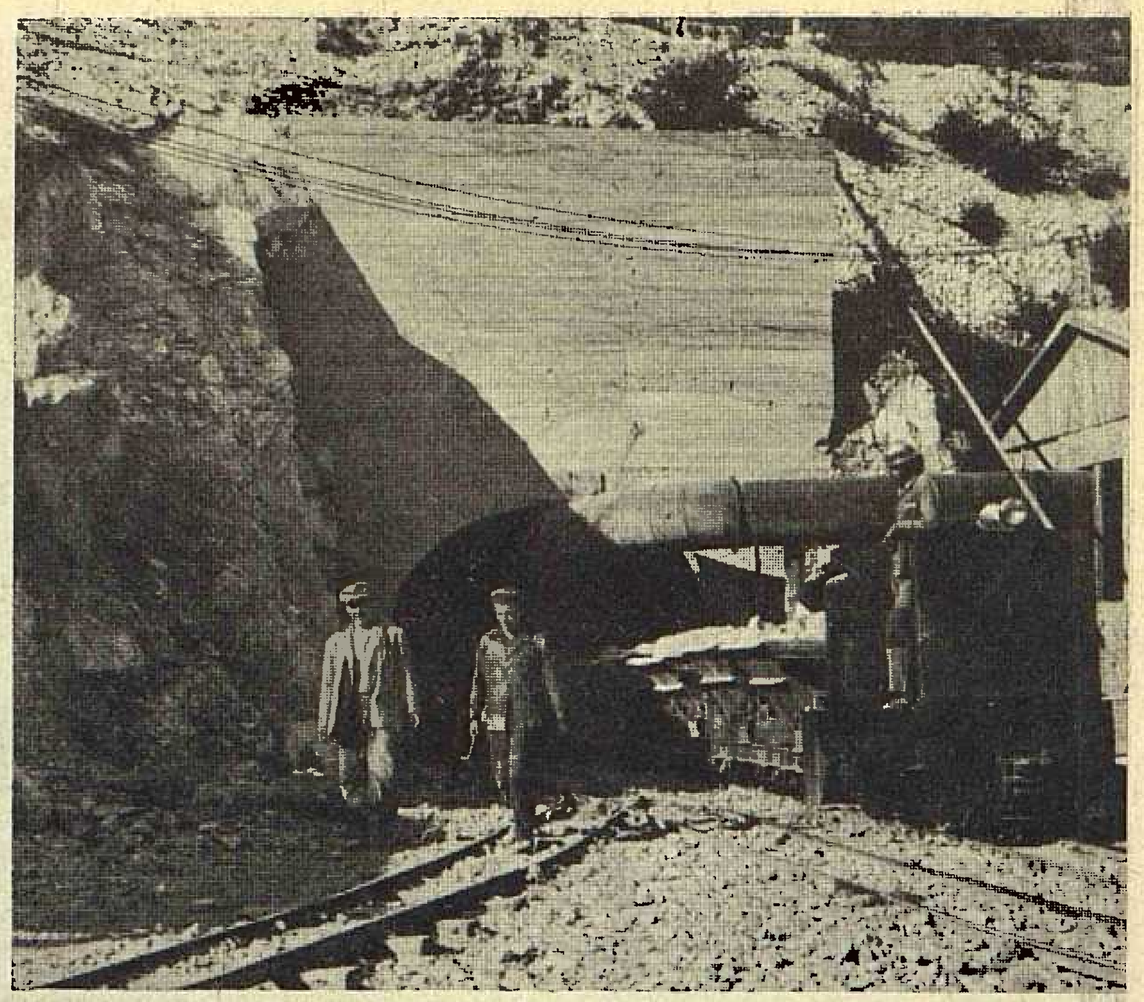
Ako usporedimo stanje izrade glavnih projekata sa planom izgradnje pojedinih objekata a u vezi predviđenog roka izgradnje, to proizlazi, da bi se moglo započeti sa izgradnjom većine objekata mnogo kasnije. U g. 1957. bio je gotov samo glavni projekat dovodnog tunela. U prosincu g. 1958. završeni su i revidirani glavni projekti brane sa ulaznim uređajem i čvora vodno-zasunske komore. Glavni projekti strojarnice i trafopostrojenja sa odvodnim tunelom, pristupnim tunelima i cjevovodima bit će gotovi u g. 1959. skupa sa ostalim glavnim projektima rasklopnog postrojenja i odvodnog kanala.

Međutim, trebalo je započeti sa radovima i na ostalim objektima osim dovodnog tunela, te su u tu svrhu izrađeni parcijalni projekti za pristupe strojarnici i za zagat brane, a posebno je izrađen i revidiran licitacioni elaborat za čvor objekata strojarnice, čime je omogućen rad na iskopu strojarnice.

U cilju bržeg izbora izvođača, dobilo se je odobrenje za davanje objekata HE *Split* u rad izvođačima umjesto uobičajenim licitacionim postupkom, putem prikupljanja ponuda i neposrednom pogodbom.



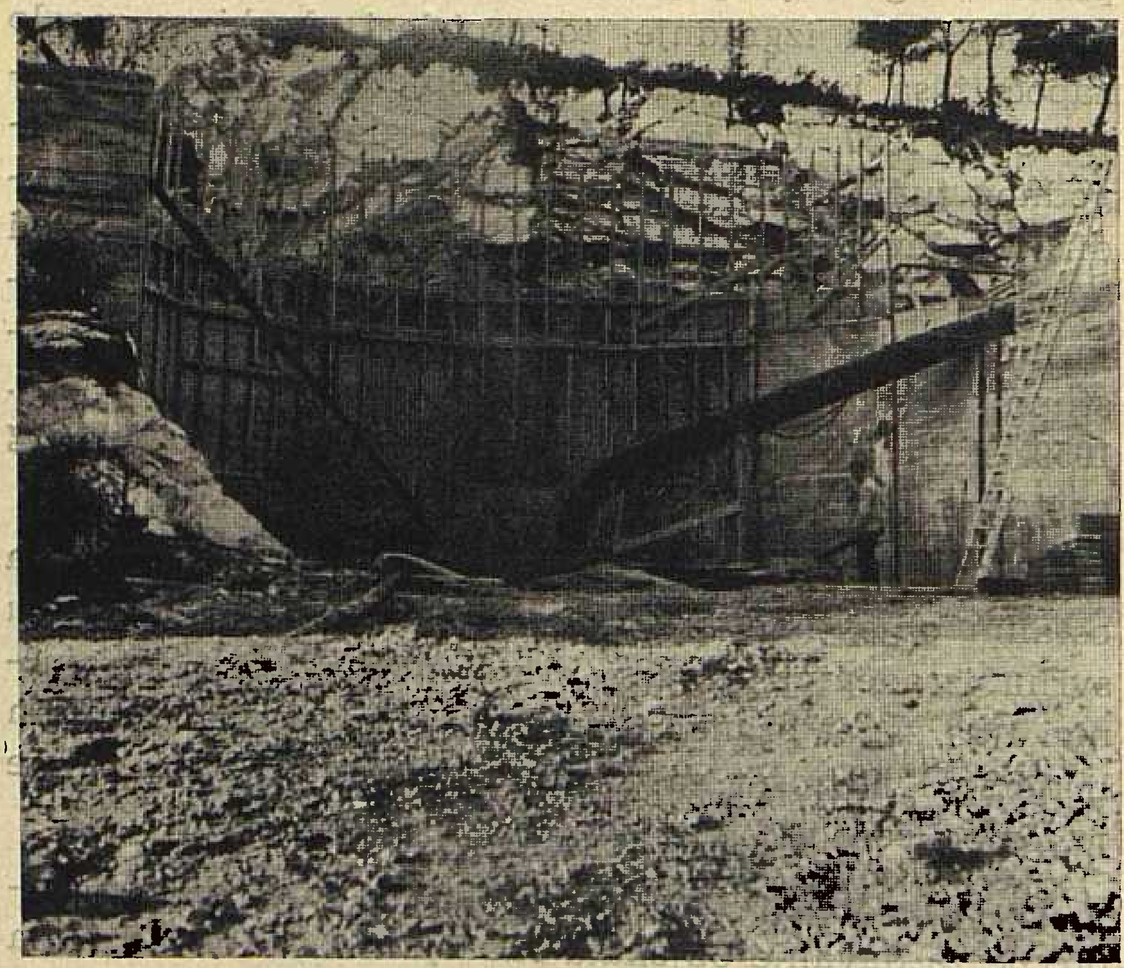
Sl. 4. Hidroelektrana *Split:* zagat brane *Prančevići.* (Izvođač: *Hidroelektra,* Zagreb).



Sl. 5. Hidroelektrana *Split:* prilazni rov dovodnom tunelu *Prančevići.* (Izvođač: *Hidroelektra,* Zagreb).

Dovodni tunel predstavlja najkrupniji građevni objekt hidroelektrane, koji je istodobno i usko grlo roka izgradnje centrale, jer se radi o tunelu dugom 9,6 km svijetlog presjeka 6 m, a presjeka iskopa oko 7 m. Da se izgradi ovaj objekat, potrebno je ukupno iskopati 420.000 m^3 i ugraditi 106.000 m^3 betona. Pored toga je potrebno izgraditi pristupne rovove u dužini od 1.166 metara. Zadatak izgradnje tunela preuzela su tri renomirana građevna poduzeća i to: *Hidroelektra* Zagreb, *Konstruktor* Split i *Tunelogradnja* Beograd.

Dionica *Hidroelektre* od 2,903 metra, koja se napada sa dva kraja, bit će dovršena na vrijeme i bez obzira što se još ne dostižu ugovorena napredovanja na dijelu gdje se vrši iskop u punom profilu. Do sada je na ovoj dionici izbušeno na jednoj strani (sa štolnom od 12 m^2) 1.050 metara, a na drugoj strani u punom profilu 436 metara t. j. ukupno 1.486 metara.



Sl. 6. Hidroelektrana *Split:* Vodna komora *Gata.* (Izvođač: *Konstruktor,* Split).

Na kritičnoj dionici između Gata i Radovića 6.600 metara situacija nije povoljna. *Tunelogradnja,* koja napada sa strane Radovića i buši u materijalu, dobrog geološkog sastava, zadnjih 5 mjeseci napreduje u punom profilu s učincima, koji predstavljaju jugoslavenski rekord, i na taj način smanjuje svoje zakašnjenje u početnom periodu rada. Ona je do konca godine izbušila u punom profilu 957 metara što odgovara godišnjem prosjeku od 5 metara dnevno. Za vrijeme uhodavanja tokom prva tri mjeseca, imala je niske prosjeke napredovanja, ali je zato zadnjih mjeseci sa prosjecima napredovanja prerasla plan tako, da su postojali i mjesečni prosjeci dnevnog napredovanja od preko 7,50 metara.

Kod *Konstruktora,* koji napada sa strane Gata, je situacija nepovoljna i to iz razloga, što se naišlo na nepovoljan geološki sastav i što se poduzeće nije dovoljno pripremilo za rad u lošem materijalu. Izvršeno je do konca godine samo 467 metara u punom profilu, što daje godišnji prosjek od 2 metra dnevnog napredovanja. Do ovog lošeg rezultata došlo se radi dugih prekida radova, koji su bili potrebni, da se riješi način napredovanja u ovako lošem materijalu. Potrebno je bilo potpuno izmijeniti metodu rada na dionici *Konstruktora* i prijeći od rada po austrijskoj metodi sa štolnom i podgrađivanjem drvom, koja omogućava napredovanje od 2 metra dnevno, na modernu metodu sa radom u punom profilu s istodobnim torkretiranjem tunela i podgrađivanjem prema potrebi čeličnim remenatama. Ovom novom metodom, koja se po prvi put upotrebljava u našoj zemlji, stvoreni su uvjeti za napredovanje u lošem materijalu od 5 metara dnevno i sada smo u fazi uhodavanja nove metode.

Ako analiziramo ukupno stanje radova na iskopu u dovodnom tunelu u prošloj godini onda vidimo da su rezultati ipak zadovoljavajući. Prema ugovoru poduzeća su trebala ukupno iskopati sa pristupnim tunelima 5.570 metara, a stvarno su iskopali 4.076 metara ili 73%. Kod toga treba da vodimo računa, da

se u ugovoru predviđaju rezerve i da se ipak radi o prvoj godini, gdje je neizbježno utrošiti određeno vrijeme za uhodavanje rada.

Brana Prančevići sa ulaznim uređajem imala je gotovi revidirani projekat u prosincu g. 1958. Uspjelo se u toku prošle godine završiti zagat lijeve obale i izvršiti izbor izvođača. *Hidroelektra*, koja je izvela zagat, dobila je kao najpovoljniji ponuđač zadatak izgradnje brane, te je u prosincu prošle godine započela sa iskopom.

Na čvoru vodne i zasunske komore su također na bazi parcijalnih projekata izvršeni radovi u toku prošle godine i određen je izvođač i to *Konstruktor* u Splitu, koji je izradio pristup zasunskoj komori, iskop zasunske komore u smanjenom profilu, iskop vertikalnog okna vodne komore, iskop horizontalnog dijela cjevovoda, kao i dio pristupnog puta za zasunske komore.

Projekat čvora strojarnice bit će gotov u idućoj godini. U toku prošle godine izrađeni su projekti pristupnog i kabelskog rova, te licitacioni elaborat cijelog čvora. Radovi su ustupljeni *Konstruktoru*, koji je u toku prošle godine izvršio iskop pristupnog rova dužine 325 metara i dijelom ga betonirao. Završio je kablovski rov dužine 468 metara, te je probio uzdužno cijelu strojarnicu sa štolnom koja omogućava kružno kretanje vozila između pristupnog i kabelskog rova. Ovim radovima se utvrdilo da je geološki sastav strojarnice veoma dobar. Započelo se također iskopom odvodnog tunela. Materijalom iz iskopa nasipa se mjesto rasklopnog postrojenja.

Iz ovog se kratkog pregleda radova vidi, da su ti radovi već u toj fazi da omogućuju u g. 1959. pun zamah radova na svim objektima.

Oprema hidroelektrane

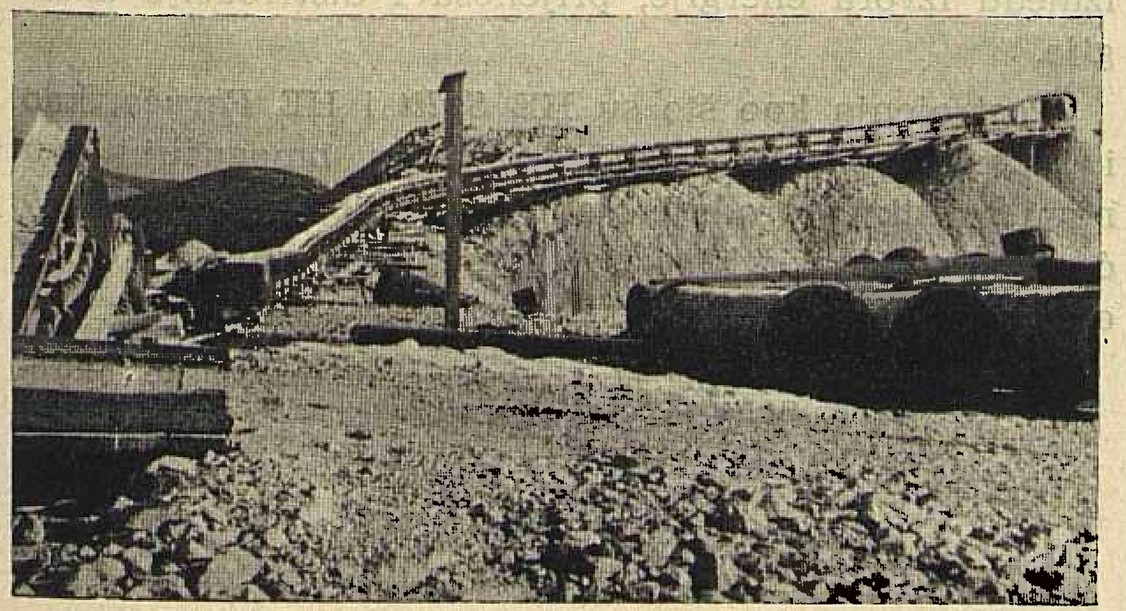
Zaključena je u toku prošle godine sva glavna oprema i to:

Turbine, kod *Litostroja*, Ljubljana, u kooperaciji sa *Voith-om* (Z. Njemačka),

Generatori, kod *Rade Končara*, Zagreb,

Hidrooprema brane, kod *Metalne*, Maribor,

Hidrooprema vodne i zasunske komore, kod *Litostroja*, Ljubljana,



Sl. 7. Hidroelektrana *Split:* dovodni tunel *Radovići* — mehanizacija. (Izvođač: *Tunelogradnja*, Beograd)

Cjevovodi, kod *Metalne*, Maribor, u kooprodukciji sa *Foest-om* Austrija,

Dizalice, kod *Litostroja*, Ljubljana,

Transformatori 110/16 kV, kod *Rade Končara*, Zagreb,

Transformatori 220/16 kV i regulacioni 220/110 kV, kod *Siemensa* (Z. Njemačka).

Zaključeni su također, djelomično, i pomoćni pogoni kao kućne turbine, kućni generatori, difuzorski zatvarači, drenažni uređaji, vodni otpor i t. d.

U g. 1959. predstoji da se tehnički razjasni i zaključi sva preostala oprema, a to je uglavnom rasklopno postrojenje i komanda.

* * *

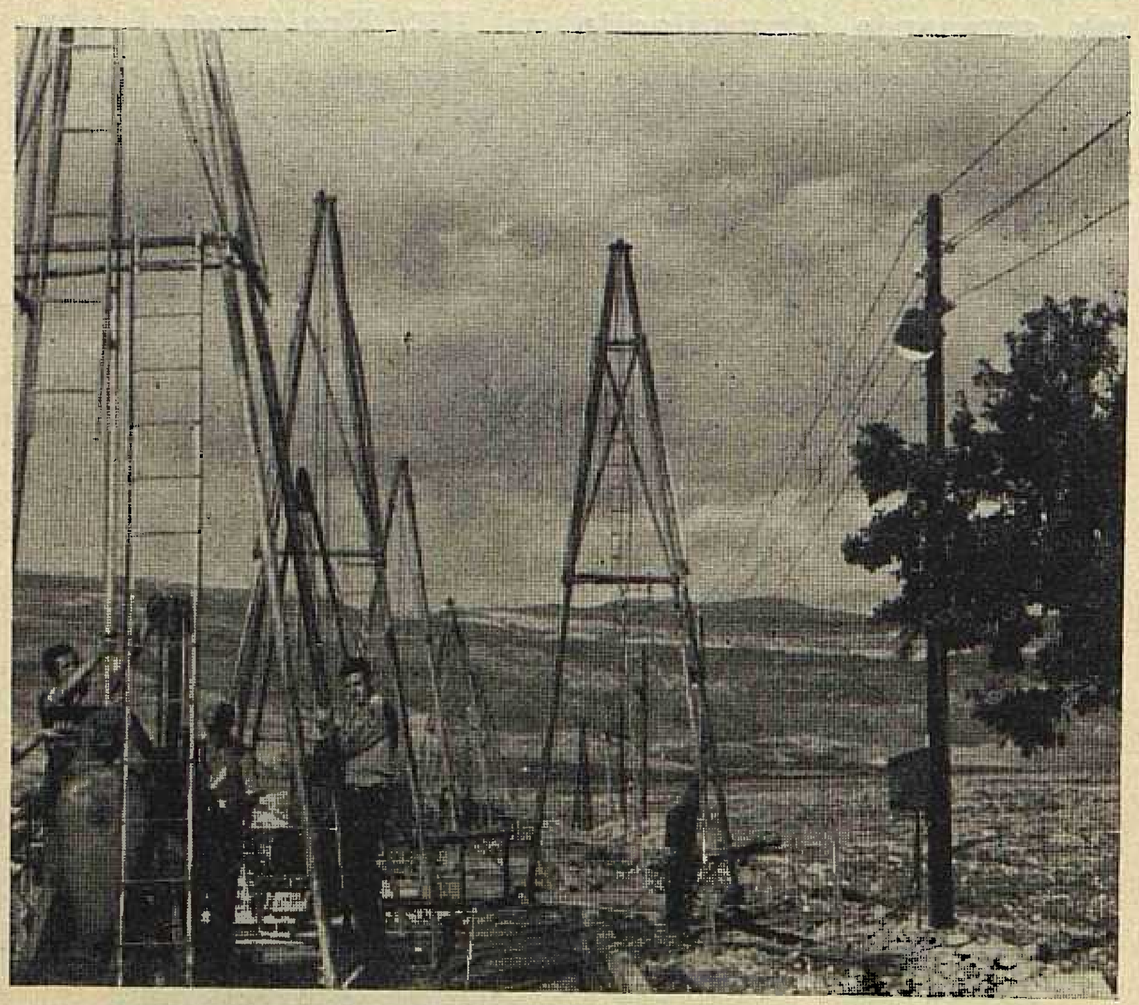
U toku g. 1958. je kod HE *Peruča* bio glavni zadatak stvaranje akumulacije za HE *Kraljevac* i ubrzanje zakašnjelih radova na izgradnji strojarnice.

Sl. 8. Hidroelektrana *Split:* ulaz u kosi rov *Radovići*. (Izvođači: *Tunelogradnja* Beograd i *Hidroelektra*, Zagreb)

Kod HE *Split* je u toku prošle godine bio osnovni problem organizirati posao tako, da se smanji predviđeni rok puštanja u pogon. Prema ugovoru HE *Split* 1. etapa treba da bude sa oba agregata u pogonu 1. 10. 1962. Međutim, s obzirom na najavljenu tešku energetsku situaciju sugerirano je investitoru, da poduzme sve moguće korake da objekat završi ranije, po mogućnosti koncem g. 1961., bar puštanjem prvog agregata u pogon. Time bi se omogućilo elektroprivredi dobivanje u kritičnom periodu g. 1962. oko 850 milijuna kWh iz ranije proizvodnje HE *Split*. Ovaj zadatak je veoma težak te se radi toga u toku g. 1958. poduzelo niz mjera u tu svrhu, s većim ili manjim uspjehom, među koje su spadale: već spomenuto parcijalno projektiranje, kratki postupak ustupanja radova građevinskim poduzećima, financiranje njihovih pripremnih radova, nabava iz uvoza dodatne mehanizacije radi usklađenja procesa rada, kao i uvođenje modernih metoda rada u tunelu.

Osim ovih mjera, koje su imale za cilj da ubrzaju i razviju građevinske radove, poduzelo se mjere da se pravovremeno zaključi glavna oprema, o kojoj ovisi skraćeni rok objekta. Kod toga se još posebno vodilo računa o interesu domaće industrije, da se na ovom objektu radi njegovog značaja i propagande domaće industrije, zaključi čim više opreme domaće proizvodnje, koristeći kooperaciju samo tamo, gdje je nužno. Čak se i kod transformatora 220 kV, koji se kupuju u cijelosti u inozemstvu, koristila ova nabavka da *Rade Končar* dobije besplatnu dokumentaciju i potrebnu stručnu pomoć za osvajanje ovakovih transformatora u toku slijedećih 5 godina.

Prema rezultatima rada iz prošle godine postoje uslovi da se skrati ugovoreni rok objekta, te mislimo, da će rezultati napredovanja ove godine biti u tom pogledu odlučujući.



Sl. 9. Hidroelektrana *Peruča:* rad na injekcionoj zavjesi. (Izvođač: *Elektrosond,* Zagreb).

Značenje sistema Cetine za elektroprivredu

Izgradnja HE *Peruča* i HE *Split* donijet će elektroprivredi dvije prednosti. U energetskom pogledu ovaj objekt riješit će kritičnu situaciju u g. 1962.

Prema podacima jedne od zadnjih komisija Saveznog izvršnog vijeća predviđa se potrošnja električne energije u g. 1962. u našoj zemlji, u visini od 10.630 milijuna kWh, a u našoj republici 2.510 milijuna kWh. Ukoliko se na vrijeme izgradi sistem Cetine, koji je u gradnji, on bi pokrio jugoslavenske potrebe u sušnoj godini sa 12,5% a u srednjoj godini sa 16%. U okviru naše republike sistem Cetina bi pokrio potrebe u sušnoj godini sa 53% a u srednjoj godini sa 69%, i time bi naša republika prestala da bude deficitna u električnoj energiji.

Ekonomsko značenje izgradnje ovako velikih objekata je vidljivo iz slijedećih grubih podataka. Prema podacima *Jugela* prosječna cijena po instaliranom kW kod hidroelektrana u poslijeratnom periodu je iznosila 190.000 Din (po cijenama iz 1952.). Prosječna cijena po kWh je iznosila 42 Din, t. j. cijena investicije kroz godišnjih kWh. Investicije HE *Split* 1. i 2. faze skupa sa investicijama HE *Peruča* reducirane na cijene iz 1952. daju slijedeće parametre: Cijena po kW — 65.000 Din, a cijena po kWh — 14,7. Ovi grubi podaci nam pokazuju, da gradnja ovakovih postrojenja u pogledu investicija iznosi jedva jednu trećinu, od onih koje smo do sada prosječno trošili.

U toku poslijeratnih godina, najveći se dio sredstava ulagao u investicije izvora električne energije, dok je bio zapostavljen prijenos električne energije, a naročito je bila zapostavljena distribucija električne energije. Posljedice ovakove raspodjele investicija se osjećaju danas u neprestanim redukcijama, radi loše distribucije.

Sl. 10. Hidroelektrana *Peruča:* brana (Izvođač: *Konstruktor,* Split).

Izgradnja velikih, a po investicijama jeftinih izvora energije, omogućit će da se unutar elektroprivrede napravi preraspodjela u investicijama tako, da će se odnos budućih investicija moći povoljnije raspodijeliti između izvora energije, prijenosa i distribucije energije.

Postrojenja kao što su HE *Split* i HE *Peruča,* kao i buduća postrojenja slične veličine, omogućuju ovu novu politiku izgradnje elektroprivrede, pored toga što će donijeti i osjetljivo sniženje proizvodnih troškova električne energije.

Naslov pisca: Ing. Ivo Bulić, Dalmatinske hidroelektrane, Split.

NOVE MOGUĆNOSTI ZA IZRADU ELEKTROENERGETSKIH BILANCA VELIKIH ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA

Hrvoje Požar, Zagreb

Podjelom dijagrama opterećenja na konstantni i varijabilni dio, te podjelom moguće proizvodnje hidroelektrana, također na varijabilnu i konstantnu energiju, moguće je analizirati prilike u velikim elektroenergetskim sistemima, pa na osnovu te analize odrediti mogućnost korištenja energije i snage hidroelektrana te potrebnu proizvodnju i opterećenje termoelektrana.
U članku je prikazana metoda podjele dijagrama opterećenja, način podjele moguće proizvodnje hidroelektrana, te metoda izrade elektroenergetskih bilanca.

DK 621.31:341.013

1. *Uvod*

Upotreba konzumnog okvira — razvijena u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu [1, 2] — omogućuje analizu mogućnosti zadovoljenja konzuma raspoloživom snagom i energijom hidroelektrana i termoelektrana. Primjena te metode za analizu prilika u elektroenergetskim sistemima s velikim brojem elektrana zahtijeva dugi rad, jer je potrebno posebno za svaku elektranu odrediti položaj u dijagramu opterećenja. Osim toga pri upotrebi konzumnog okvira unaprijed pretpostavljamo da će sve elektrane svojom proizvodnjom pokrivati jedan ili više horizontalnih pojasa između dviju snaga u dijagramu opterećenja. Ta se pretpostavka međutim može prihvatiti kad promatramo samo mogućnosti zadovoljenja konzuma, a energetsku analizu ne trebamo za promatranje prilika u prijenosnim vodovima.

U svrhu skraćenja rada na elektroenergetskim bilancama kao i radi mogućnosti upotrebe tih elektroenergetskih bilanca za određivanje potrebnog prijenosa, pokušano je poći drugim putem.

Dijagram opterećenja moguće je naime podijeliti na dva dijela: konstantni i varijabilni dio, a mogućnosti proizvodnje hidroelektrana također možemo podijeliti na dva dijela. Konzum je zadovoljen kad konstantna proizvodnja odgovara potrebama, te kad varijabilna proizvodnja zadovoljava potrebe i snagom i količinom energije. Za konstantni dio količinom energije jednoznačno je određena i potrebna, odnosno i moguća snaga, pa ih nije ni potrebno posebno razmatrati. U varijabilnom dijelu međutim ne postoji čvrsta veza između snage i energije, pa — iako je postignuto zadovoljenje potreba energijom — ne mora značiti da su zadovoljene potrebe snage, što vrijedi i obrnuto. U tom dijelu dijagrama opterećenja treba dakle posebno promatrati snagu, a posebno energiju.

Moguća varijabilna energija hidroelektrana može se — uz određene uvjete — pretvoriti u konstantnu energiju, ukoliko je to potrebno za zadovoljenje konzuma. Analogno vrijedi i za konstantnu energiju.

Radi postojanja akumulacionih bazena, barem za dnevno izravnanje, moguće je korištenje vode rasporediti tokom dana na način kako najbolje odgovara potrebama. Pri tom rasporedu nije od važnosti kakav je oblik dijagrama opterećenja promatrane hidroelektrane, jer akumulaciona hidroelektrana može pokriti svaki dijagram opterećenja koji po količini energije odgovara mogućnosti varijabilne proizvodnje hidroelektrana, te koji po maksimalnom opterećenju nije veći od raspoložive maksimalne varijabilne snage hidroelektrane.

Uvaživši navedenu činjenicu moguće je eliminirati faktor vremena i na taj način pojednostaviti razmatranja. To pojednostavljenje međutim ne ide na štetu određivanja mogućeg iskorištenja vode u hidroelektranama i potrebnog angažiranja termoelektrana, ali daje podatke o opterećenju elektrana samo u momentu maksimalnog i u momentu minimalnog opterećenja sistema.

2. *Podjela na potrebnu varijabilnu i konstantnu energiju*

Dnevni dijagram opterećenja možemo podijeliti na dva vremenska perioda: period velikih i period malih opterećenja (sl. 1). Trajanje perioda velikih opterećenja t_d i trajanje perioda malih opterećenja t_n treba odrediti prema prilikama u promatranom elektroenergetskom sistemu. Trajanje t_n kreće se između 6 i 8 sati.

Bez veće pogreške možemo pretpostaviti da je opterećenje u periodu malih opterećenja konstantno, pa ga možemo odrediti iz izraza

$$P_n = W_n/t_n, \tag{1}$$

gdje je W_n količina energija potrebna u periodu malih opterećenja.

Utvrđenjem snage P_n moguće je dijagram opterećenja podijeliti opet na dva dijela, ali sada dijeljenjem na konstantnu energiju, koja se proizvodi snagom P_n kroz svih 24 sata i varijabilnu energiju za čiju je proizvodnju potrebna snaga veća od snage P_n (sl. 2).

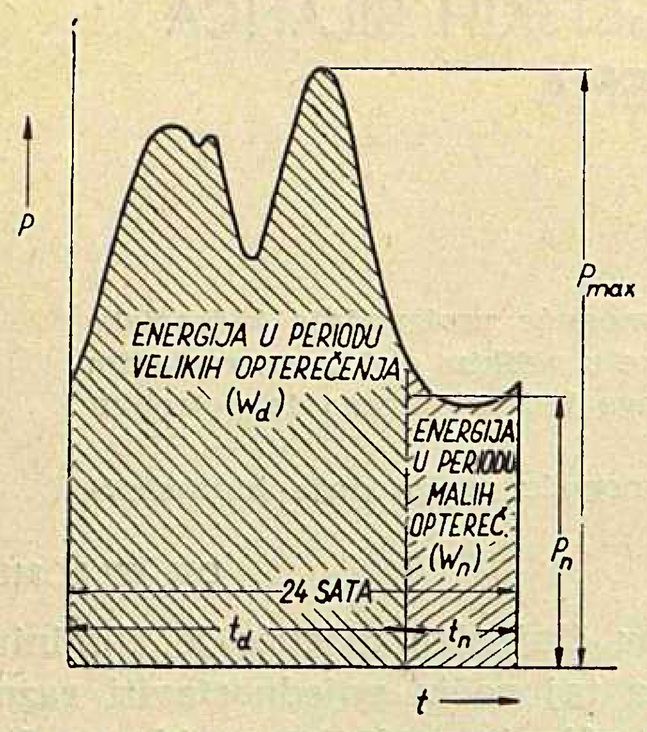
Potrebna količina konstantne energije iznosi dakle

$$W_k = 24 \cdot P_k, \tag{2}$$

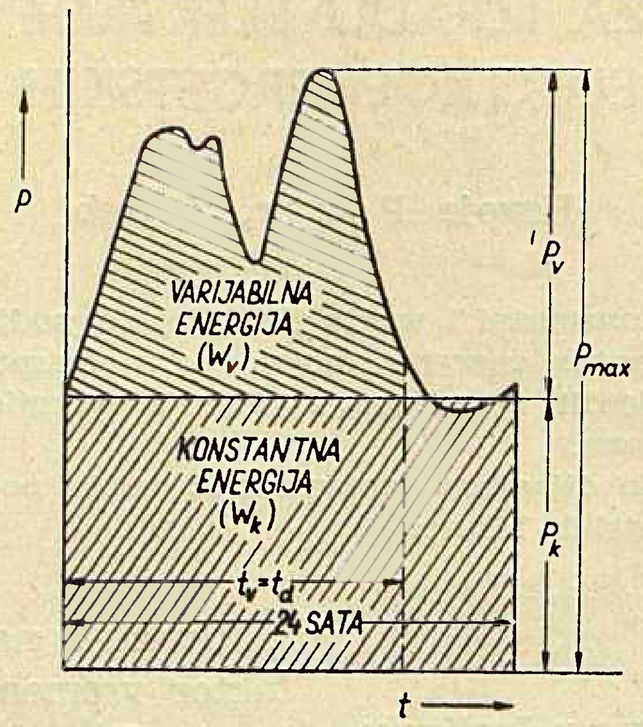
gdje je P_k konstantna snaga, koja je jednaka snazi P_n (1), dok odnos između varijabilne snage P_v i varijabilne energije W_v ovisi o obliku dijagrama opterećenja, odnosno o promatranom elektroenergetskom sistemu.

Mjesto prikazivanja prilika dijagramom opterećenja, moguće je — kako to obično radimo — upotrebiti krivulju trajanja opterećenja (sl. 3), koja je u našem slučaju u jednom dijelu aproksimirana horizontalnim pravcem, dok se ostali dio može aproksimirati bilo krivuljom bilo pravcima. Ta aproksimacija treba da bude takova da se ne promijeni varijabilna snaga P_v, varijabilna energija W_k i trajanje perioda velikih opterećenja t_d, odnosno trajanje potrebe varijabilne energije t_v.

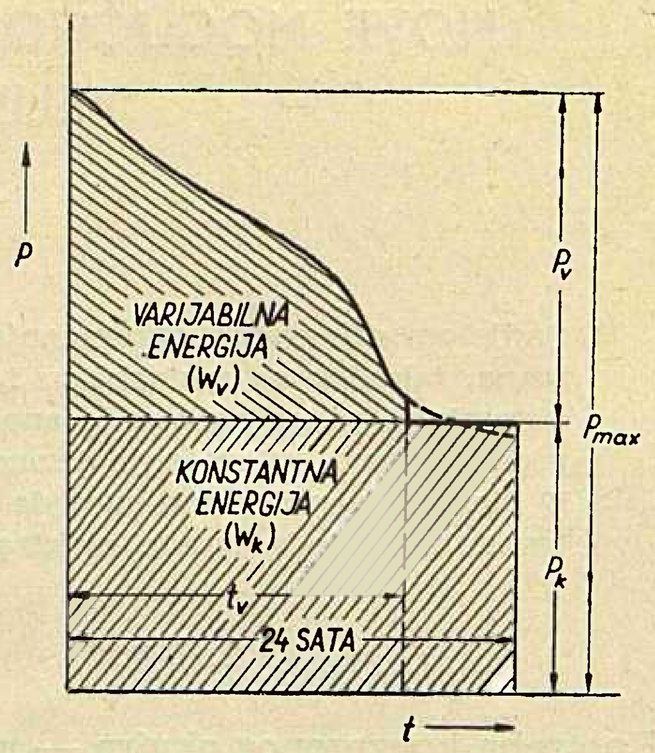
U elektroenergetskim sistemima s većim dijelom proizvodnje hidroelektrana u ukupnoj proizvodnji, rad s dnevnim krivuljama trajanja opterećenja zahtijeva dugotrajne analize, jer je u tom slučaju potrebno ra-



Sl. 1. Podjela na energiju u doba velikih i na energiju u doba malih opterećenja.



Sl. 2. Podjela na varijabilnu i konstantnu energiju.



Sl. 3. Dnevna krivulja trajanja opterećenja.

čunati s dnevnim protocima u hidroelektranama. Međutim u elektroenergetskim sistemima s nešto većim akumulacionim bazenima nema pravog smisla analizu vršiti na osnovu dnevnih protoka, jer se oscilacije moguće proizvodnje unutar mjeseca mogu izravnati proizvodnjom akumulacionih hidroelektrana. Radi toga se najčešće prelazi na mjesečne krivulje trajanja.

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

Prvu poteškoću savladamo obično na taj način što račun provodimo uz pretpostavku da su svi mjeseci u godini međusobno jednaki i da svaki traje 730 sati, jer je

$$12 \times 730 = 8760 \text{ sati,}$$

dakle upravo onoliko koliko traje godina. Prema tomu svaki mjesec ima

$$730/24 = 30{,}417 \text{ dana.}$$

Dalje pretpostavljamo da mjesečno ima 25 radnih dana ($r = 25$), dok su ostali dani neradni ($n = 5{,}417$). Na taj način dobivamo nešto iskrivljenu sliku s obzirom na potrebe energije, u kalendarskim mjesecima, ali — ako i moguću proizvodnju hidroelektrana odredimo uz istu pretpostavku — ta pogreška postaje bez utjecaja na rezultat elektroenergetskih bilanca.

Drugu poteškoću možemo svladati dvjema pretpostavkama: prva, svi radni dani u mjesecu međusobno su jednaki, te druga, u neradnim danima nije potrebna varijabilna energija.

Prva pretpostavka bit će blizu stvarnim prilikama, ako računamo sa srednjom krivuljom trajanja opterećenja u radnim danima, koja je određena iz sume trajanja opterećenja u radnim danima. Tako određena krivulja trajanja opterećenja sadržavat će u sebi i najveće opterećenje tokom mjeseca, pa će se pri analizi prilika poći od nešto težih prilika od onih koje će se ostvariti.

Računanjem s konstantnim opterećenjem u neradnim danima unosimo daljnju pogrešku u račun. Maksimalna opterećenja i potrebe varijabilne energije u neradnim danima znatno su manje od onih u radnim danima, pa je sigurno da će moći biti zadovoljene potrebe u neradnim danima, kad ih je bilo moguće zadovoljiti u radnim danima.

Uz navedena pojednostavljenja moguće je jednostavno konstruirati mjesečnu krivulju trajanja opterećenja (sl. 4.), koja ima u varijabilnom dijelu isti oblik krivulje kao i u dnevnoj krivulji trajanja (sve apscise su množene s brojem r radnih dana u mjesecu), dok konstantno opterećenje traje 730 sati.

Poteškoću za određivanje nekih odnosa u dijagramu opterećenja čine potrošači koji rade s konstantnom snagom tokom cijelog dana (lučne peći, elektrolize aluminija i sl.), pa radi toga ćemo razmatranja najprije provesti uz eliminiranje takovih potrošača, koje ćemo naknadno dodati u krivulju trajanja opterećenja.

Za određivanje potrebnih veličina za definiranje osnovnih podataka mjesečne krivulje trajanja potrebno je poznavati slijedeće veličine:

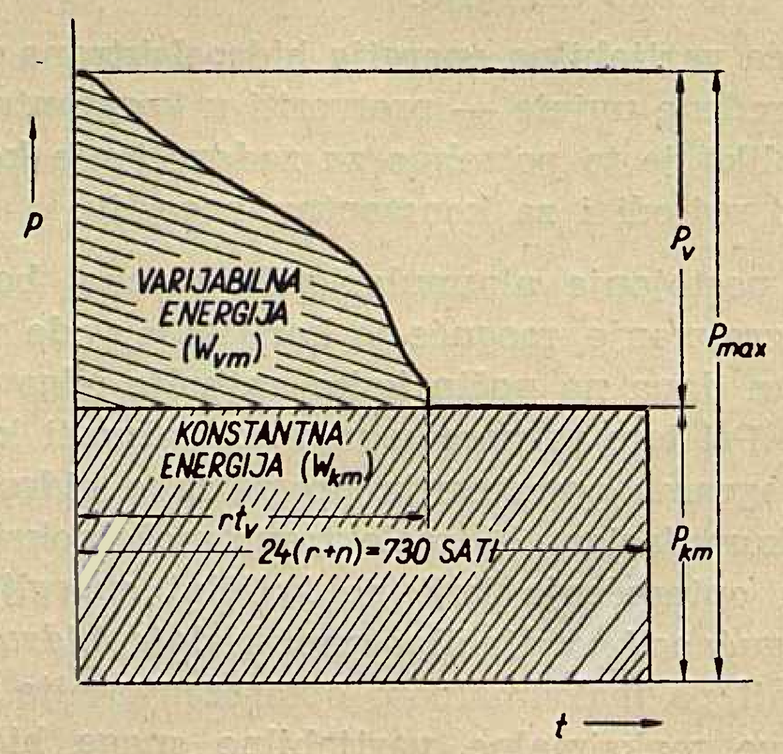
w_n omjer između potrebne energije u neradnom danu i potrebne energije u radnom danu. Veličina w_n iznosi oko 0,7.

w_v omjer između potrebne varijabilne energije u radnom danu i ukupno potrebne energije u radnom danu. Omjer w_v kreće se između 0,2 i 0,4.

T_v trajanje korištenja varijabilne snage u radnom danu. Trajanje T_v određujemo iz izraza

$$T_v = W_v/P_v, \tag{3}$$

a kreće se između 11 i 13 sati.



Sl. 4. Mjesečna krivulja trajanja opterećenja.

Polazeći od mjesečnih potreba energije W_m određujemo dnevne potrebe u radnom danu iz izraza

$$W_d = \frac{W_m}{r + w_n \cdot n}, \qquad (4)$$

odnosno uz $r = 25$ i $n = 5{,}417$ dobivamo

$$W_d = W_m/28{,}79.$$

Pomoću (4) možemo odrediti dnevnu potrebu varijabilne energije

$$W_v = w_v \cdot W_d = \frac{w_v \cdot W_m}{r + w_n \cdot n}, \qquad (5)$$

i mjesečnu potrebnu varijabilnu energiju

$$W_{vm} = r \cdot W_v = \frac{r \cdot w_v \cdot W_m}{r + w_n \cdot n}. \qquad (6)$$

Količina konstantne energije dobiva se sada kao razlika između ukupne mjesečne energije i mjesečno potrebne varijabilne energije

$$W_{km} = W_m - W_{vm}, \qquad (7)$$

a konstantna snaga iz izraza

$$P_{km} = \frac{W_{km}}{24\,(r + n)}, \qquad (8)$$

odnosno nakon uvrštenja vrijednosti iz (6) i uvaživši relaciju (4) iz izraza

$$P_{km} = \frac{W_d}{24\,(r + n)}\,[r\,(1 - w_v) + w_n \cdot n]. \qquad (9)$$

Tako određena konstantna snaga razlikuje se od konstantne snage P_k određene iz dnevnog dijagrama opterećenja, koja je određena izrazom

$$P_k = \frac{W_d\,(1 - w_v)}{24}. \qquad (10)$$

Relativna pogreška iznosi dakle

$$\Delta P_k = \frac{P_{km}}{P_k} - 1 = \frac{n}{r + n}\left(\frac{W_n}{-W_v} - 1\right). \qquad (11)$$

Relativna pogreška se kreće u granicama — 0,0223 (— 2,23%) do + 0,0297 (+ 2,97%) za $w_n = 0{,}7$ i $w_v = 0{,}4$ odnosno za $w_v = 0{,}2$.

Konstantnoj snazi određenoj prema (9) dodajemo još snagu konstantnih potrošača koja je definirana potrebama tih potrošača, pa odstupanja od stvarne konstantne snage postaju tim manja što je snaga konstantnih potrošača veća.

Potrebnu varijabilnu snagu možemo odrediti koristeći relaciju (3) i (4), pa dobivamo

$$P_v = w_v \cdot W_d/T_v \qquad (12)$$

dok je maksimalno opterećenje

$$P_{max} = P_v + P_{km} \qquad (13a)$$

koje se radi P_{km} nešto razlikuje od maksimalnog opterećenja, koje bi dobili kad bi promatrali samo dnevni dijagram opterećenja. Ta griješka ne iznosi više od ± 1%, jer treba uzeti u obzir da je P_{km} samo dio maksimalnog opterećenja, a osim toga i činjenicu da konstantni potrošači smanjuju pogrešku P_{km}.

3. *Varijabilna i konstantna energija hidroelektrana*

Moguću proizvodnju hidroelektrana možemo također podijeliti na maksimalno moguću proizvodnju u periodu velikih opterećenja i na neophodnu proizvodnju u periodu malih opterećenja, odnosno na maksimalno moguću proizvodnju varijabilne energije i na neophodno potrebnu proizvodnju konstantne energije. Podjela je analogna onoj prikazanoj u točci 2.

Treba ukazati na razliku koja se pokazuje u definiciji varijabilne i konstantne energije. Podjela je naime izvršena uz zahtjev da se postigne maksimalno moguća proizvodnja varijabilne energije koristeći mogućnost akumuliranja vode i maksimalnu snagu hidroelektrane. Tek ona količina vode koja se ne može koristiti za proizvodnju varijabilne energije upotrebljava se za proizvodnju konstantne energije, kako bi se spriječio prelijev.

Način određivanja maksimalno moguće proizvodnje varijabilne energije ovisi o energetskoj vrijednosti akumulacije W_{ak} i maksimalnoj snazi hidroelektrane P_m, odnosno o trajanju korištenja T_a akumulirane vode uz maksimalno opterećenje hidroelektrane

$$T_a = W_{ak}/P_m. \qquad (13b)$$

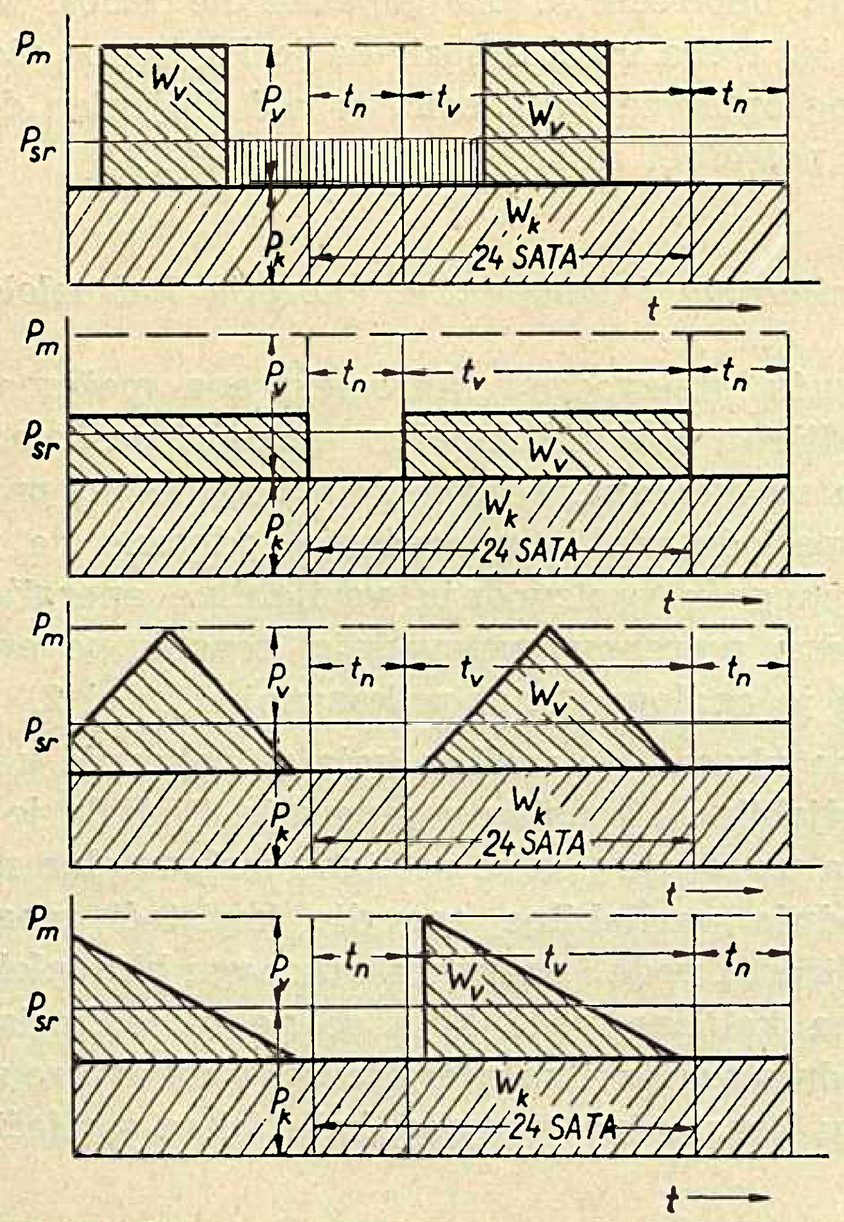
Količina varijabilne energije ovisi dalje o ukupno mogućoj proizvodnji elektrane i o maksimalnoj snazi hidroelektrane.

Izlazi iz okvira ovog članka da se upoznamo s načinom određivanja količine varijabilne energije, ali ćemo se upoznati s mogućnošću varijabilne energije, jer to ima utjecaja na izradu elektroenergetskih bilanca.

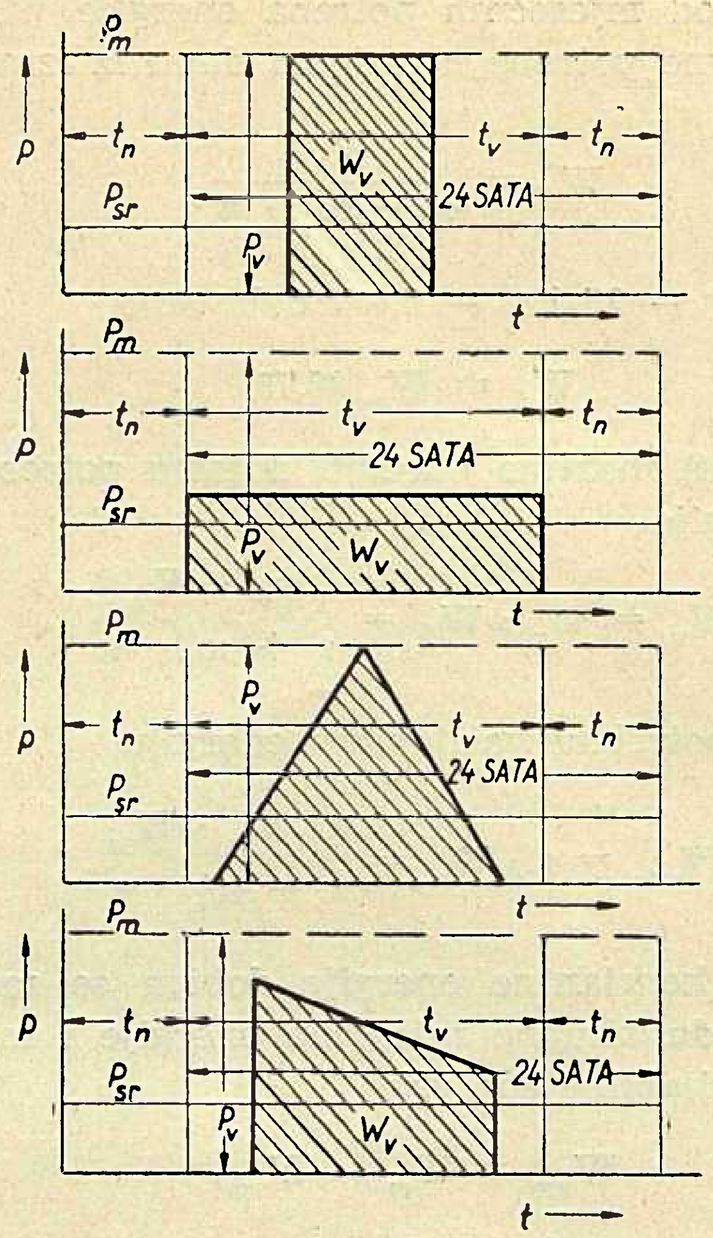
Postojanje akumulacija omogućuje elastično korištenje raspoloživih količina vode u hidroelektranama i tim elastičnije što je maksimalna snaga hidroelektrane veća i što je moguća proizvodnja manja. Utjecaj veličine akumulacije na način korištenja vode ograničen je samo na mala trajanja korištenja T_a i to tim manja što je i moguća proizvodnja manja.

Očigledno je međutim da nepostojanje akumulacija ($W_{ak} = 0$) ne daje mogućnost elastičnog korištenja vode, pa se u tom slučaju sva moguća proizvodnja pojavljuje u obliku konstantne energije.

Na sl. 5 prikazane su samo neke od mogućnosti korištenja varijabilne energije u slučaju male moguće proizvodnje energije u hidroelektranama s malim i velikim akmulacijama. To isto vrijedi i za slučaj srednje moguće proizvodnje u hidroelektranama s velikim akumulacijama. U tim slučajevima nema nikakove zapreke da se (bez smanjenja proizvodnje hidroelektrane) hidroelektranom pokrije bilo koji dijagram opterećenja koji je po količini energije jednak mogućoj proizvodnji hidroelektrane i kojemu maksimalno opterećenje nije veće od maksimalne snage hidroelektrane. Prema tomu hidroelektrane se mogu u slučaju male proizvodnje prilagoditi potrebama u najvećoj mogućoj mjeri.



Sl. 5. Primjer korištenja varijabilne energije za slučaj male moguće proizvodnje u hidroelektranama s malim i velikim akumulacijama, i u slučaju srednje proizvodnje u hidroelektranama s velikim akumulacijama.



Sl. 6. Primjer korištenja varijabilne energije za slučaj srednje moguće proizvodnje u hidroelektranama s malim akumulacijama.

U hidroelektranama s malim akumulacijama i za slučaj srednje moguće proizvodnje nije ograničena elastičnost korištenja varijabilne energije, kako je pokazano na primjerima na sl. 6.

U slučaju relativno velike moguće proizvodnje (sl. 7) postoji mogućnost koncentracije proizvodnje u periodu velikih opterećenja, ali ne postoji sloboda za drukčiji raspored korištenja voda uz održavanje maksimalno moguće varijabilne energije.

Konstantna snaga P_k definirana je i sada izrazom (2), dok je varijabilna snaga (P_v) razlika između maksimalne snage hidroelektrane P_m i konstantne snage

$$P_v = P_m - P_v. \qquad (14)$$

Zbrajanjem varijabilnih energija svih hidroelekrana u sistemu, svih konstantnih energija, te svih varijabilnih snaga dobivamo maksimalno moguću proizvodnju varijabilne energije u hidroelektranama sistema, odnosno neophodno potrebnu konstantnu energiju hidroelektrana sistema, te ukupnu varijabilnu snagu hidroelektrana sistema, te s tim veličinama ulazimo u daljnje račune.

4. *Općenito o elektroenergetskim bilancama elektroenergetskog sistema*

Na osnovu izložene podjele na konstantnu i varijabilnu energiju moguće je načiniti elektroenergetske bilance sistema bilo za dan ili mjesec. U daljnjim razmatranjima sve analize ćemo provesti za slučaj mjesečnih elektroenergetskih bilanca, jer takove bilance imaju u praksi najveću primjenu. Svi izvodi međutim mogu se primijeniti i za izradu dnevnih bilanca.

Nakon što su određene potrebe varijabilne (W_v i P_v) i konstantne (W_k i P_k) energije i snage, te mogućnosti proizvodnje varijabilne (W_{hv} i P_{hv}) i konstantne (W_{hk} i P_{hk}) energije i snage hidroelektrane, moći ćemo konstatirati u kakvom su međusobnom odnosu potrebe i mogućnosti.

Možemo pretpostaviti — barem teoretski — da su odnosi u sistemu takovi da su zadovoljene jednadžbe energija

$$W_v = W_{hv} \ (15); \quad W_k = W_{hk} \ (16);$$

i jednadžbe snaga

$$P_v = P_{hv} \ (17); \quad P_k = P_{kv} \ (18).$$

pa se postavlja pitanje, da li je u tom slučaju zadovoljena potražnja.

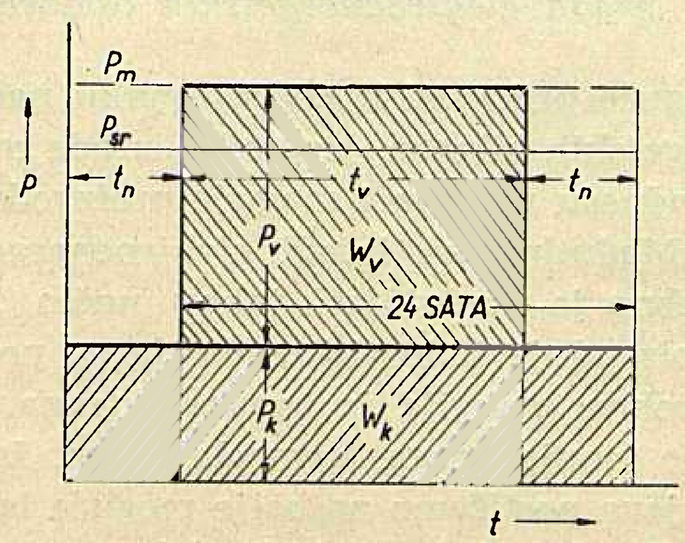
Očigledno je da u pogledu zadovoljenja konstantne potražnje nije ni potrebno dokazivati da je dovoljan uvjet kad su ispunjene jednadžbe (16) i (18), jer se radi o opterećenju konstantnom snagom, pa nema utjecaja faktor vremena.

Pretpostavimo da elektroenergetski sistem ima krivulju trajanja opterećenja prikazanu na sl. 8, te da su moguće proizvodnje hidroelektrana u varijabilnom dijelu prikazane pravokutnicima (sl. 8a). Korištenje hidroelektrana, kako je prikazano na sl. 8a, pretpostavlja vremenski maksimalno moguću koncentraciju proizvodnje hidroelektrana, što predstavlja ujedno i najteži slučaj s obzirom na korištenje akumulacije. Međutim nema zapreke da se način korištenja moguće proizvodnje hidroelektrana prilagodi potrebama, pa da hidroelektrane rade s manjom koncentracijom proizvodnje uz uvjet da maksimalno opterećenje novog dijagrama opterećenja ne bude veće od maksimalne snage hidroelektrane, te da površina novog dijagrama opterećenja ne bude veća od površine koja odgovara mogućoj pro-

izvodnji varijabilne energije hidroelektrane. Na sl. 8b prikazan je jedan od mogućih načina korištenja varijabilne energije. Treba međutim naglasiti da je moguć vrlo velik broj načina korištenja uz ispunjenje dvaju navedenih uvjeta.

Jednadžbe (15) do (18) nisu praktički nikada ispunjene, pa je potrebno postići izjednačenje moguće proizvodnje elektrana s potražnjom bilo stavljanjem u pogon potrebne snage termoelektrana (P_{tv} i P_{tk}) s potrebnom proizvodnjom (W_{tv} i W_{tk}), bilo prebacivanjem dijela varijabilne energije hidroelektrana (δW_{hv}) u konstantni dio dijagrama opterećenja, bilo prebacivanjem dijela konstantne energije hidroelektrana (δW_{hk}) u varijabilni dio dijagrama opterećenja. Osim toga treba uzeti u obzir i eventualne prelijeve varijabilne energije ($\delta W'_{hv}$) odnosno konstantne energije ($\delta W'_{hk}$).

Prebacivanje energije iz jednog dijela dijagrama opterećenja u drugi povezano je i s prebacivanjem snage, analogno tomu neiskorištavanje raspoložive energije ima utjecaja na neiskorištenu snagu, pa je potrebno utvrditi kakovi su odnosi — ako takovi odnosi postoje — između prebačene energije i snage, te između neiskorištene energije i snage.



Sl. 7. Primjer korištenja varijabilne energije za velike moguće proizvodnje u hidroelektranama s malim i velikim akumulacijama.

Za prebacivanje dijela varijabilne energije δW_{hv} potrebno je upotrebiti dio varijabilne snage, koju određujemo iz izraza

$$\delta P_{hv} = \frac{\delta W_{hv}}{24\,(r + n)} \qquad (19)$$

odnosno, jer je $24\,(r + n) = 730$ sati, iz izraza

$$\delta P_{hv} = \delta W_{hv}/730. \qquad (19a)$$

Prema tomu postoji čvrst odnos između prebačene varijabilne energije i prebačene varijabilne snage.

S druge pak strane ne postoji nikakva veza između neiskorištene varijabilne energije $\delta W'_{hv}$ i neiskorištene varijabilne snage $\delta P'_{hv}$, pa se događa da imamo neiskorištenu varijabilnu snagu i da ne postoji višak varijabilne energije ($\delta W'_{hv} = O$), i obrnuto, da imamo neiskorištenu varijabilnu energiju uz $\delta P'_{hv} = O$.

Prebacivanje iz konstantnog dijela dijagrama opterećenja vrši se u prvom redu radi pomanjkanja snage u varijabilnom dijelu. Prebačena energija δW_{hk} u tom slučaju uvijek je manja od energije koja se može proizvesti tom snagom u konstantnom dijelu, pa vrijedi nejednadžba

$$\delta W_{hk} < 730 \cdot \delta P_{hk}. \qquad (20)$$

Međutim postoji čvrst odnos između sume prebačene i neiskorištene konstantne energije i sume prebačene i neiskorištene konstantne snage, koji se može prikazati jednadžbom

$$\delta W_{hk} + \delta W'_{hk} = 730 \cdot (\delta P_{hk} + \delta P'_{hk}). \qquad (21)$$

Može se dogoditi da je neiskorištena snaga $\delta P'_{hk} = O$, ali i usprkos toga ima neiskorištene energije, pa u tom slučaju jednadžba (21) glasi

$$\delta W_{hk} + \delta W'_{hk} = 730 \cdot \delta P_{hk}. \qquad (21)$$

Uzevši sve te mogućnosti u obzir, možemo prikazati zadovoljenje potreba energije slijedećim jednadžbama

$$W_v = (W_{hv} - \delta W_{hv} + \delta W_{hk} - \delta W'_{hv}) + W_{tv} \qquad (22)$$

$$W_k = (W_{hk} - \delta W_{hk} + \delta W_{hv} - \delta W'_{hk}) + W_{tk}. \qquad (23)$$

Jednadžbe (22) i (23) prikazuju najopćenitiji slučaj, koji se u praksi ne pojavljuje, jer u ogromnoj većini slučajeva ima smisla prebacivati ili samo konstantnu energiju, pa se najčešći slučajevi mogu prikazati slijedećim parovima jednadžbi

$$W_v = (W_{hv} - \delta W_{hv} - \delta W'_{hv}) + W_{tv} \qquad (22a)$$

$$W_k = (W_{hk} + \delta W_{hv}) + W_{tk} \qquad (23a)$$

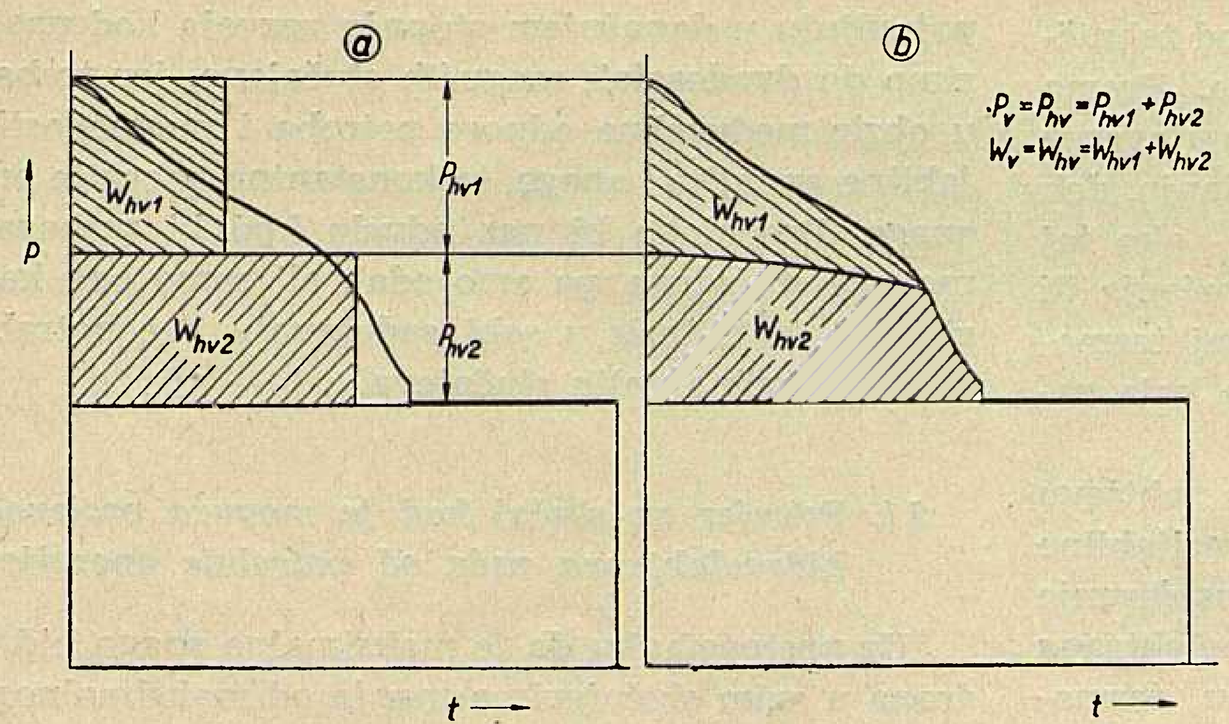
i

$$W_v = (W_{hv} + \delta W_{hk}) + W_{tv} \qquad (22b)$$

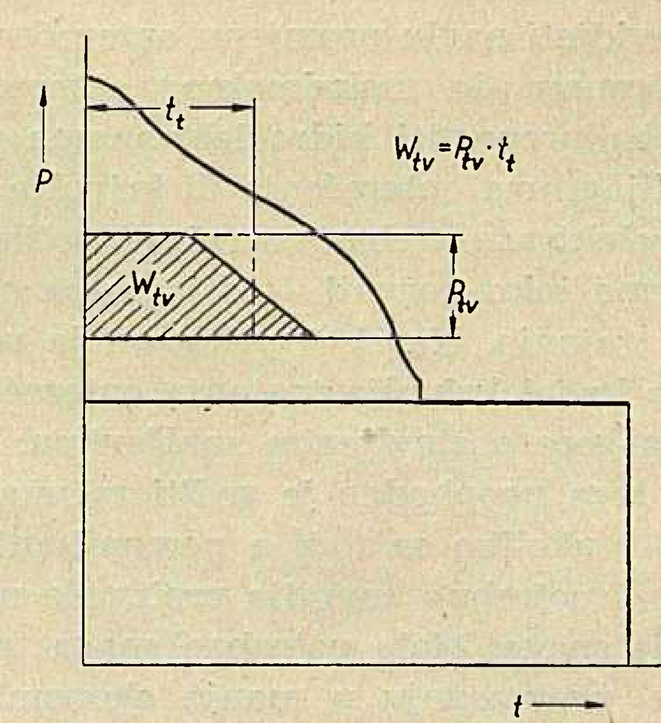
$$W_k = (W_{hk} - \delta W_{hk} - \delta W'_{hk}) + W_{tk}. \qquad (23b)$$

Analogne parove jednadžbi možemo postaviti za snage, pa dobivamo

$$P_v = (P_{hv} - \delta P_{hv} - \delta P'_{hv}) + P_{tv} \qquad (24a)$$



Sl. 8. Mogući smještaj hidroelektrana u varijabilnom dijelu za slučaj $P_{hv} = P_v$ i $W_{hv} = W_v$.



Sl. 9. Mogući smještaj termoelektrane u u varijabilnom dijelu.

$$P_k = (P_{hk} + \delta P_{hv}) + P_{tk} \quad (25a)$$

i

$$P_v = (P_{hv} + \delta P_{hk}) + P_{tv} \quad (24b)$$

$$P_k = (P_{hk} - \delta P_{hk} - \delta P'_{hk}) + P_{tk} \quad (25b)$$

U jednadžbama (22) i (23) izrazi u zagradama predstavljaju energiju hidroelektrana, koja se može iskoristiti za pokrivanje varijabilnog odnosno konstantnog dijela dijagrama opterećenja. Ta iskoristiva energija razlikuje se — u općem slučaju — od moguće proizvodnje hidroelektrana (W_{hv} i W_{hk}) za količinu energije koja se prebacuje (δW_{hv} i δW_{hk}) i za količinu energije koja ostaje neiskorištena ($\delta W'_{hv}$ i $\delta W'_{hk}$).

U jednadžbama (24) i (25) izrazi u zagradama predstavljaju opterećenje hidroelektrana u čast maksimalnog opterećenja sistema. Ta iskorištena snaga hidroelektrana — u općem slučaju — razlikuje se od raspoložive snage hidroelektrana (P_{hv} i P_{hk}) za snagu koja se prebacuje (δP_{hv} i δP_{hk}) bilo u varijabilni bilo u konstantni dio dijagrama opterećenja, i za snagu koja ostaje neiskorištena ($\delta P'_{hv}$ i $\delta P'_{hk}$).

Kad poznajemo opće izraze prema kojima možemo izraditi elektroenergetske bilance, potrebno je da vidimo na koji način možemo — u svakom konkretnom slučaju — odrediti pojedine veličine u (22) do (25), pretpostavljajući naravno pri tomu da je poznata potražnja (W_v, W_k, P_v *i* P_k), te mogućnosti proizvodnje hidroelektrana (W_{hv}, W_{hk}, P_{hv} i P_{hk}).

5. *Proizvodnja i snaga termoelektrana*

Potrebnom snagom termoelektrana u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja određena je i potrebna proizvodnja termoelektrana izrazom

$$W_{tk} = 730\ P_{tk}. \quad (26)$$

Potreba takvog pogona termoelektrana, koji bi omogućio djelomično pokrivanje varijabilnog dijela dijagrama opterećenja, može nastati bilo radi pomanjkanja snage u času maksimalnog opterećenja sistema, bilo radi pomanjkanja energije u tom dijelu dijagrama opterećenja, bilo konačno radi pomanjkanja i energije i snage. Termoelektrana međutim ne može slijediti brze promjene opterećenja radi nedovoljne elastičnosti kotlova i agregata, kao i radi opasnosti od nejednolike raspodjele naprezanja, pa je radi toga neophodno predvidjeti što jednoličnije opterećivanje termoelektrana za vrijeme rada s velikim opterećenjem, a osim toga ne treba previdjeti naglu promjenu opterećenja od tehničkog minimuma do maksimalnog opterećenja. Prema tomu treba prepustiti hidroelektranama popunjavanje rubova dijagrama opterećenja ili krivulje trajanja, dok za termoelektrane treba rezervirati srčiku — ako taj dio možemo tako nazvati — dijagrama opterećenja ili krivulje trajanja. Na sl. 9 prikazan je položaj termoelektrane kao i krivulja trajanja opterećenja koja zadovoljava gore postavljenim zahtjevima.

Osim toga neophodno je voditi računa i o zahtjevu da se — ukoliko se radi o pomanjkanju varijabilne energije — potrebna energija proizvede uz angažiranje što manje snage. Mala potrebna snaga termoelektrana smanjuje proizvodnju u manje ekonomičnim termoelektranama i smanjuje tehnički minimum termoelektrana.

Poznavajući oblik krivulje trajanja opterećenja moguće je potrebnu proizvodnju termoelektrana W_{tv} definirati trajanjem korištenja t_t maksimalne snage termoelektrane P_{tv}, pa je

$$W_{tv} = t_t \cdot P_{tv}. \quad (27)$$

Izbor trajanja t_t ovisi o obliku krivulje trajanja i o dozvoljenoj brzini promjene opterećenja termoelektrana. Egzaktno promatrajući trajanje t_t ovisno je i o snazi P_{tv}, ali ako pretpostavimo da je potrebna snaga termoelektrana znatno manja od potrebne varijabilne snage P_v — što je slučaj u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije — možemo zanemariti utjecaj snage P_{tv} na trajanje t_t.

Oblik krivulje trajanja opterećenja termoelektrana je povoljan ako ostaje unutar granice maksimalne snage P_{tv}, ako se njime postiže proizvodnja W_{tv}, te ako vodi računa o mogućnosti promjene opterećenja termoelektrana. Prema tomu moguće je krivulju trajanja prikazanu na sl. 9 zamijeniti bilo kojom drugom krivuljom trajanja, koja ispunjava postavljene uvjete.

6. *Izrada elektroenergetskih bilanca*

Nije moguće prikazati u općem obliku način izrade elektroenergetskih bilanca, jer način izrade ovisi o međusobnom odnosu potreba i moguće proizvodnje hidroelektrana. Međutim pri izradi elektroenergetskih bilanca potrebno je predvidjeti takav način korištenja moguće proizvodnje hidroelektrana da se postigne što manja potrebna energija iz termoelektrana, te da se angažira što manja snaga termoelektrana. Ispunjujući ta dva zahtjeva postižemo najbolje moguće iskorištenje moguće proizvodnje i snaga hidroelektrana.

Postoji velik broj mogućih slučajeva međusobnih odnosa potreba i moguće proizvodnje i snage hidroelektrana. Predaleko bi nas odvelo kad bi proveli analizu svih slučajeva pogotovo radi toga, jer se u današnjem stepenu razvoja elektroenergetskog sistema Jugoslavije pojavljuju samo slučajevi kad je maksimalna snaga hidroelektrana manja od maksimalnog opterećenja sistema ($P_h < P$). Radi toga, a i radi skraćenja izlaganja, ograničit ćemo se samo na spomenute slučajeve, vodeći pritom računa, da se na osnovu izloženog mogu izraditi elektroenergetske bilance i za nerazmatrane slučajeve.

Međutim i ograničivši se samo na slučajeve koji se pojavljuju u današnjem stupnju razvoja kod nas, dolazimo do dvadesetak mogućih slučajeva, jer treba uzeti u obzir međusobne odnose potreba i mogućnosti varijabilne energije i snage, te konstantne energije odnosne snage. Predaleko bi nas odvelo kad bi prikazali sve moguće slučajeve, pa smo odabrali samo one karakteristične, koji ipak u sebi sadržavaju sve potrebno za rješenje svih ostalih slučajeva.

6.1. *Primjer za slučaj kad je moguća proizvodnja hidroelektrana veća od potrebne energije*

Uz pretpostavku da je maksimalna snaga hidroelektrana u svim slučajevima manja od maksimalnog opterećenja sistema, elektroenergetske bilance se izrađuju na isti način. U svim slučajevima hidroelektrane bi

mogle svojom proizvodnjom zadovoljiti potrebe, jer postoji i višak proizvodnje. Međutim i nakon angažiranja maksimalne snage hidroelektrana ostat će manjak snage u času maksimalnog opterećenja sistema, pa je potrebno taj manjak snage nadoknaditi termoelektranama. Naravno da pri tom treba nastojati da se osigura potrebna snaga uz što manju proizvodnju, jer već i bez termoelektrana postoji višak energije.

Prikažimo slučaj kad postoji višak energije iz hidroelektrana

$$\Delta W = W_h - W = 126{,}0 \text{ GWh},$$

a manjak snage nakon angažiranja svih hidroelektrana

$$\Delta P = P_h - P = 150{,}0 \text{ MW}.$$

Ostali podaci o odnosima u sistemu prikazani su u tablici 1.

Potrebno je dakle angažirati termoelektrane snage

$$P_t = \Delta P = 150{,}0 \text{ MW}.$$

Najmanju proizvodnju termoelektrana postigli bi — uz istodobno zadovoljenje potreba — kad bi te termoelektrane smjestili u najviši dio dijagrama opterećenja. Ali ako uzmemo u obzir tehnički minimum termoelektrana, neophodno je dio proizvodnje termoelektrana predvidjeti u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja.

Pretpostavljajući da tehnički minimum iznosi 20% od ukupne potrebne snage, dobivamo da je snaga termoelektrana u temeljnom dijelu jednaka

$$P_{tk} = 0{,}2 \cdot P_t = 30{,}0 \text{ MW}.$$

Ostatak potrebne snage koristi se u varijabilnom dijelu, pa je

$$P_{tv} = P_t - P_{tk} = 120{,}0 \text{ MW}.$$

Proizvodnja termoelektrana u temeljnom dijelu — prema (26) — iznosi

$$W_{tk} = 0{,}73\ P_{tk} = 21{,}9 \text{ GWh},$$

a u varijabilnom dijelu — prema (27) — ako računamo da je $t_t = 250$ sati/mjesec

$$W_{tv} = 0{,}25 \cdot P_{tv} = 30{,}0 \text{ GWh}.$$

I pored postavljanja termoelektrana u varijabilni dio dijagrama opterećenja, u tom dijelu još uvijek postoji manjak snage, koji možemo nadoknaditi prebacivanjem snage iz konstantnog dijela, gdje postoji upravo toliki višak snage. Prebačena snaga iznosi dakle

$$\delta P_{hk} = 130{,}0 \text{ MW},$$

pa su na taj način izbilancirane snage u varijabilnom i konstantnom dijelu.

Prebacivanje snage nije moguće bez istodobnog prebacivanja energije. Korištenje prebačene konstante snage smije iznositi manje od trajanja varijabilnog opterećenja, koje iznosi $r \cdot t_v = 450$ sati, a računat ćemo s trajanjem korištenja od $t_k = 300$ sati/mjesec. Pravu mogućnost korištenja prebačene snage mogli bi odrediti tek nakon detaljne analize prilika u varijabilnom dijelu, ali takova analiza nema prave svrhe, jer je u krajnjoj liniji svejedno da li je neiskorišten dio varijabilne ili konstantne energije hidroelektrana. Prema tomu količina prebačene energije iznosi

$$W_{hk} = 0{,}3 \cdot \delta P_{hk} = 39{,}0 \text{ GWh}.$$

Višku energije priključila se sada i proizvodnja termoelektrana, pa neiskorištena varijabilna energija hidroelektrana iznosi

$$\delta W'_{hv} = \Delta W_v + \delta W_{hk} + W_{tv} = 122{,}0 \text{ GWh},$$

dok je neiskorištena konstantna energija

$$\delta W'_{hk} = \Delta W_k - \delta W_{hk} + W_{tk} = 55{,}9 \text{ GWh}.$$

U jednadžbama za $\delta W'_{hv}$ i $\delta W'_{hk}$ treba ΔW_v i ΔW_k uvrstiti s pozitivnim predznakom, ako se radi o višku, odnosno s negativnim predznakom, ako se radi o manjku.

6.2. Primjeri za slučajeve kad je moguća proizvodnja manja od potrebne energije

Sada imamo slučajeve kad ne samo da postoji manjak snage nego i manjak energije, pa će rjeđe dolaziti do prelijeva, a osnovna briga će biti da se ne bi nepogodnim rasporedom elektrana izazvali prelijevi i onda kad nisu neophodno potrebni.

Promotrimo slučaj naveden u tablici 2 koji bi se mogao riješiti na način kako je riješen slučaj u tab. 1, kad ne bi manjak varijabilne energije bio tako velik, jer prebačena konstantna energija i proizvodnja termoelektrana nisu dovoljne da pokriju taj manjak. To naravno vrijedi ako potrebnu snagu termoelektrana odredimo prema manjku snage ΔP.

Primjer za slučaj da je moguća proizvodnja hidroelektrana veća od potrebne energije

Tablica 1

	Energija,	Snaga,	Energija GWh	Snaga MW
Ukupno				
Hidroelektrane	W_h	P_h	1226,0	2000,0
Potrebe	W	P	1100,0	2150,0
Razlika	ΔW	ΔP	+ 126,0	— 150,0
Varijabilni dio				
Hidroelektrane	W_{hv}	P_{hv}	350,0	800,0
Potrebe	W_v	P_v	297,0	1050,0
Razlika	ΔW_v	ΔP_v	+ 53,0	— 250,0
iz konstantnog dijela	δW_{hv}	δP_{hv}	+ 39,0	+ 130,0
u konstantni dio	$\delta W'_{hk}$	$\delta P'_{hk}$	—	—
Termoelektrane	W_{tv}	P_{tv}	+ 30,0	+ 120,0
Neiskorišteno	$\delta W'_{hv}$	$\delta P'_{hv}$	— 122,0	—
Konstantni dio				
Hidroelektrane	W_{hk}	P_{hk}	876,0	1200,0
Potrebe	W_k	P_k	803,0	1100,0
Razlika	ΔW_k	ΔP_k	+ 73,0	+ 100,0
iz varijabilnog dijela	δW_{hv}	δP_{hv}	—	—
u varijabilni dio	δW_{hk}	δP_{hk}	— 39,0	— 130,0
Termoelektrane	W_{tk}	P_{tk}	+ 21,9	+ 30,0
Neiskorišteno	δW_{hk}	δP_{hk}	— 55,9	—
Ukupno termoelektrane	W_t	P_t	51,9	150,0
Ukupno neiskorišteno	$\delta W'_h$	$\delta P'_h$	177,9	—

Budući da snaga termoelektrana, određena prema manjku ΔP, nije dovoljna da proizvede potrebnu varijabilnu energiju, treba povećati snagu termoelektrana, a to će dovesti do povećanja snage P_{tk}, pa će biti moguće povećati i prebačenu konstantnu snagu δP_{hk} i prebačenu energiju δW_{hk}. Mora se dakle odrediti snaga termoelektrana P_t, pomoću koje se može eliminirati manjak varijabilne energije.

Taj manjak se eliminira prebačenom konstantnom energijom δW_{hk} i proizvodnjom termoelektrana u varijabilnom dijelu W_{tv}, pa mora biti

$$\Delta W_v = \delta W_{hk} + W_{tv}. \tag{28}$$

Prebačenu energiju možemo odrediti iz izraza

$$\delta W_{hk} = (\Delta P_k + P_{tk}) \cdot t_k, \tag{29}$$

dok je proizvodnja W_{tv} jednaka

$$W_{tv} = P_{tv} \cdot t_t. \tag{30}$$

Ako još uvažimo tehnički minimum termoelektrana

$$\Delta W_v = \Delta P_k \cdot t_k + P_t\,(0{,}2\ t_k + 0{,}8\ t_t), \tag{31}$$

a odatle

$$P_t = \frac{\Delta W_v - \Delta P_k \cdot t_k}{0{,}8\ t_k + 0{,}2 \cdot t_t}. \tag{32}$$

Budući da računamo s $t_k = 300$ sati i $t_t = 250$ sati, dobivamo potrebnu snagu termoelektrana iz izraza

$$P_t = 3{,}84\ (\Delta W_v - 0{,}3\ \Delta P_k). \tag{33}$$

U našem slučaju dobivamo

$$P_t = 3{,}84\ (117{,}0 - 0{,}3 \cdot 100{,}0) = 333{,}1\ \text{MW}$$

pa je

$$P_{tk} = 0{,}2 \cdot P_t = 66{,}6,$$

$$P_{tv} = P_t - P_{tk} = 266{,}5\ \text{MW}.$$

Proizvodnju termoelektrana, prebačenu snagu i energiju iz konstantnog dijela određujemo na već opisani način.

Sada se pojavljuje i neiskorištena snaga hidroelektrana usprkos činjenici da prethodna bilanca bez termoelektrana pokazuje manjak snage.

Sasvim nove prilike prikazuje slučaj u tablici 3., jer iako postoji manjak snage ΔP, ipak ne polazimo od njega, jer je manjak energije ΔW velik, pa ga termoelektrane ne bi mogle eliminirati, kad bi njegovu snagu rasporedili uz zahtjev najmanje proizvodnje. Sada polazimo od viška varijabilne energije, koju prema (19a) možemo prebaciti u konstantni dio dijagrama opterećenja. To prebacivanje se može bez daljnjega izvršiti, ako je višak varijabilne snage veći ili jednak prebačenoj varijabilnoj snazi t. j. kad je

$$\Delta W_v/0{,}73 \leqq P_v, \tag{34}$$

pa je tada $\Delta W_v = \delta W_{hv}$. U našem slučaju je $\Delta W_v = \delta W_{hv} = 103{,}0$ GWh, a $\delta P_{hv} = 141{,}1$. Ostatak viška varijabilne snage ostaje neiskorišten, te — u našem slučaju — iznosi

$$\delta P'_{hv} = \Delta P_v - \delta P_{hv} = 108{,}9\ \text{MW}.$$

Prvi primjer za slučaj da je moguća proizvodnja hidroelektrana manja od potrebne energije

Tablica 2

	Energija	Snaga	Energija, GWh	Snaga, MW
Ukupno				
Hidroelektrane	W_h	P_h	1056,0	2000,0
Potrebe	W	P	1100,0	2150,0
Razlika	ΔW	ΔP	— 44,0	— 150,0
Varijabilni dio				
Hidroelektrane	W_{hv}	P_{hv}	180,0	800,0
Potrebe	W_v	P_v	297,0	1050,0
Razlika	ΔW_v	ΔP_v	— 117,0	— 250,0
iz konstantnog dijela	δW_{hk}	δP_{hk}	+ 50,4	+ 166,6
u konstantni dio	δW_{hv}	δP_{hv}	—	—
Termoelektrane	W_{tv}	P_{tv}	+ 66,6	+ 266,5
Neiskorišteno	$\delta W'_{hv}$	$\delta P'_{hv}$	—	— 183,1
Konstantni dio				
Hidroelektrane	W_{hk}	P_{hk}	876,0	1200,0
Potrebe	W_k	P_k	803,0	1100,0
Razlika	ΔW_k	ΔP_k	+ 73,0	+ 100,0
iz varijabilnog dijela	δW_{hv}	δP_{hv}	—	—
u varijabilni dio	δW_{hk}	δP_{hk}	— 50,4	— 166,6
Termoelektrane	W_{tk}	P_{tk}	+ 48,6	+ 66,6
Neiskorišteno	$\delta W'_{hk}$	$\delta P'_{hk}$	— 71,2	—
Ukupno termoelektrane	W_t	P_t	115,1	333,1
Ukupno neiskorišteno	$\delta W'_h$	$\delta P'_h$	71,2	183,1

Drugi primjer za slučaj da je moguća proizvodnja hidroelektrana manja od potrebne energije

Tablica 3

	Energija	Snaga	Energija, GWh	Snaga, MW
Ukupno				
Hidroelektrane	W_h	P_h	911,0	2000,0
Potrebe	W	P	1100,0	2150,0
Razlika	ΔW	ΔP	— 189,0	— 150,0
Varijabilni dio				
Hidroelektrane	W_{hv}	P_{hv}	400,0	1300,0
Potrebe	W_v	P_v	297,0	1050,0
Razlika	ΔW_v	ΔP_v	+ 103,0	+ 250,0
iz konstantnog dijela	δW_{hk}	δP_{hk}	—	—
u konstantni dio	δW_{hv}	δP_{hv}	— 103,0	— 141,1
Termoelektrane	W_{tv}	P_{tv}	—	—
Neiskorišteno	$\delta W'_{hv}$	$\delta P'_{hv}$	—	— 108,9
Konstantni dio				
Hidroelektrane	W_{hk}	P_{hk}	511,0	700,0
Potrebe	W_k	P_k	803,0	1100,0
Razlika	ΔW_k	ΔP_k	— 292,0	— 400,0
iz varijabilnog dijela	δW_{hv}	δP_{hv}	—	—
u varijabilni dio	δW_{hk}	δP_{hk}	+ 103,0	+ 141,1
Termoelektrane	W_{tk}	P_{tk}	+ 189,0	+ 258,9
Neiskorišteno	$\delta W'_{hk}$	$\delta P'_{hk}$	—	—
Ukupno termoelektrane	W_t	P_t	+ 189,0	+ 258,9
Ukupno neiskorišteno	$\delta W'_h$	$\delta P'_h$	—	108,9

Međutim i pored prebacivanja varijabilne energije postoji manjak konstantne energije i snage, pa je potrebno manjak dopuniti termoelektranama.

Ako nije ispunjena nejednadžba (34) ili ako čak postoji manjak varijabilne snage, nije moguće na opisani način prebaciti cijeli višak varijabilne energije u konstantni dio i to radi pomanjkanja viška varijabilne snage.

Pretpostavimo da postoji višak varijabilne energije ΔW_v, te da istodobno postoji višak varijabilne snage ΔP_v, koji je toliki da nije zadovoljena nejednadžba (34). Da omogućimo prebacivanje viška ΔW_v, potrebno je u varijabilnom dijelu predvidjeti termoelektrane slijedeće snage

$$P_{tv1} = \Delta W_v/0{,}73 - \Delta P_v. \qquad (35)$$

Na taj način bi mogli prebaciti sav višak varijabilne energije, kad bi bilo moguće upotrebiti snagu P_{tv1} bez proizvodnje energije. Međutim upotrebom snage P_{tv1} mora se proizvesti količina energije

$$W_{tv1} = P_{tv} \cdot t_t, \qquad (36)$$

pa se radi toga pojavljuje dodatni višak energije iz hidroelektrana, koji je upravo jednak proizvodnji W_{tv1}. Za prebacivanje tog viška iz hidroelektrana potrebno je upotrebiti snagu, koju opet — da eliminiramo manjak snage — moramo nadoknaditi snagom iz termoelektrana, koja je jednaka

$$P_{tv2} = W_{tv1}/0{,}73 = P_{tv1}\ t_t/073. \qquad (37)$$

Nova snaga traži i novu proizvodnju u termoelektranama, koja iznosi

$$W_{tv2} = P_{tv2} \cdot t_t = P_{tv1} \cdot t_t^2/0{,}73, \qquad (38)$$

a ova novu snagu

$$P_{tv3} = W_{tv2}/0{,}73 = P_{tv1} \cdot (t_t/0{,}73)^2 \qquad (39)$$

i t. d.

Ukupna potrebna snaga termoelektrana iznosi dakle

$$P_{tv} = P_{tv1} + P_{tv2} \ldots + P_{tv\,n} + \ldots \qquad (40)$$

odnosno

$$P_{tv} = P_{tv1}\ [1 + t_t/0{,}73 + (t_t/0{,}73)^2 + \ldots + (t_t/0{,}73)^n + \ldots] \qquad (41)$$

U zagradama imamo geometrijski red s članovima manjim od 1, pa izraz (41) možemo pisati u obliku

$$P_{tv} = P_{tv1}\left(1 + \frac{t_t}{0{,}73 - t_t}\right). \qquad (42)$$

odnosno ako je $t_t = 0{,}25$

$$P_{tv} = 1{,}521 \cdot P_{tv1}. \qquad (43)$$

Uvrštavanjem za P_{tv1} izraza (35), dobivamo

$$P_{tv} = 2{,}084 \cdot \Delta W_v - 1{,}521 \cdot \Delta P_v, \qquad (44)$$

a to je veličina koju smo htjeli odrediti.

U (44) ΔP_v treba uvrstiti s pozitivnim predznakom ako se radi o višku, a s negativnim predznakom, ako se radi o manjku.

Promotrimo sada slučaj u tablici 4. Da odredimo potrebnu snagu termoelektrana u varijabilnom dijelu poslužimo se izrazom (44), pa dobivamo

$$P_{tv} = 2{,}084 \cdot 103{,}0 + 1{,}521 \cdot 50{,}0 = 290{,}7 \text{ MW}.$$

Proizvodnja energije sa snagom P_{tv} iznosi

$$W_{tv} = P_{tv} \cdot t_t = 72{,}7 \text{ GWh},$$

pa je ukupna varijabilna energija, koja se može prebaciti

$$\delta W_{hv} = \Delta W_v + W_{tv} = 175{,}7 \text{ GWh},$$

te za prebacivanje treba upotrebiti snagu

$$\delta P_{hv} = \delta W_{hv}/0{,}73 = 240{,}7 \text{ MW},$$

dakle upravo višak varijabilne snage, koji se pojavljuje nakon stavljanja u pogon termoelektrana u varijabilnom dijelu.

Jednadžba (44) vrijedi i za slučaj da je $\Delta W_v = 0$, kao i za slučaj da je $\Delta P_v = 0$.

7. *Zaključne napomene*

Na prikazanim principima moguće je načiniti energetske bilance i za slučajeve, koji nisu navedeni u numeričkim primjerima, pa je moguće s dovoljnom točnošću odrediti potrebnu snagu i proizvodnju termoelektrana, te eventualno neiskorištenu snagu i neiskorištenu moguću proizvodnju hidroelektrana.

Treći primjer za slučaj da je moguća proizvodnja hidroelektrana manja od potrebne energije

Tablica 4

	Energija	Snaga	Energija, GWh	Snaga, MW
Ukupno				
Hidroelektrane	W_h	P_h	911,0	1700,0
Potrebe	W	P	1100,0	2150,0
Razlika	ΔW	ΔP	— 189,0	— 450,0
Varijabilni dio				
Hidroelektrane	W_{hv}	P_{hv}	400,0	1000,0
Potrebe	W_v	P_v	297,0	1050,0
Razlika	ΔW_v	ΔP_v	+ 103,0	— 50,0
iz konstantnog dijela	δW_{hk}	δP_{hk}	—	—
u konstantni dio	δW_{hv}	δP_{hv}	— 175,7	— 240,7
Termoelektrane	W_{tv}	P_{tv}	+ 72,7	+ 290,7
Neiskorišteno	$\delta W'_{hv}$	$\delta P'_{hv}$	—	—
Konstantni dio				
Hidroelektrane	W_{hk}	P_{hk}	511,0	700,0
Potrebe	W_k	P_k	803,0	1100,0
Razlika	ΔW_k	ΔP_k	— 292,0	— 400,0
iz varijabilnog dijela	δW_{hv}	δP_{hv}	—	—
u varijabilni dio	δW_{hk}	δP_{hk}	+ 175,7	+ 240,7
Termoelektrane	W_{tk}	P_{tk}	+ 116,3	+ 159,3
Neiskorišteno	$\delta W'_{hk}$	$\delta P'_{hk}$	—	—
Ukupno termoelektrane	W_t	P_t	189,0	450,0
Ukupno neiskorišteno	$\delta W'_h$	$\delta P'_h$	—	—

Spomenuto je, da se na opisani način mogu elektroenergetske bilance izraditi s dovoljnom točnošću, jer je sigurno da rezultati dobiveni opisanim načinom nisu egzaktni već iz razloga što je potrebno procijeniti veličine trajanja korištenja t_t i t_k. Osim toga egzaktnost se ne može postići u slučaju da postoji velika proizvodnja varijabilne energije s iskorištavanjem varijabilne snage s punim trajanjem varijabilnog opterećenja ($r \cdot t_v$), jer u tom slučaju moguća proizvodnja varijabilne energije izlazi izvan okvira krivulje trajanja, pa ju nije moguće plasirati. Ta griješka ima međutim mali utjecaj, jer je najveća u doba velikih voda kad se i onako pojavljuju prelijevi, dok je količina varijabilne energije s trajanjem korištenja od $r \cdot t_v$ sati u doba manjih voda relativno malena, pa je i griješka malena. Osim toga u doba manjih voda postoji normalno višak varijabilne energije, pa ju je — radi korištenja — potrebno prebaciti u konstantni dio dijagrama opterećenja, što dovodi do smanjenja trajanja korištenja varijabilne snage, pa i to smanjuje griješku.

Konačno se može reći da prikazani način izrade elektroenergetskih bilanci daje jednostavno sredstvo za analizu prilika u elektroenergetskom sistemu, pa ono omogućuje analizu i s obzirom na snage i s obzirom na energije.

Literatura

1. Jerić, J., *Perspektivno planiranje potrošnje i proizvodnje električne energije*, Elektroprivreda, 1952, br. 4/5.
2. Požar H., *Praktična upotreba konzumnog okvira za izradu energetskih bilanca*, Elektroprivreda, 1952, br. 4/5.

Naslov pisca: Prof. Dr. Ing. Hrvoje Požar, sveučilišni profesor, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

CENTRALNA GRIJANJA U GRADU ZAGREBU

Jakob Lucati, Zagreb

Članak sadrži podatke o instalacijama, vrstama i osobinama kotlova i goriva centralnog grijanja u gradu Zagrebu. Nadalje dat je prikaz mogućnosti pregradnje kotlova centralnog grijanja u cilju orijentacije sa mrkog ugljena na lignit, tekuća goriva i plin.

DK 97.3:621.181

Potrošnja raznovrsnih goriva za grijanje prostorija predstavlja krupnu stavku u energetskoj bilanci zemlje. Radi ilustracije navodimo, da se u FNR Jugoslaviji za grijanje i kuhanje u domaćinstvu na selu i u gradovima troši godišnje oko 36% cjelokupne količine ulaznih primarnih energija.

Potrošnja goriva svedena po stanovniku pokazuje velika odstupanja u raznim krajevima naše zemlje. Na to imaju u prvom redu upliv klimatske prilike, ali ne treba zanemariti ni uplive tehničke razvijenosti, blizine prirodnih izvora goriva i odnos prema problemu štednje uopće.

Važnost ovog problema nije u svim narodnim republikama jednaka. Za NRH postavlja se, između ostalog, problem deficitarnosti kvalitetnih vrsta mrkog ugljena, te potreba preorijentacije na lignit, eventualno plin i ložno ulje.

Ovaj problem tijesno je vezan na centralna i velikoprostorna grijanja, što je dalo povoda iscrpnoj studiji Toplinskog odjela Instituta za elektroprivredu Zagreb, pod naslovom *Korištenje ekonomski povoljnih goriva u centralnom grijanju NRH.*

Izvršenje ovog zadatka zahtijevalo je sistematsku obradu, počev od utvrđivanja današnjeg stanja do izrade prijedloga sa osvrtom na suvremena dostignuća u drugim zemljama.

Bilo je potrebno organizirati popisne ekipe, koje su evidentirale pojedinačno glavne karakteristične podatke centralnih grijanja na području Zagreba. Stambene zajednice, poduzeća *Šuma, Gora, Grijanje, Radijator* i dr. potpomogli su ovu akciju dragocjenim podacima.

Ovom akcijom je praktično obuhvaćena glavnina instalacija centralnih i etažnih grijanja u Zagrebu. Evidencija ne obuhvaća velikoprostorna grijanja (grijanja u industrijskim halama, velikim radionicama i t. d.). Pri izvršenju prednjeg zadatka bio je usmjeren glavni interes kotlovskim postrojenjima centralnih grijanja, jer o njima ovisi rješenje problema vrste goriva i racionalnog trošenja.

U nastavku dajemo kratki prikaz ove studije sa naročitim osvrtom na mogućnosti preorijentacije sa mrkog ugljena na druga goriva.

1. Podaci o postojećim postrojenjima centralnog grijanja

Raspodjela postrojenja centralnog grijanja u gradu Zagrebu izvršena je s obzirom na vrste zgrada, sisteme grijanja i zagrijavanu kubaturu. Podaci su unijeti u tabelu 1 i 2.

Iz tabele 1 vidimo, da je svega oko 69% instaliranih postrojenja u upotrebi, dok je ostatak izvan upotrebe. Razlog da se tako visoki procenat postrojenja nalazi izvan pogona leži, po izjavama vlasnika, u visokim cijenama gorivu, visokim općim pogonskim troškovima, neekonomičnoj instalaciji, a često u pomanjkanju sporazumijevanja među stanarima.

To je također razlog, da je izvjestan broj ispravnih postrojenja demontiran, a grijanje se vrši pojedinačnim pećima.

Tabela 2 prikazuje broj postrojenja stepenovano prema veličini zagrijavanog prostora, kao i odnos ukupnog prostora sa instaliranim grijanjem prema stvarno zagrijavanom. Iz tabele se vidi da taj odnos iznosi 96%.

Broj postrojenja centralnih grijanja u gradu Zagrebu

Tabela 1.

Vrsta zgrada	u upotrebi				izvan upotrebe							ukupno instalirano	u upotrebi u %
					ispravni			neispravni			ukupno		
	etažnih	toplovodnih	parnih	ukupno	etažnih	toplovodnih	parnih	etažnih	toplovodnih	parnih			
Stambene	59	86	19	164	117	15	4	18	16	1	171	335	48 %
Upravne i poslovne	21	54	24	99	10	—	—	—	—	—	10	109	91 %
Industrijske zgrade, garaže i skladišta	—	11	26	37	—	1	—	—	—	1	2	39	95 %
Bolnice	—	9	6	15	—	—	—	—	—	—	—	15	100 %
Škole	—	20	34	54	—	1	—	—	—	—	1	55	98 %
Muzeji, biblioteke, arhivi	—	3	2	5	—	—	—	—	—	—	—	5	100 %
Kazališta i kina	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	4	100 %
Hoteli, restorani i kavane	—	6	6	12	—	—	—	—	—	—	—	12	100 %
Kupališta i plivališta	—	2	1	3	—	—	—	—	—	—	—	3	100 %
Robni magazini i tržnice	—	2	5	7	—	—	1	—	—	—	1	8	87 %
Staklenici	—	2	1	3	—	—	—	—	—	—	—	3	100 %
Zvjerinjaci	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	100 %
Ukupno	**80**	**195**	**129**	**404**	**127**	**27**	**5**	**18**	**16**	**2**	**185**	**589**	**69 %**

Broj postrojenja centralnih grijanja s obzirom na zagrijavanu kubaturu

Tabela 2.

Vrsta zgrada	do 2000 m³	od 2000 do 5000 m³	od 5000 do 10000 m³	od 10000 do 20000 m³	preko 20000 m³	kubatura zagrij. prostora 0 m³		
						instalirana	u upotrebi	%
Stambene	198	55	39	8	—	638.090	533.930	83 %
Upravne i poslovne	37	24	23	14	11	744.200	738.200	99 %
Industrijske zgrade, garaže i skladišta	4	9	7	11	7	467.690	466.190	100 %
Bolnice	—	5	4	3	3	188.800	188.800	100 %
Škole	9	10	12	15	9	563.350	562.800	100 %
Muzeji, biblioteke, arhivi	1	1	1	1	1	53.900	53.900	100 %
Kazališta i kina	—	1	1	—	2	50.760	50.760	100 %
Hoteli, restorani i kavane	5	4	1	—	2	100.490	100.490	100 %
Kupališta i plivališta	2	—	—	—	1	32.530	32.530	100 %
Robni magazini i tržnice	1	5	1	1	—	44.720	41.220	92 %
Staklenici	1	1	1	—	—	13.400	13.400	100 %
Zvjerinjaci	—	1	—	—	—	3.000	3.000	100 %
Ukupno	**258**	**116**	**90**	**53**	**36**	**2,900.930**	**2,785.220**	**96 %**

2. *Podaci o instaliranim kotlovima*

Kotlove za centralna grijanja podijelili smo na člankaste (lijevana izvedba) i čelične (kovana, varena izvedba).

Po veličini kotlova stepenovanje je izvršeno po ogrjevnoj površini kako slijedi:

mali kotlovi	do 6 m²
normalni kotlovi	od 6 do 15 m²
srednji kotlovi	od 15 do 30 m²
veliki kotlovi	od 30 m² na više.

2.1. Člankasti kotlovi

Ovi kotlovi izvađaju se kao toplovodni i niskotlačni parni kotlovi.

Ostvarljivo toplinsko opterećenje po jedinici ogrjevne površine ovisno je o vrsti upotrebljenog goriva. Kod loženja koksom, antracitom i briketima mrkog ugljena iznosi:

za niskotlačne parne kotlove	7000 kcal/m²h
za toplovodne kotlove	8000 kcal/m²h

Kod loženja mrkim ugljenom prosječne kvalitete postiže se maksimalno 4000 do 5000 kcal/m²h. Vidimo, da se čak ni mrkim ugljenom ovi kotlovi ne daju opteretiti u visini njihovog (mogućeg) kapaciteta.

Člankasti kotlovi se izrađuju do veličine ogrjevne površine od 50 m² po jednom kotlu.

Podaci o člankastim kotlovima, instaliranim u gradu Zagrebu, dati su u tabeli 3 sa stanjem godine 1956.

2.2. Čelični kotlovi

Čelični kotlovi dolaze najčešće izvedeni kao kotlovi sa dimovodnim cijevima, a grade se sa ogrjevnim površinama do 120 m² i više.

Čelični kotlovi mogu također biti: toplovodni ili niskotlačni parni kotlovi.

Ostvarljivo specifično toplinsko opterećenje (toplinsko opterećenje po jedinici ogrjevne površine) ovih kotlova je približno jednako kao kod člankastih pri upotrebi koksa. Kod nekih izvedbi ovih kotlova, naročito za veće jedinice, može se postići i 16.000 do 18.000 kcal/m²h.

Čelični kotlovi, naročito starije izvedbe, su obično ozidani.

Podaci o člankastim kotlovima

Tabela 3.

Br.	Tipa kotla	Broj parnih kotlova niskog pritiska (do 0,5 atp)					Broj toplovodnih kotlova					Sve-ukupno instaliranо
		mali	normal.	srednji	veliki	ukupno	mali	normal.	srednji	veliki	ukupno	
1.	Neo-Vulkan, Zrenjanin	—	—	12	96	108	—	3	30	67	100	208
2.	Vulkan, Zrenjanin	—	6	7	20	33	25	9	4	2	40	73
3.	Jupiter, Zrenjanin	—	4	3	2	9	—	3	7	—	10	19
4.	Mursa, Osijek	—	1	3	5	9	6	8	3	2	19	28
5.	Kotež, Slav Brod	—	4	6	—	10	—	14	9	3	26	36
6.	Strebel, Mannheim	—	4	11	20	35	20	10	17	10	57	92
7.	Strebel-Streco, Mannheim	—	—	—	—	—	—	11	8	—	19	19
8.	N. R. G., Wien	—	9	13	10	32	45	8	10	1	64	96
9.	N. R. G., Berlin	—	—	1	—	1	18	—	—	—	18	19
10.	N. Ideal-Kessel, Wien	—	1	1	2	4	51	14	19	—	84	88
11.	Buderus-Lollar, Wetzlar	—	—	4	1	5	9	—	1	—	10	15
12.	Allesbrenner, Blankenburgh	—	—	4	1	5	—	1	—	—	1	6
13.	Bodenlosz, V. A. G.	—	—	—	11	11	—	—	—	—	—	11
14.	Körting-Marabu, Wien	—	1	1	—	2	1	—	—	—	1	3
15.	Mag-Körting, Graz	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	2
16.	Wagner, Wien	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1
17.	Nepoznato	—	5	9	5	19	69	2	3	5	79	98
	Ukupno	—	35	74	176	286	244	83	111	90	528	814

Podaci o čeličnim kotlovima

Tabela 4.

Br.	Tipa kotla	Broj parnih kotlova niskog pritiska (do 0,5 atp)					Broj toplovodnih kotlova					Sve-ukupno
		mali	normal.	srednji	veliki	ukupno	mali	normal.	srednji	veliki	ukupno	
1.	»Grijanje«, Zagreb	—	—	—	6	6	—	—	—	2	2	8
2.	»Trika«, Celje	1	24	16	6	41	3	5	19	—	27	68
3.	T. P. K., Zagreb	—	—	2	—	2	—	—	—	4	4	6
4.	Radijator, Zagreb	—	—	8	—	8	—	4	3	—	7	15
5.	Ventilator, Zagreb	—	—	3	—	3	—	—	—	—	—	3
6.	Horvat-Patent, Zagreb	—	—	—	—	—	—	3	5	5	13	13
7.	Praga	—	3	6	8	17	—	3	4	1	3	25
8.	Ganz	—	—	1	1	2	—	—	—	6	6	8
9.	T. E. P., Zagreb	—	—	—	—	—	10	—	—	—	10	10
10.	Zellerin M. Felle, Budapest	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	2
11.	Cleaver Brooks, U. S. Patent	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1
12.	Danubius, Budapest	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1
13.	Kombiniran sa štednjakom	—	—	—	—	—	6	—	—	—	6	6
14.	Nepoznato	1	11	3	2	17	—	5	1	2	8	25
	Ukupno	2	39	39	20	100	39	20	32	20	91	191

U nekim slučajevima čelični kotlovi predstavljaju loše oponašane lijevane kotlove sa netočno dimenzioniranim vodenim i dimnim putevima, te su podloženi brzom upropaštavanju uslijed korozije.

Podaci o čeličnim kotlovima, instaliranim u gradu Zagrebu, izneseni su u tabeli 4 sa stanjem godine 1956.

2.3. Ostali podaci

Broj kotlova s obzirom na izvedbu:

Tabela 5

Člankasti	Čelični	Čelični ozidani	Ukupno
814 81 %	183 18,2 %	8 0,8 %	1.005 100 %

Broj kotlova s obzirom na vrstu loženja:

Tabela 6

Automatsko	Poluautomatsko	Ručno	Ukupno
42 4,2 %	123 12,3 %	840 83,5 %	1.005 100 %

Broj postrojenja centralnog grijanja s obzirom na broj instaliranih kotlova u kotlovnici:

Tabela 7

Broj kotlova u postrojenju	1	2	3	4	5	6	7	8	12
Broj postrojenja	309	144	47	26	15	5	2	4	1

3. *Potrošnja goriva u godini 1955./56.*

Za loženje kotlova centralnih grijanja u gradu Zagrebu upotrebljene su u 1955. godini slijedeće vrste goriva:

1. mrki ugalj
2. lignit
3. koks
4. tekuće gorivo.

Količine goriva po vrstama i sortimanima date su u tabelama 8, 9, 10 i 11 na temelju ankete i obračunskog provjeravanja.

Potrošnja mrkog ugljena (u tonama)

Tabela 8

Rudnik	komad	kocka	orah	grah	rovni	Ukupno
Nepoznat	7270	6149	3773	5010	200	22402
Mursko Središče	2896	2845	267	340	—	6348
Trbovlje	1134	464	993	1949	—	4540
Golubovec	1180	220	1083	—	520	3003
Senovo	1000	1712	—	105	—	2817
Kamengrad	182	310	24	—	—	516
Kakanj	380	—	—	60	—	440
Štrigova	—	240	—	—	—	240
Pregrada	—	—	110	—	—	110
Banja Luka	130	—	—	—	—	130
Sveukupno	**14172**	**11940**	**6250**	**7464**	**720**	**40546**

Potrošnja lignita (u tonama)

Tabela 9

Rudnik	Komad	Kocka	Ukupno
Nepoznat	4564	625	5189
Bregi	1561	—	1561
Krmelj	634	720	1354
Konjščina	1810	—	1810
Kreka	61	70	131
Vojakovački Kloštar	346	—	346
Velenje	236	885	1121
Sveukupno	**9212**	**2300**	**11512**

Potrošnja koksa i tekućeg goriva (u tonama)

Tabela 10

Plinski koks	303
Tekuće gorivo	8

Skupni pregled goriva

Tabela 11

Vrsta goriva	Ugljen			Plinski koks	Tekuće gorivo
	Mrki	Lignit	Ukupno		
Količina (tone)	40546	11512	52058	303	8

4. *Domaća proizvodnja kotlova za centralno grijanje*

U slijedećem prikazu iznijet ćemo karakteristične podatke o kotlovima za centralna grijanja domaće proizvodnje. Pri tome smo obuhvatili samo glavne proizvođače kotlova centralnog grijanja. Kotlovi za velikoprostorna grijanja i za ostalu industrijsku primjenu nisu detaljnije obrađeni.

4.1. Fabrika kotlova i radijatora, Zrenjanin

Ta tvornica je glavni proizvođač člankastih kotlova u zemlji. Od svoga postanka tvornica je dala nekoliko tipova tih kotlova i to: *Jupiter, Vulkan i Neo-Vulkan I.* i *III.*, te etažne kotlove *Etaž I* i *II.* Sve te tipove nalazimo u postrojenjima centralnog grijanja u Zagrebu.

Prema veličini ogrjevne površine grade se ovi kotlovi u slijedećim tipama:

Etaž I.	1,1 m²	— 1,7 m²
Etaž II.	1,90 m²	— 3,70 m²
Neo - Vulkan I.	6 m²	— 19,5 m²
Neo - Vulkan III.	22,4 m²	— 48,5 m²

U praksi se postiže prosječno toplinsko opterećenje ogrjevne površine od 4000 do 4500 kcal/m²h, kod upotrebe mrkog ugljena.

Kotlovi *Neo-Vulkan I.* i *III.* su izrađeni specijalno za mrki ugljen sortimana komad i kocka, kao i brikete od ugljena.

Pogodno gorivo za kotlove *Etaž I.* i *II.* je mrki ugljen, orah ili kocka, a mogu se ložiti i koksom i drugim visokovrijednim vrstama ugljena.

Kotlovi se izrađuju kao toplovodni i niskotlačni parni. Stepen djelovanja ovih kotlova kreće se oko 60% kod upotrebe odgovarajućeg goriva i pravilnog rukovanja.

4.2. Poduzeće za centralna grijanja i sanitarne uređaje *Grijanje* Zagreb

Poduzeće je razvilo tipu čeličnog kotla sa dimovodnim cijevima i automatskim loženjem putem puzajućeg roštilja, na električni pogon. Izrađuju se kao toplovodni i kao niskotlačni parni kotlovi.

Podaci za tipu G 28/55 (izvadak iz atesta Doc. ing. Milan Crlenjak, od 22. IX. 1955.).

Ogrjevna površina	28	m²
Specifično opterećenje ogrjevne površine	10.000	kcal/m²h
Učin kotla	280.000	kcal/h
Stepen djelovanja kotla	60	%
Najpovoljniji učin	270.000	kcal/h
kod upotrebe mrkog ugljena Senovo od	3.850	kcal/kg, sortimana grah.

Premda se ovim sistemom kotla ne rješava problem sagorijevanja niskokaloričnih ugljena, no ipak po svojoj konstrukciji i automatizaciji predstavlja napredak u izradi domaćih kotlova za centralno grijanje. Orijentacija na sagorijevanje plina ili tekućih goriva je moguća.

4.3. Tvornica parnih kotlova, Zagreb

Tvornica je razvila tip kombiniranog čeličnog kotla sa dimovodnim cijevima t. zv. *Danski kotao*. Ložište je izvedeno u obliku poluokruglog svoda.

Plinovi sagorijevanja mijenjaju smjer u povratnim komorama i prolaze kroz dimne cijevi, koje predstavljaju ogrjevnu površinu kotla.

Količine kotlova su: 20 m², 40 m², 80 m² i 120 m² ogrjevne površine.

Specifično opterećenje ogrjevne površine 6.000 do 10.000 kcal/m²h.

Ovi kotlovi sposobni su za mrke ugljene sortimana orah, kocka i komad, te tekuća goriva u automatskoj izvedbi. Za sagorijevanje lignita prigrađuju se predložišta s koritastim ili stepenastim rešetkama.

Za velikoprostorna grijanja i za razne primjene u industriji izrađuje tvornica više vrsti kotlova savremene izvedbe.

4.4. Tvornica Đuro Đaković, Slavonski Brod

Izrađuje više vrsta kotlova za velikoprostorna grijanja i za industrijsku primjenu. Među ostalim treba spomenuti »kutocjevne« kotlove, koji su izvedeni kao vodocjevni kotlovi, za razna čvrsta i tekuća goriva.

4.5. Tovarna emajlirane posode, Celje

Tvornica izrađuje čelične kotlove za toplovodno i parno grijanje, te male kotlove za etažno grijanje.

Kotlovi su građeni za poluautomatsko loženje sa dograđenim bunkerom za dovod goriva. Količina goriva se prilagođuje ručno pomoću zasuna. Kotlovi imaju stepenaste rešetke što ih osposobljava za upotrebu niskokaloričnih ugljena. Nagib rešetke odgovara upotrebi sitnih sortimana ugljena.

Prema veličini ogrjevne površine grade se ovi kotlovi u slijedećim granicama:

Kotao za etažno grijanje *Trika*	— 1,4 m²	— 2,8 m²
Čelični kotao *Trika*	— 3,5 m²	— 28 m²

Specifično opterećenje ogrjevne površine od 10.000 kcal/m²h postiže se samo upotrebom mrkog ugljena sa oko 4.000 kcal/kg.

4.6. *Radiator*, Zagreb

Poduzeće izrađuje 5 tipa čeličnih stojećih kotlova.

Vodeni prostor kotla tvore dvostruke stijene tijela kotla i uspravno položene cijevi u ložištu. U dimnom kanalu naknadno je uključena još jedna ogrjevna površina.

Kotlove grade sa ogrjevnom površinom od 5 m², 9 m², 12 m², 13,5 m² i 15,5 m².

Toplinsko opterećenje se postiže oko 8.000 kcal/m²h kod upotrebe mrkog ugljena.

5. *Osvrt na stanje parnih kotlova u upotrebi*

Analizirajući podatke o postrojenjima i kotlovima centralnog grijanja dolazimo do zaključka, da do sada nije bilo posvećeno dovoljno pažnje rješavanju problema centralnog grijanja na osnovu kriterija ekonomski povoljnih goriva.

Dovoljno je uočiti činjenicu, da između 30 raznih tipova kotlova, koji su instalirani u centralnom grijanjima grada Zagreba, postoji samo neznatan broj onih koji su sposobni za ekonomično sagorijevanje kvalitetno slabijih vrsta goriva.

Glavni proizvođači parnih kotlova u zadnje vrijeme posvećuju veću pažnju ovom problemu, ali rezultati još nisu u osjetnoj mjeri prodrli u praktičnu primjenu.

6. *Upotreba lignita u postojećim kotlovima sa preinakama na postrojenjima*

Ekonomski i tehnički povoljno sagorijevanje lignita može se postići u specijalnim predložištima, koja se smještaju ispred kotlova. U takvim predložištima, koja ispunjavaju uslove ekonomičnog sagorijevanja lignita, plinovi sagorijevanja odvode se u postojeća ložišta priključenih člankastih i drugih kotlova, gdje predaju toplinu na ogrjevne površine.

Kao predložišta za sagorijevanje lignita dolaze u obzir:

a) ložišta sa koritastim roštiljem,
b) ložišta sa stepenastim roštiljem.

Gradnja takvih predložišta, za kotlove centralnih grijanja, temelji se na iskustvima, postignutim kod gradnje stabilnih parnih kotlova. Ova predložišta, radi osobina lignita, imaju srazmjerno veliki ložišni volumen i veliku površinu roštilja. Predložišta se postavljaju prema prostornim prilikama u kotlovnicama, te dozvoljavaju različita rješenja kao: ispred kotla, bočno, ispod kotla i sl. Predložišta se mogu predvidjeti za kotlove od 10 m² ogrjevne površine na više.

Primjena predložišta pretpostavlja postojanje povoljnih prilika s obzirom na raspoloživi prostor kotlovnice i skladišta ugljena, dopremu ugljena i otpremu pepela. Ovim zahtjevima se ne može u svim slučajevima udovoljiti, te stoga pregradnja može doći u obzir tamo, gdje postoje povoljni preduslovi.

Uvođenje plinova sagorijevanja u ložište člankastog kotla može uslijediti:

1. kroz otvore na vrata na čeonoj strani kotla. Taj način se obično primjenjuje kod malih i srednjih jedinica;
2. neposrednim uvođenjem, što se postiže odstranjivanjem prednjeg članka kotla. Prednost ovog načina je: povećan presjek za prostrujavanje plinova, i postizanje neposrednog zračenja na ogrjevnu površinu.

   Ovaj način se primjenjuje:

   a) kod velikih jedinica, da bi se izbjegli gubici propuha uslijed prigušivanja na otvorima za vrata;
   b) kod instaliranja novog kotla za sve toplinske učine;
   c) kod niskotlačnih parnih kotlova, uz zahtjev zaštite prostora iznad vodne linije;
3. uvođenjem plinova sagorijevanja odozdo. U tom slučaju plinovi sagorijevanja prolaze kroz raspore roštilja.

Ova predložišta omogućavaju upotrebu lignita različitih kvaliteta i sortimana.

6.1. Potreban propuh

Radi povećanog otpora pri prolazu zraka i dimnih plinova potrebni propuh je kod predložišta nesrazmjerno veći nego kod originalnih ložišta. Stoga se pitanju

propuha mora kod projektiranja i gradnje predložišta, posvetiti posebna pažnja. Iskustvo pokazuje, da su dimenzije dimnjaka i dimovodnih kanala kod postojećih postrojenja često puta nedovoljne, što dovodi do poremećenja pri sagorijevanju.

Da bi se postigao potreban propuh, pri upotrebi predložišta i loženja lignitom, visina dimnjaka treba da iznosi (prema podacima iz prakse):

kod malih učina	do 100.000 kcal/h	od 15 do 20 m
kod srednjih učina	do 300.000 kcal/h	od 20 do 25 m
kod velikih učina	iznad 300.000 kcal/h	iznad 25 m.

U slučajevima kad se pri postojećim prilikama ne može postići propuh, koji uvjetuje pregradnja, treba prijeći na upotrebu umjetnog propuha ugradnjom ekshaustora. On ne mora biti stalno u pogonu, već samo kod forsiranja i početnog rada.

6.2. Veličina roštilja

Niska ogrjevna vrijednost lignita zahtijeva odgovarajuće veću površinu roštilja.

Kao orijentaciono mjerilo za veličine roštilja uzima se često odnos površine roštilja prema ogrjevnoj površini kotla, koji je kod predložišta približno:

za manje jedinice	1 : 15
za veće jedinice	1 : 20

6.3. Toplinski učin i stepen djelovanja postrojenja nakon pregradnje

Toplinski učin predložišta ovisan je od konstrukcije, veličine i načina djelovanja. On može uvelike zavisiti od pogonskih prilika.

Prema podacima proizvođača postiže se u člankastom kotlu sa predložištem, pri upotrebi lignita približno jednak toplinski učin kao u istom kotlu bez predložišta pri upotrebi koksa.

Pod povoljnim propuhom mogu se postići i viši toplinski učini, te nisu rijetki slučajevi, da je u člankastom kotlu sa predložištem postignut toplinski učin 10.000 kcal/m²h pri loženju lignitom.

Kod projektiranja predložišta uzima se isti toplinski učin kao i kod kotlova za koks:

kod toplovodnog grijanja	8.000 kcal/m²h
kod niskotlačnog parnog grijanja	7.000 kcal/m²h.

Prema podacima proizvođača postiže se stepen djelovanja od 70% i više u člankastim kotlovima sa predložištem i koritastim roštiljem, pri sagorijevanju lignita.

7. *Smanjenje potrošnje mrkog ugljena zamjenom sa tekućim gorivom*

Loženju kotlova centralnog grijanja tekućim gorivom pridaje se sve veći značaj u mnogim industrijski razvijenim zemljama. Ta pojava proizlazi iz prednosti, koje tekuća goriva imaju ispred čvrstih goriva. Te prednosti su uglavnom: olakšan transport, jednostavno uskladištenje i dovod do mjesta potrošnje, mogućnost bolje regulacije dovoda goriva, a time i toplinskog učina postrojenja u širokim granicama, te pouzdan i ekonomičan pogon. Regulacija dovoda goriva i cjelokupnog procesa loženja može prema želji biti i automatska, i to od najnižih do najviših toplinskih učina.

7.1. Vrste tekućih goriva i područje primjene

Pod tekućim gorivima, koja dolaze u obzir za loženje, razumijevaju se derivati nafte i ložna ulja.

Nazivi za tekuća goriva su:

a) plinsko ulje,
b) lako ulje (Fuel oil domestique. Franc.),
c) srednje ulje,
d) teško ulje i mazut.

Lako i srednje ulje su mješavine plinskog ulja i mazuta u različitim proporcijama.

Karakteristična svojstva tih goriva data su u tabeli 13.

Tabela 13

Svojstva tekućih goriva	Plinsko ulje	Ložno ulje		
		lako	srednje	teško (mazut)
Specifična težina kod 15 °C	0,82—0,89	0,85—0,88	0,90—0,94	0,94—0,99
Viskozitet, °E (Engler)	kod 20 °C 1,7	kod 20 °C 2	kod 20 °C 6,5	kod 50 °C 2,5—40
Ogrjevna vrijednost *Hu* kcal/kg	10.200	10.100	9.600	9.700 od 9.800

Bitne razlike svojstava pojedinih tekućih goriva izražene su viskozitetom. Upravo ta svojstva određuju način upotrebe pojedinih vrsta ulja. Općenito se može kazati, da mazut i neka srednja ulja zahtijevaju prije upotrebe zagrijavanje u cilju smanjivanja viskoziteta. Temperature zagrijavanja ovisne su o izvedbi uređaja za ubrizgavanje, s obzirom na optimalni viskozitet ulja, koji je potreban za raspršivanje.

Potreba zagrijavanja mazuta iziskuje povišenje troškova instalacije i pogonskih troškova. Sa gledišta tih troškova često se preporuča upotreba tekućih goriva u ovisnosti o toplinskom učinu postrojenja prema podacima u tabeli 14.

Tabela 14

Vrsta goriva	Plinsko i lako ulje	Srednje ulje	Teško ulje (mazut)
toplinski učin (kcal/h)	do 100.000	do 250.000	samo iznad 250.000

Za ubrizgavanje tekućeg goriva u ložište kotlova upotrebljavaju se plamenici sa pripadajućom opremom.

Za loženje kotlova centralnog grijanja primjenjuju se slijedeće vrste plamenika:

1) plamenik niskog i srednjeg pritiska,
2) mehanički plamenik,
3) mehanički plamenik sa centrifugalnim raspršivanjem.

7.2. Pregradnja postojećih kotlova na loženje sa tekućim gorivom

Proces sagorijevanja kod tekućeg goriva zahtijeva dosta velik i relativno dug ložišni prostor. Iz toga slijedi da se kratki kotlovi sa uskim ložišnim prostorom ne će moći pregraditi na loženje uljem. Od po-

stojećih kotlova centralnog grijanja, koji su instalirani u postrojenjima u gradu Zagrebu, i kotlova naše domaće proizvodnje dolaze u obzir za pregradnju slijedeći (vidi tabelu 3 i 4):

1. Člankasti kotlovi građeni za loženje koksom (gornje izgaranje). Kotlovi građeni za loženje mrkim ugljenom (donje izgaranje) imaju iznad roštilja stješnjavanje u obliku nosa, koje sprečava formiranje plamena. Takvi kotlovi ne dolaze u obzir za pregradnju (na pr. *Neo-Vulkan*, Zrenjanin).
2. *T. P. K.*, Zagreb
3. Automatski kotlovi *Grijanje*-Zagreb, *Praga, Ganz,*
4. *Horvat*-Patent, Zagreb.

Kod pregradnje kotla treba uvažiti slijedeće:

1. Vrstu i godinu izgradnje. Kod starijih kotlova, postoji vjerojatnost da su obloženi kotlovskim kamencem. Prije pregradnje treba kamenac temeljito očistiti.
2. Da li odgovara postojeće stanje propuha?
3. Ne smije se ugraditi plamenik većeg kapaciteta nego što je bio normalni toplinski učin originalnog kotla.
4. Površine u ložišnom prostoru, a kod parnog grijanja i površine iznad vodene linije, treba snabdjeti šamotnom oblogom, prema originalnim izvedbama za tekuća goriva.

7.3. Toplinski učin i stepen djelovanja nakon pregradnje

Toplinski učin kotla kreće se u granicama, koje su važile kao optimalne za originalni kotao prije pregradnje i to:

za člankaste kotlove	7.000 — 8.000 kcal/m²h
za čelične kotlove	10.000 — 12.000 kcal/m²h
za kotlove sa automatskim loženjem	10.000 — 16.000 kcal/m²h

Stepen djelovanja postrojenja kod upotrebe dobrih konstrukcija plamenika i pri pravilnom rukovanju postiže se po podacima iz prakse sa oko 75 do 85% (gornja granica se postiže kod automatskih plamenika).

8. *Pregradnja postrojenja centralnog grijanja loženje plinom*

Gotovo sve vrste kotlova centralnog grijanja, koji se mogu pregraditi na tekuća goriva, mogu se pregraditi na loženje plinom, ako im se ugrade podesni plamenici i pripadajuća oprema.

Plamenici mogu biti podešeni tako, da služe za sve vrste plina koje dolaze u obzir, t. j. zemni plin, propan — butan, gradski plin i t. d. Najčešće dolaze u upotrebu plinski plamenici za gradski plin ogrjevne vrijednosti 3200—4000 kcal/m³, te uobičajenog pritiska oko 60 mm V. S. (maks. 180 mm V. S.).

Za visokokvalitetne plinove (propan — butan, zemni plin i t. d.) izvedba plamenika je u principu ista. Razlike postoje u dimenzijama plamenika i sigurnosnim uređajima.

8.1. Odnosi propuha kod pregradnje postrojenja

Za odvođenje dimnih plinova mogu se upotrebiti postojeći dimnjaci. Važno je propuh dimnjaka podesiti do mjere, koja je potrebna da bi se dimni plinovi odvodili bez usporenja. U tu svrhu se najčešće ugrađuje obilazni kanal za odvođenje dimnih plinova, na kojem se preko zasuna i sigurnosne zaklopke može lako podesiti najpovoljniji propuh. Kod novih postrojenja treba analogno postupiti, da bi u slučaju potrebe bio omogućen prijelaz na druge vrste goriva.

Kod pregradnje člankastih kotlova na loženje plinom postiže se toplinski učin od 7000 do 8000 kcal/m²h, po podacima proizvođača. Stepen djelovanja ovisan je o konstrukciji kotla i plamenika, vrsti plina, pravilnom rukovanju i t. d. Po podacima iz prakse postižu se stepeni djelovanja od 75 do 85%.

9. *Ekonomski aspekti pregradnje kotlova*

Rentabilitet pregradnje u cilju zamjene mrkog ugljena drugim gorivima ne može se obuhvatiti jednim ili više realnih odnosa, koji važe za sva goriva i sve veličine postrojenja centralnog grijanja. Osim toga postoji ovisnost od mnogih faktora, koji su velikim dijelom neodređeni kao: stanje postrojenja, povoljnost pojedinih postrojenja za pregradnju, s obzirom na postojeću konstrukciju kotla i mjesne uslove.

Stoga smo odlučili, da na jednom konkretnom primjeru iz prakse provedemo kalkulacije rentabiliteta, uspoređujući troškove prije i poslije pregradnje. Kalkulaciju smo bazirali na odnosu troškova grijanja mrkim ugljenom prema troškovima drugih goriva za koje se predviđa pregradnja.

Troškovi su svedeni na jedan sat grijanja, a na temelju količine topline koja odgovara:

maksimalnoj potrebi od 480.000 kcal/h, a prosječnoj od 240.000 kcal/h.

Kalkulacija je izrađena za pregradnju 3 kotla *Neo Vulkan III* po 39,8 m².

Gorivo prije pregradnje:

Mrki ugljen	$H_u = 4000$ kcal/kg

Gorivo nakon pregradnje:

1. Lignit	$H_u = 2810$ kcal/kg
2. Mazut	$H_u = 9700$ kcal/kg
3. Gradski plin (miješan)	$H_u = 4000$ kcal/m³

Ova kalkulacija je pokazala da su troškovi grijanja (bez investicionog terećenja):

1. sa lignitom (kod pregrađenih kotlova) niži u odnosu na troškove kod nepregrađenih sa mrkim ugljenom za oko 30%
2. sa mazutom za oko 10%.

Troškovi grijanja plinom u pregrađenim kotlovima, po danas važećim cijenama plina, su viši od troškova za mrki ugalj.

Upotreba plina može postati rentabilna tek nakon uvođenja postupka konverzije, s time da se stimula-

MORFOLOGIJA I GEOLOŠKI SASTAV TIHOG KANALA KAO PODLOGA PODMORSKOM ELEKTRIČNOM KABELU

Slobodan Alfirević, Split

Problematika povezivanja otočnog područja podmorskim kabelima na jedinstvenu jugoslavensku elektroenergetsku mrežu iziskuje i naučno ispitivanje morskog dna onih područja koja dolaze u obzir za elektrifikaciju. U tom smislu su vršena istraživanja reljefa i geološkog sastava morskog dna u području Tihog kanala u Hrvatskom Primorju na spojnici Krk (Vošćica) — NW Jadranovo, gdje se predviđa polaganje visokonaponskog kabela 30 kV. Iznose se postignuti rezultati terenskog i laboratorijskog ispitivanja u odnosu na morfološka, geološka i hidrodinamska svojstva istraženog područja, kao i metodika rada.

DK 621.315.28:55

1. *Uvod i metodika rada*

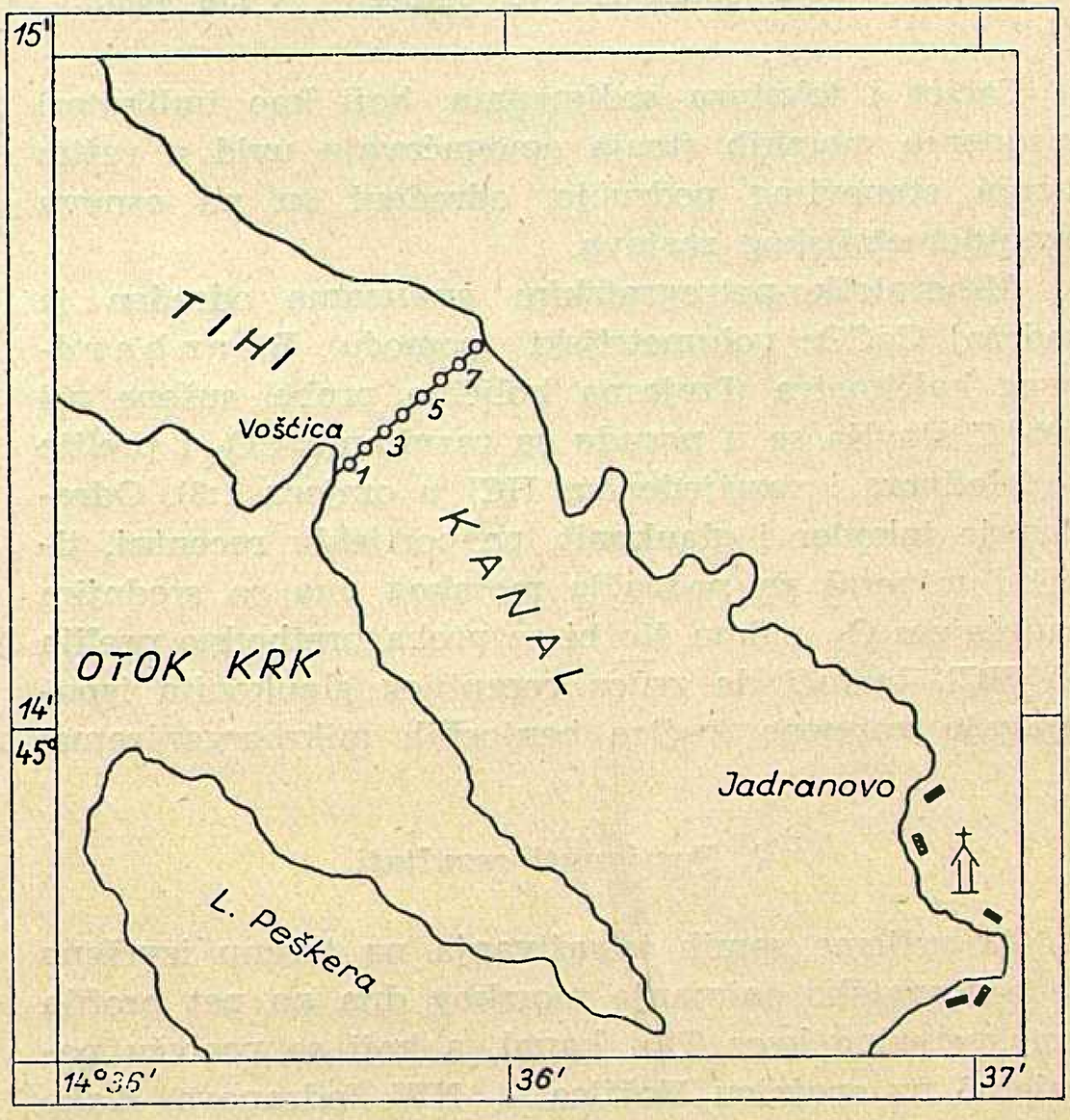
Elektrifikacijom obalnog i otočnog pojasa je predviđeno uključivanje Jadranskog arhipelaga na savezni elektroenergetski sistem. S tim u vezi, pristupilo se je izradi pripremnih radova, kao i izgradnji prenosnih postrojenja za ona neelektrificirana područja, koja još nisu priključena elektroenergetskoj mreži.

U tom smislu se vrše pripremni radovi i u Hrvatskom Primorju, gdje je predviđeno da se, u prvoj etapi elektrifikacije tog područja, poveže Kvarnerska skupina otoka na energetsko postrojenje u Vinodolu. Na taj način bi hidroelektrana Vinodol služila kao napojna točka za potez: Vinodol — Krk — Cres — Lošinj.

Adekvatno postojećim materijalnim sredstvima, predviđeno je da se u prvoj fazi realizacije ove zamisli, otok Krk poveže podmorskim električnim kabelom 30 kV na napojnu točku HE Vinodol. S tim u vezi su izvršena, u mjesecu rujnu prošle godine, ispitivanja geološkog sastava i morfoloških karakteristika reljefa morskog dna u području Tihog kanala na spojnici otok Krk (svjetionik Vošćica) — NW Jadranovo (sl. 1).

Da se ustanove opći uslovi za polaganje podmorskog električnog kabela na interesiranom profilu u odnosu na morfologiju morskog dna i njegov geološki sastav, paralelno sa echografskim snimanjem, uzimani su uzorci marinskih sedimenata zbog potrebnih laboratorijskih analiza.

Potrebna istraživanja su se vršila istraživačkim brodom Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu m/b *Predvodnik*. Echografsko snimanje reljefa morskog dna je vršeno echosounderom, t. j. ultrazvučnim detektorom *Elac-echograph* njemačke proizvodnje (sl. 2). Pomenuti echosounder ugrađen je na istraživačkom brodu, a emitira ultrazvučne valove u obliku stošca u intervalima od jedne sekunde, iscrtavajući u jednoj minuti 4 mm dugački echogram. Metoda rada ovim aparatom pruža direktnu grafičku sliku reljefa



Sl. 1. Profil kroz Tihi kanal.

snimanog područja, i na taj način nam prikazuje autentičnu sliku konfiguracije morskog dna.

Nakon echografskog snimanja i utvrđivanja najpovoljnije morfologije morskog dna, postavljena je serija od 8 plovaka, kao signalnih znakova za postaje, t. j. koordinatama određene fiksne točke, na kojima je, u svrhu uzimanja površinskih marinskih sedimenata, bilo spušteno Petersenovo grabilo (sl. 3). To je aparat sličan žvalama grtalice, koji se putem električnog vitla spušta u more i zahvata točno određenu površinu morskog dna, zarije se u nj, te zatvorivši se automatski, podiže se na palubu, gdje se iz sadržine

---

tivnom politikom cijena saobrazi cijena plina sa cijenama drugih goriva.

Investicioni troškovi za pregradnju kotlova su, međutim, najniži za orijentaciju na plin, a najviši za orijentaciju na lignit. Odnos investicionih troškova: plina : mazuta : lignita je približno 2 : 3 : 7.

Ovi podaci o uporednom rentabilitetu odnose se, kako smo naprijed naveli, na postrojenja većeg učina, a koja u prvom redu dolaze u obzir za ekonomičnu pregradnju, jer na ukupni efekat, koji se želi postići imaju najjači upliv.

Literatura

Trajbar — Lucati, *Korištenje ekonomski povoljnih goriva u centralnom grijanju NRH*, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1956.

Naslov pisca: Ing. Jakob Lucati, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

grabila uzimaju uzorci sedimenata za laboratorijsku obradu.

Granulometrijska obrada sedimenata je laboratorijski ispitana metodom sedimentacije, pomoću koje su uzorci sedimenata razlučeni na pet frakcija, čime je utvrđena fizikalna klasifikacija čestica u sedimentima, prema Gračanin-ovoj skali:

I. frakcija obuhvata čestice < 0,01 mm,
II. frakcija obuhvata čestice 0,01 — 0,05 mm,
III. frakcija obuhvata čestice 0,05 — 0,10 mm,
IV. frakcija obuhvata čestice 0,10 — 2,00 mm.
Osim ovih uzima se u obzir i V. frakcija, t. zv. »skelet«, koja obuhvata sve čestice > 2,00 mm.

Facies i tekstura sedimenata, koji kao indikatori pridnenih morskih struja omogućavaju uvid u režim struja stanovitog područja, određeni su na osnovu granulometrijskog sastava.

Mineraloško-petrografskim analizama određen je sadržaj $CaCO_3$ volumetrijski pomoću Bernhard-ovog kalcimetra (Izvjesna količina probe, sušene pri 105° C stavlja se u posudu za razvijanje CO_2 i prelije se hladnom i razrijeđenom HCl u omjeru 1:3). Određen je također i glaukonit, po porijeklu recentni, tipični mineral za područje morskog dna sa srednjim sadržajem O_2, nakon što bi se proba prethodno prelila sa HCl, budući da zrnca recentnog glaukonita ispunjavaju vapnene kućice bentoskih mikroorganizama.

2. *Postignuti rezultati*

Za vrijeme samih istraživanja na terenu izvršeno je echografsko snimanje morskog dna na pet profila transversalno kroz Tihi kanal, a koji se protežu paralelno uz spojnicu Vošćica — NW Jadranovo. Kako su u ovoj seriji profila bile uočene stanovite morfološke osobitosti, to se je, radi kontrole, snimao i jedan dijagonalni profil kroz Tihi kanal, na spojnici Krk (svjetionik Vošćica) — Jadranovo (pristanište). Terenska i laboratorijska ispitivanja na odabranoj varijanti su pokazala slijedeće rezultate:

1. Odabrani profil proteže se od S strane svjetionika Vošćica na istoimenom rtu otoka Krka do obalne linije u području NW Jadranovo (vidi sl. 1), prema koordinatama, kako slijedi:

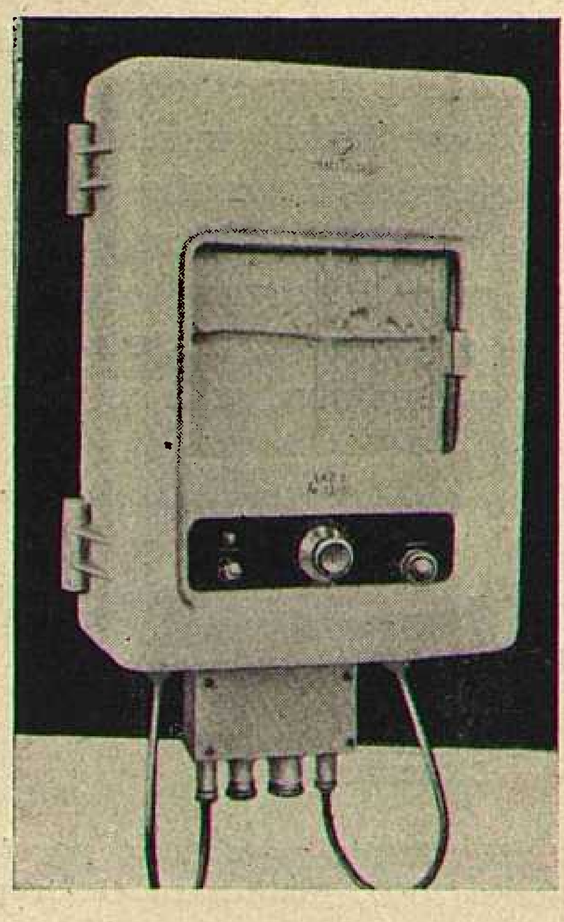
Otok Krk (Vošćica)	45° 14′ 18″	N
	14° 35′ 30″	E
NW Jadranovo	45° 14′ 32″	N
	14° 35′ 48″	E

U vezi odabiranja ovih krajnjih točaka profila, potrebno je istaknuti da one predstavljaju odraz usklađivanja konfiguracije obale otoka Krka i odgovarajućeg područja na kopnu sa morfološkim i geološkim karakteristikama Tihog kanala na istraživanom profilu. Razlog ovome su geodetski istražni radovi, koji su trasirajući kopneni dalekovod do morske obale odredili, na taj način, ishodišnu točku profila NW Jadranovo bez prethodnog konzultiranja podataka o geologiji i morfologiji Tihog kanala na interesiranom području.

Slična situacija, kao i dužina već isporučenog podmorskog kabela su onemogućili širi izbor ishodišne točke profila i na otoku Krku. S tim u vezi je potrebno još jednom naglasiti da je kod trasiranja, odnosno odabiranja profila i njegovih krajnjih točaka, prvi i odlučujući faktor upoznavanje i ispitivanje morfologije i geologije stanovitog areala morskog dna.

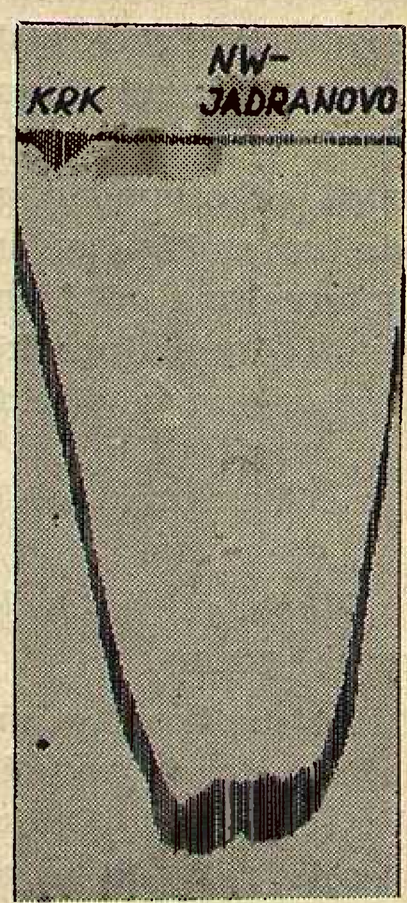
Na ovaj smo problem već jednom upozorili kako je potrebno *da problematiku povezivanja otočnog područja seriozno tretiramo i s aspekta naučnog ispitivanja morskog dna, to jest na način, da određivanju lokacije i trase moraju obavezno prethoditi studiozna istraživanja morfoloških i geoloških karakteristika onih područja, koja dolaze u obzir za elektrifikaciju* (S. Alfirević: *Istraživanja morskog dna u svrhu polaganja visokonaponskih kabela,* Energija 1957, br. 11—12). Sretna je, međutim, okolnost što su postignuti rezultati geoloških i morfoloških istraživanja u Tihom kanalu veoma povoljni, te se rezultati geodetskih istražnih radova na kopnu mogu uzeti u obzir.

Fiksirana ishodišna točka kod rta Vošćica na otoku Krku se nalazi s južne strane zgrade svjetionika. Predstavljena je jednom malom uvalicom uokvirenom sa dva rta (mikroreljefni oblici), koji u pogledu bure, odnosno južnih vjetrova donekle zaštićuju pomenutu uvalicu. Na priobalnom području otoka Krka, uz sam prilaz rtu Vošćica, nalazi se porazbacano alohtono kamenje sekundarno naneseno, uslijed abrazionog djelovanja mora. Na kopnu, u području NW Jadranovo, ishodišna točka se nalazi pedesetak metara južno od telefonske kabelske kućice, ispod jedne uzdužne zavinute kamene ploče. Pomenute ishodišne točke na jednom i na



Sl. 2. Ultrazvučni detektor.

Sl. 3. Petersenovo grabilo



Sl. 4. Echogram Tihog kanala (originalna veličina).

drugom kraju profila su označene vidljivim mikrolokacijama, budući da, izuzev zgradu svjetionika na rtu Vošćica, ne postoje, naročito u području NW Jadranovo, nikakve markantne oznake.

2. Dužina odabranog profila po specijal-karti mjerila 1 : 80.000 iznosi 480 metara. Radi dobivanja točnih podataka o dužini kabela napetog po dnu, vršilo se je ručno mjerenje dužine profila po morskom dnu pomoću specijalnog ribarskog užeta »arganela«, opterećenog olovnim prstenastim utezima. Nakon izvršenog mjerenja, ovi prstenasti utezi su bili zamazani nanosom dna, što potvrđuje da je mjerenje izvršeno pravilno. Stvarna dužina profila, mjerena po morskom dnu ovom metodom, iznosi 560 metara.

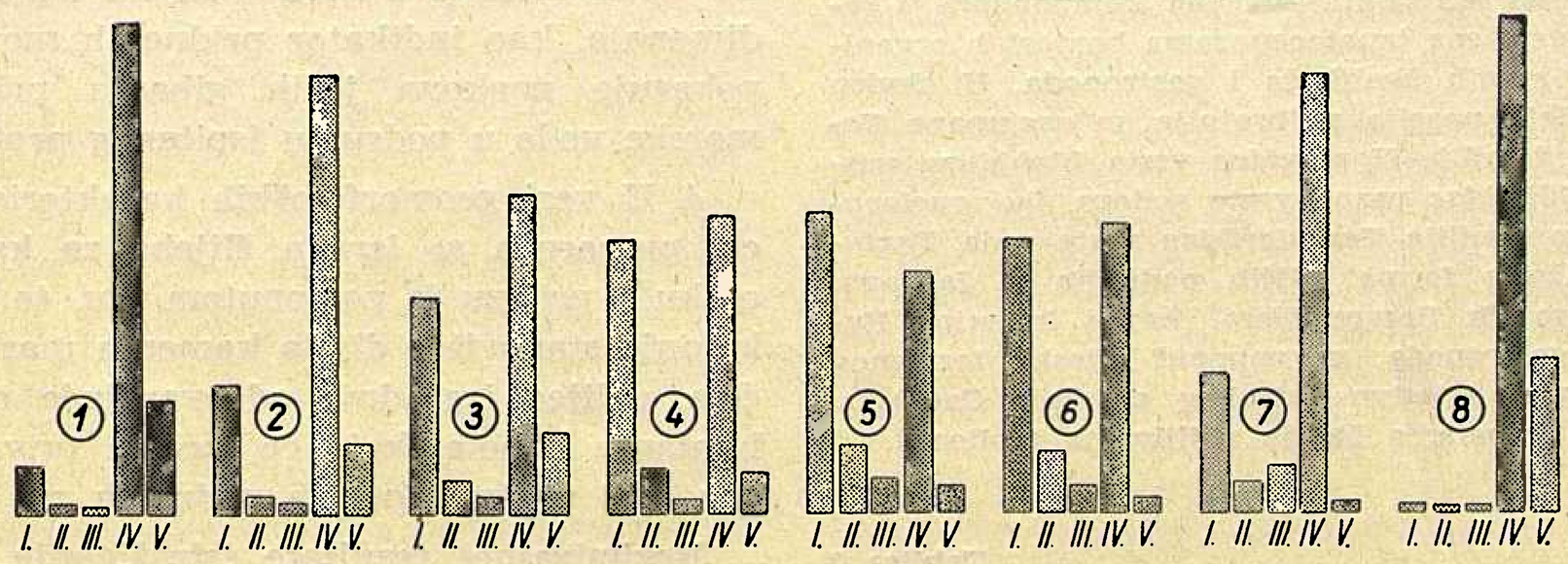
3. Morfološke karakteristike Tihog kanala pod interesiranim profilom su vidljive na predočenom echogramu (sl. 4). Na osnovu obrade morfološke građe, koju pokazuje echografski snimak odabrane varijante, može se zaključiti da je reljef morskog dna na ovom području bez ikakvih morfoloških osobitosti. Primarna morfološka građa istraženog područja je predstavljena u formi jedne pravilne sinklinale, u kojoj su recentni marinski sedimenti poprimili oblik svoje kamene podloge. Krakovi sinklinale vrlo pravilno padaju prema sredini kanala do dubine od 55 metara, gdje nalazimo ravno morsko dno koje zauzima nešto više od jedne trećine kanala pod interesiranim profilom. Prema tome i maksimalna dubina Tihog kanala na istraživanom području iznosi 55 metara.

Granulometrijski sastav sedimenata (%) Tablica 1

Broj postaje	V. frakcija više od 2 mm	IV. frakcija 2 do 0,1 mm	III. frakcija 0,1 do 0,5 mm	II. frakcija 0,05 do 0,01 mm	I. frakcija manje od 0,01 mm
1	17,04	73,84	0,76	1,28	7,08
2	10,42	65,92	1,65	2,75	19,26
3	12,19	47,77	2,39	4,96	32,69
4	5,88	44,72	2,24	6,34	40,82
5	3,76	36,53	4,80	9,39	45,52
6	2,41	43,55	3,97	8,94	41,13
7	1,35	66,20	6,85	4,71	20,89
8	23,04	74,72	0,56	0,56	1,12

Tablica 2

Broj postaje	teksturna oznaka
1	pijesak
2	glinasto-ilovasti pijesak
3	glinasti pijesak
4	glinasta ilovača
5	glinasta ilovača
6	glinasta ilovača
7	glinasto-ilovasti pijesak
8	pijesak



Sl. 5. Grafički prikaz teksture sedimenata Tihog kanala.

Ova predložena varijanta, upravo po svojoj pravilnoj morfologiji morskog dna, predstavlja veoma povoljno rješenje, s obzirom da su eksperimentalna echografska snimanja ostalih pet profila (transversalno i dijagonalno) u Tihom kanalu pokazivala izvjesna minimalna odstupanja i nepravilnosti u odnosu na konfiguraciju i morfološke osobitosti morskog dna.

4. Da se ustanove opće karakteristike marinskih sedimenata u Tihom kanalu, uzimani su na pomenutom profilu njihovi uzorci Petersenovim grabilom na mjestima gdje su bili postavljeni signalni plovci kao oznake za postaje. Rad Petersenovim grabilom se je odvijao na ukupno 8 postaja, to jest na postajama br. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8 (vidi sl. 1). Ispitan je granulometrijski sastav sedimenata na svim postajama, te su dobiveni rezultati, koji su vidljivi u tablici 1.

5. Grafički prikaz teksture sedimenata (sl. 5) pokazuje da su sedimenti Tihog kanala veoma pravilno podvrgnuti osnovnim uvjetima sedimentacije. Pravilan slijed pojedinih faciesa je adekvatan opadanju veličine čestica prema dubini, kao što se vidi iz pregleda teksturnih oznaka za sedimente Tihog kanala (tablica 2).

Iz tablice 2 se vidi, da u priobalnom području otoka Krka i kopna dominiraju sedimenti zastupani rastresitim materijalom, dok je centralni dio sinklinale prekriven finim sagom sedimenata žilave prirode. S tim u vezi, prevladavanje čestica IV. i V. frakcije koje se ispoljava na priobalnim postajama je odraz neposredne blizine obale, dakle utjecaja kopna i abrazionog djelovanja mora, što nije slučaj za središnje postaje br. 4, 5 i 6 gdje nalazimo sasvim drukčiju situaciju.

Na ovim postajama je I. frakcija najjače zastupana, te svojim prisustvom i uvjetuje glinasto-ilovasti facies sedimenata centralnog dijela Tihog kanala, gdje su, za razliku od priobalnog pojasa, čestice IV. i V. frakcije zastupane u neznatnoj mjeri. Upravo glinasta ilovača, koja se javlja na centralnim postajama istraživanog profila, upućuje na neznatno kretanje pridnenih slojeva morske vode, bez obzira na ekstremna hidrodinamska gibanja površinske vode, koja su izazvana vjetrovima i koja, sudeći po teksturi sedimenata, nemaju svoga utjecaja ni odraza na morskom dnu. Čestice V. frakcije, koje se manje više javljaju u talozima svih ispitanih postaja, prema kvalitativnim analizama, ne predstavljaju u tolikoj mjeri odraz pomenutih hidrodinamskih procesa u kanalu, te je njihovo prisustvo izazvano krhotinama i ljušturama raznih bentoskih organizama, koji na većini postaja ovog profila tvore »bruchschill« sedimente.

6. Rastresita konsistencija taloga na postajama priobalnog područja otoka Krka i kopna na liniji istraživanog profila je poslužila kao supstrat za optimalni razvoj nekih predstavnika podmorske vegetacije. Tako na primjer na postaji br. 1 je potpuno formirana vegetacija morskih alga sa glavnim predstavnikom *Cystoseira adriatica* iz skupine *Phaeophyceae* (smeđe alge), na kojoj kao epifiti još dolaze slijedeće vrste:

Phaeophyceae (smeđe alge) — *Dyctiota linearis**

Rhodophyceae (crvene alge), *Peyssonnelia rubra, Laurentia obtusa, Polysiphonia fruticulosa, Polysiphonia subulifera, Vidalia volubilis, Rodriguezella pennata*

Chlorophyceae (zelene alge) — *Valonia utricularis*

* Morske alge je determinirao dr. A. Ercegović iz Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, na čemu mu autor najljepše zahvaljuje.

Navedeni predstavnici fitobentosa (podmorske vegetacije) trebaju za svoje stanište područje gdje izostaje intenzivno mlatanje mora, te se obično nalaze na rahlijem dnu i na ovećim komadima kamenja.

Na postaji br. 8 nalazimo također predstavnike fitobentosa i to:

Phaeophyceae (smeđe alge) – *Fucus virsoides*
– *Cystoseira barbata*

Ove vrste dolaze u zoni plime i oseke u područjima, koja su zaštićena od intenzivne dinamike vodenih masa. Uzimajući navedene morske alge kao biološke indikatore za područja morskog dna gdje nema jačeg gibanja morske vode, možemo prema tome i po ovim predstavnicima podmorske vegetacije zaključiti da u priobalnom području otoka Krka i u području NW Jadranovo nema intenzivnijih hidrodinamskih procesa.

7. U odnosu na genezu sedimenata na istraživanom profilu u Tihom kanalu, konstatirano je da u njihovoj tvorbi sudjeluju otprilike u istom odnosu terigene i biogene komponente. Od terigenih komponenata se javljaju vapnena zrna terigenog porijekla koja su na profilu dominantna, za razliku od SiO_2 (kremen) zrna, koja nastupaju u znatno manjoj mjeri. Prilikom mineraloško-petrografske analize sedimenata uočen je i glaukonit, tipični mineral za područja koja su srednje provjetrena, dakle sa srednjim sadržajem kisika. Vapneni elementi t. zv. skeleta (> 2 mm) ne prelaze mjeru od 20 mm, dok se uz samu obalu nalazi alohtono kamenje većih dimenzija, koje je potrebno odstraniti. Biogena komponenta u sedimentima je predstavljena tanatocenozama bentoskih organizama, prvenstveno raznih školjkaša i gastropoda. U okviru ovih mikrofaunističkih naselja najbrojnije su zastupane Foraminifere i to: iz familije *Nonionidae* vrsta *Elphidum crispum,* iz familije *Miliolidae* razne vrste rodova *Quinqueloculina* i *Miliola,* te iz familije *Textulariidae* vrste roda *Textularia,* kao najtipičnije forme plićih područja u Jadranu. Vapnene kućice brojnih Foraminifera, kao i krhotine ljuštura školjkaša i gastropoda, uz vapneni pijesak terigenog porijekla su razlogom relativno visokog sadržaja $CaCO_3$ u sedimentima Tihog kanala, a što je vidljivo iz tablice 3.

Tablica 3

Broj postaje	% $CaCO_3$	Broj postaje	% $CaCO_3$
1	56,01	5	45,76
2	59,38	6	47,23
3	57,51	7	58,77
4	52,42	8	81,81

Kod analiza nije uzeta u obzir V. frakcija.

Kao što se iz tablice 3 vidi, sadržaj $CaCO_3$ je otprilike ravnomjerno raspoređen u sedimentima Tihog kanala, sa izuzetkom postaja centralnog dijela (postaje br. 4, 5 i 6), kao i postaje br. 8. Mogla bi se ovdje uočiti stanovita veza između blizine obale i sadržajnih vrijednosti $CaCO_3$ na ovim postajama, te bi na taj način nešto niže vrijednosti u sadržaju $CaCO_3$ u centralnom dijelu Tihog kanala povezali sa najnižim vrijednostima IV. frakcije u tom dijelu profila, dok se u priobalnom području NW Jadranovo, kod postaje br. 8 javlja najviša vrijednost za čestice IV. frakcije. Iz ovoga slijedi da veličina pojedinih čestica, u ovom slučaju vapnenih, osim što utječe na teksturu sedimenata, također imade odraza i na sadržaj $CaCO_3$ u sedimentima.

3. *Zaključak*

Na osnovu izvršenih istraživanja morfoloških i geoloških karakteristika marinskih sedimenata Tihog kanala, kako na terenu, tako i u laboratoriju, mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Morfološka građa reljefa morskog dna pod odabranim profilom predstavlja veoma pravilnu sinklinalu, te je bez ikakvih morfoloških nepravilnosti i osobitosti. Kao takova, vrlo je povoljna za polaganje podmorskog električnog kabela.

2. Granulometrijski sastav i tekstura sedimenata pokazuju veoma pravilan tok procesa sedimentacije, koji je podvrgnut osnovnim elementima, to jest udaljenosti od obale i dubini. S tim u vezi, priobalna područja profila su prekrivena rastresitim vapnenim sedimentima pješčanog faciesa, dok je centralni dio kanala ispunjen žilavim sedimentima ilovasto-glinastog faciesa. Ovi faciesi mogu odlično poslužiti kao podloga kabelu, budući da se pretpostavlja, na osnovu ispitanog granulometrijskog sastava i teksture sedimenata, da će se podmorski električni kabel, uslijed vlastite težine, užlijebiti u svoju pješčano-muljevitu podlogu.

3. Hidrodinamske prilike znaju katkada u ovom kanalu biti vrlo intenzivne, naročito uslijed bure, koja duva vanredno žestoko, na mahove, iz raznih pravaca, a naročito iz pravca N; jugo također stvara znatne valove, pojačavajući morsku struju, koja može postići brzinu i do 3 čvora. Međutim, pomenuta hidrodinamska obilježja Tihog kanala nemaju dovoljnog učinka na samo morsko dno, budući da ispitna tekstura sedimenata, kao indikator pridnenih morskih struja, ne pokazuje znakova jačih gibanja pridnenih slojeva morske vode u području ispitanog profila.

4. U vezi geomorfoloških karakteristika rta Vošćica, preporuča se izrada žlijeba za kabel na samom otoku i prilazu k pomenutom rtu, te s tim u vezi i kidanje stanovitog dijela kamenih masiva na rtu Vošćica, uslijed izgradnje odgovarajuće naprave za prihvatanje kabela, koja će, prema privremenom rješenju, biti postavljena na području rta Vošćica.

Rezimirajući rezultate istraživanja, može se konstatirati da morfologija i geološki sastav Tihog kanala na ispitanom području predstavljaju povoljnu podlogu podmorskom električnom kabelu.

Literatura

Alfirević S.: *Istraživanje morskog dna u svrhu polaganja visokonaponskih kabela* – Travaux de reconnaissance du fond de mer en vue de pose des câbles sous-marins a H. T., Energija 6 (1957), br. 11–12, Zagreb.

Alfirević S.: *Marinsko-geološka istraživanja Jadrana,* Referat na II. kongresu geologa FNRJ, Sarajevo 1957.

Brady H. B.: *Report on the Foraminifera dregded by H. M. S. »Challenger« during the years 1873–1876, »Challenger« Exped. 1873–1876.,* Rept. Zool Vol. 9, pt. 22, pp. 1–814, tab. 1–115, London 1884.

Cushman J. A.: *Foraminifera, Their classification and economic use,* Cambridge, Massachusetts, 1950.

Gračanin M.: *Mali pedološki praktikum,* Zagreb, 1945.

Gračanin M.: *Pedologija,* II. dio – fiziografija tala, Zagreb, 1947.

Klenova M. V.: *Geologija morja,* Učpedgiz, Moskva 1948.

Pratje O.: *Gewinnung und Untersuchung der Meeresgrundproben. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden herausgegeben von Prof. Emil* Abderhalden, Berlin–Wien, 1938.

Peljar po Jadranu, Hidrografski Institut R. M., Split 1952.

Stručni elaborat o marinsko-geološkim istražnim radovima u Tihom kanalu, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split 1958.

Naslov pisca: Prof. Slobodan Alfirević, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split.

KONSTRUKCIJA I POGON PARNIH KOTLOVA RAZMATRANI S OBZIROM NA SIGURNOST, POGONSKU SPREMNOST I EKONOMIJU

Slavko Jenik, Zagreb

Članak obrađuje područje parnih kotlova u eksploataciji. Date su smjernice za sprečavanje i uklanjanje pogonskih smetnji, pravilno rukovanje i za ekonomično trošenje goriva. Posebna se pažnja pridaje kvaliteti kotlovske vode i njenom uplivu na sigurnost i ekonomiju pogona.*

DK 621.18.002.2

UTJECAJ MATERIJALA, KONSTRUKCIJE I IZVEDBE NA SIGURAN RAD KOTLA

Za kotlogradnju materijali su određeni tehničkim propisima kao i normama. U našoj zemlji kotlovski materijali propisani su Jugoslavenskim standardom (JUS-C.B4.04) i to 9 vrsta. Tu je određen njihov sastav, mehanička svojstva, te načini njihovog ispitivanja i provjeravanja osobina. Putem ovih ispitivanja nastoji se postići, da se materijali proizvedeni griješkama ne bi upotrebili za gradnju kotla. Ali unatoč brižljivih ispitivanja i uklanjanja griješaka kod same proizvodnje, mogu ostati u materijalu skrivene razne griješke, koje se pojave tokom vremena i djelovanjem samog pogona.

Kod limova kotlovskih bubnjeva nastupaju razmjerno rijetka oštećenja koja bi proistjecala isključivo od griješaka sadržanih u materijalu i koje bi propisanu i proračunatu sigurnost smanjile. Također se kod limova mogu lakše uočiti ove griješke, negoli kod cijevi ili komora. Unatoč toga dolazi od slučaja do slučaja i tokom vremena do takvih pojava. Bilo je slučajeva kod plamenocijevnih kotlova, da je zamoreni materijal poprečno po obodu kotla bio čitav napuknut. Kod jednog bubnja vodocijevnog kotla od 260 m^2 ogrjevne površine i 12 atp, bubanj je kod pokusa sa vodenim pritiskom na spoju trećeg prstena pored zakovičnih rupa napuknuo. Ispitivanja materijala su ustanovila da je kod ovog spoja materijal imao velik sadržaj sumpora i fosfora s jakom pojavom izlučivanja raznih sastojaka u trupcu (ingotu). Materijal je bio ispostavljen prema normama i tim uslovima je odgovarao. U jednom drugom slučaju pokazala su se propuštanja na ploči plašta i kod ispitivanja je ustanovljeno da je materijal u tom dijelu bio dvoplosan. Griješka se je u ovom slučaju pokazala nakon 20 godina pogona. Loše termičke obrade savijenog ruba podnica mogu s vremenom prouzrokovati napuknuća ili vrlo brza izjedanja na tim mjestima. Dvoplosnost jednog lima kotla otkrila se je tek kada je pažljivo ispitivana površina rupe probušena za zakovički šav.

Unatoč takovih pojava, na limovima za bubnjeve srazmjerno su rijetke i općenito lako uočljive griješke. Međutim, to nije slučaj kod vodogrijevnih i pregrijačevih cijevi. Kod cijevi se uzimaju samo ogledne probe i ovdje je moguće više negoli u prvom slučaju u kotao ugraditi cijev sa sadržanom griješkom, koja je bila teže uočljiva negoli kod limova. Prije ugradnje cijevi se gotovo uvijek probaju na znatno veći pritisak, ali iskustvo je pokazalo da se kod toga tlaka griješke (risevi) teško pokazuju. Većinom se griješke na stijenkama cijevi pokazuju nakon kratkog pogona.

Svako prsnuće cijevi u kotlu je veoma neugodno i može prouzrokovati znatna oštećenja. Dok se je prsnuće cijevi u kotlu loženom ugljenom prašinom pokazalo dosta bezazleno, kod kotlova sa roštiljima bilo je i smrtnih slučajeva.

Već u prizvodnji bešavnih kotlovnih cijevi propisane su norme za materijal, tehnološki postupak, otklanjanje slabih krajeva trupca, kontrole i ispitivanja kako bi proizvodi sa uočljivim griješkama bili odbačeni ili upotrebljeni za druge svrhe. Unatoč toga bilo je slučajeva, gdje su vodogrijevne kao i pregrijačeve cijevi u pogonu napukle, bilo da su na tim mjestima imale veći sadržaj sumpora i fosfora od propisanog, ili da su na tim mjestima bili u proizvodnji osnovnog materijala izlučeni razni škodljivi sastojci.

Kod konstruiranja parnog kotla mora se u prvom redu udovoljiti propisima o čvrstoći i kotao dimenzionirati za određeni tlak i kapacitet. Treba nadalje voditi računa i o veoma važnim napetostima koje nastaju u materijalu uslijed nejednolikih toplinskih rastezanja, te naprezanja uslijed »disanja« kotla radi mijenjanja tlaka, cirkulacije vode u kotlu, zatim uslijed naprezanja prouzrokovanih težinom dijelova kotla i vode, netočno izvedenih kružnih oblika kotlovskih dijelova kao i naprezanja koja su nastala već kod same proizvodnje (zakivanjem, uvaljivanjem i podbijanjem, varenjem, savijanjem i t. d.). Konačno ne smije se zaboraviti i na to da se osobine materijala nakon izrade kotla mjestimično izmijene toliko, da su one vrlo različite od onih koje su bile utvrđene kod preuzimanja materijala.

Veoma značajne griješke kod izvedbe kotla mogu nastati kod oblikovanja pojedinih dijelova kotla na hladno ili grijanjem, kod zakivanja bilo ručnog ili strojnog, te kod autogenog ili električnog zavarivanja, koje se u najvećoj mjeri primjenjuje kod kotlogradnje. Oblikovanje kotlovskih cijevi kao i samo uvaljivanje kod nestručne izvedbe može također u pogonu prouzrokovati vrlo brza oštećenja.

Za sve ove veoma osjetljive radnje naši novi tehnički propisi predviđaju potrebne postupke kontrole bilo samih izvedenih radova ili ljudstva koje te radove vrši. Tako se na primjer za zavarivanje šavova propisuje vrsta elektrode, postupak zavarivanja, sposobnost i kontrola zavarivača, te konačno kontrola izvedenih šavova na mehanička i metalografska svojstva, kontrola rentgenom, ultrazvukom i konačno izotopom.

* Referat sa savjetovanja o toplinskoj ekonomiji u Zagrebu, Rijeci, Splitu, Karlovcu, Sisku i Osijeku 1958.

UTJECAJ POJNE VODE NA PARNE KOTLOVE

Pokazalo se je da pojna voda u mnogobrojnim slučajevima prouzrokuje ne samo toplinske gubitke u proizvodnji pare nego prouzrokuje i veoma neugodne i skupocjene pogonske smetnje, česta stajanja kao i čišćenja kotla. Nadalje voda ima veoma veliki utjecaj na trajanje jednog kotla kao i na otpornost kotlovnog materijala, tako da konačno dolazi u pitanje pogonska sigurnost kotlovskog postrojenja kod upotrebe neprikladne vode. To se naročito očituje kod kotlova s visokim i onih sa najvišim pritiscima. Mnogobrojne pogonske neprilike i eksplozije nastale su uslijed nikakove ili nedovoljne pripreme pojne vode.

Voda je za kotao opasna radi toga što stvara naslage kamenca, taloga, uslijed sadržaja ulja i sličnih primjesa, te radi sadržina koje prouzrokuju korozije. Sve ovo nastaje ako voda sadrži soli, lužine, plinove i razne organske tvari. Konačno tu spadaju i kvarovi koji nastaju uslijed korozija prouzrokovanih radi zamorenosti materijala izazvanih većinom % natrijeve lužine u kotlovnoj vodi.

Općenito se razlikuju dva osnovna, jedan od drugog različita utjecaja vode:

1. Stvaranje kotlovskog kamenca i mulja što prouzrokuje sadržaj na solima u pojnoj vodi.

2. Pojava nagrizavanja i napuknuća kotlovskog materijala prouzrokovana u prvom redu radi sadržanih plinova u pojnoj vodi.

a) Opasnost za parni kotao od kamenca i mulja

Radi naslage kamenca i mulja na ogrjevnoj površini prijelaz topline na isparavajuću vodu osjetljivo se smanjuje, a uslijed toga nastupit će i jako izolirajuće djelovanje kotlovca. Kroz to će se stepeni djelovanja i proizvodnja kotla smanjiti a time količina goriva značajno povisiti. Nadalje, pogonska sigurnost se smanjuje, jer se metalna ogrjevna površina radi lošeg vođenja topline visoko ugrijava i to ima za posljedicu ispupčenja, napuknuća, a radi prouzrokovanih teških okolnosti pogonske smetnje i eksplozije. Naročito su opasne nesrazmjerne naslage kamenaca, koje kod jakih promjena opterećenja i nedovoljne cirkulacije vode mogu prouzrokovati štetna temperaturna naprezanja u kotlovnom materijalu.

Talogom može se vrlo lako zatvoriti ventil za odmuljivanje, a radi zgušćavanja kotlovne vode dolazi do povećanja sadržaja soli, što prouzrokuje pjenjenje odnosno kipljenje vode u kotlu. Uslijed toga dolaze sa parom i veće količine vode u pregrijač i parne vodove, što prouzrokuje slabo brtvljenje na zaklopcima i izgaranje pregrijača pare, a može doći i do udara vode u parnom vodu.

Naročito je opasna naslaga silikatnog kamenca. Kod dijelova velikog toplinskog učina (vodogrijevnih cijevi, cijevi ekrana) 1 mm debljine ovakovog kamenca je već opasan. Ispitivanja su pokazala da vodljivost kamenca, koji sadrži samo 3,5—15,0% Si O_2, iznosi samo 0,7—0,8 kcal/m² h°C. Kod visokotlačnih kotlova velikog toplinskog učina ne smije se prijeći 0,5 mm silikatnog kamenca, jer nastupaju nedozvoljene visoke temperature stijena cijevi.

Kod naših pogona bilo je mnogobrojnih slučajeva kod kojih su radi nedozvoljene velike naslage kamenca nastale deformacije ili napuknuća plamenica ili vodogrijevnih cijevi. Nastala su oštećenja i radi toga što je kamenac ili mulj zatvorio priključak napojne glave, ili priključke vodokaza što je prouzrokovalo pokazivanje lažnog vodostaja dok kotao u stvari nije imao vode. Takovi se slučajevi događaju vrlo često pa i u posljednje vrijeme.

b. Nagrizavanje

Ugljična kiselina i kisik u vodi, koncentracija vodikovih iona — pH vrijednost.

Ugljična kiselina — CO_2 kao i kisik — O_2, a naročito oba plina zajedno mogu prouzrokovati značajne korozije u kotlu, ekonomajzeru i napojnim vodovima. Ovo naročito dolazi do izražaja kada je kotao napajan vrlo mekanom vodom ili kondenzatom i kada je ogrjevna površina čista. Kemijski čista voda ima općenito i bez prisutnosti plinova, kao što su ugljična kiselina i kisik, izvjesnu sposobnost djelovanja na željezo (rastvaranja). Za ovo djelovanje je mjerodavna koncentracija vodikovih iona, koja se redovno bilježi izrazom pH-vrijednost. Neutralna voda ima pH vrijednost 7. Kisela voda ima nižu, a alkalična višu vrijednost pH. Ionizacija kemijski čiste vode uspinje se (raste) sa rastućom temperaturom. Preko 300° C kemijska čista voda ima jako korozivno djelovanje.

Preporuča se u vodi držati jedan određeni alkalitet čija, nazovimo je, zaštitna vrijednost iznosi pH = 9,6. Smatra se da je u kotlovnoj vodi svrsishodno držati alkalitet, koji odgovara natrijevoj lužini (Na OH) 200—400 mg/l, odnosno 1850 mg/l sode (Na_2CO_3). Ako oba sastojka u vodi postoje tada se svedeno na ukupni alkalitet prema izrazu $\frac{\text{soda } (Na_2CO_3)}{4,5}$ + NaOH u mg/l označava kao natronski broj — zaštitni broj.

Koliku ćemo povoljnu vrijednost natronskog broja držati, a da se izbjegnu nagrizanja, ovisi o pritisku, vrsti kotla i opterećenju kotla. Na potrebnoj visini možemo držati natronski broj, uz pretpostavku da je mekšanje vode ispravno, kontrolom gustoće vode u stupnjevima Bè, odnosno odmuljivanjem. Vrijednosti natronskog broja dat ćemo na kraju ovog dijela.

Slobodna ugljična kiselina (CO_2) te kisik (O_2) veoma korozivno djeluju na limove. Ispitivanjem se je pokazalo da su rastućim kotlovskim pritiskom CO_2, kao i kisik, opasniji. To proizlazi iz toga što su sa povišenom temperaturom agresivniji, a osim toga kotlovi visokog pritiska imaju veoma čiste površine i vodu sa manjim sadržajem soli. Radi toga i njihov sadržaj kod kotlova većih pritisaka mora biti manji: CO_2 1 mg/l, a O_2 0,005 mg/l. Može se reći da kod visokih pritisaka nema donje granice kod koje ne bi oštećenja nastupila, svaki sadržaj kisika djeluje korozivno i samo je pitanje vremena i količine kada će značajne korozije nastupiti.

Kod visokih pritisaka je stoga otplinjač (uređaj za odvod plinova) svakako potreban, jer kod ovakovih kotlova sadržaj kisika u pojnoj vodi viši od nešto 0,1 mg/l već štetno djeluje, a naročito ako je ogrjevna

površina potpuno slobodna od naslaga. Radi toga se takova voda otplinjuje potpuno.

Ovdje ću samo napomenuti da otplinjavanje vode može biti:

a) mehaničko, b) termičko i c) kemijsko.

Najbolji termički otplinjač pojne vode je kaskadni otplinjač kod kojega para i voda teku u protivnom smjeru. Voda je kod ovog otplinjača vođena preko ravnih ili spiralnih limova. Voda se raspodjeljuje u tankim slojevima preko kaskadnih limova i teče u finom mlazu prema kraju na slijedeći lim. Para ugrijava vodu i postepeno kondenzira. Oslobođeni plinovi vuku se prema gore i tamo se otpuštaju. Napomenuti je, da pojava nagrizavanja i napuknuća na kotlovskom materijalu ne prouzrokuje toplinske gubitke, jer prijelaz topline od dimnih plinova na vodu nije smanjen, ali se smanjuje otpornost (jakost) i trajanje kotla. Naročito su opasna napuknuća kod zakovičnih spojeva.

c. Para i zaprljanje pojne vode uljem

Zaprljana voda uljem je za pogon parnih kotlova vrlo opasna, jer izaziva nagrizanje u kotlu i kotlovnu ogrjevnu površinu pokriva jakom izolirajućom korom (naslagom), a kao posljedica toga je sprečavanje prijelaza topline, ispupčenja i napuknuća slično kao kod kamenca sa velikim sadržajem siliciuma. Toplinska vodljivost ulja je veoma mala i iznosi 0,1 kcal/m^{2}h^0 C, ona je 1/20 vodljivosti običnog kamenca. Uljna naslaga od 0,1 mm odgovara dakle naslagi kamenca od 2 mm. Još neugodnije posljedice prouzrokuju se u pogonu kotla, ako osim ulja ima još u vodi tvari koje tvore kamenac. Tada ulje i mulj kalcija tvore jednu ljepljivu masu koja, kada se nalijepi na dijelove ogrjevne površine, na tim mjestima još jače smanjuje prijelaz topline od samog ulja ili samog kamenca. Odstranjivanje ostataka ulja iz upotrebljenog kondenzata strojeva bezuvjetno je potrebno, kako bi izbjegli veća oštećenja na kotlu, a i toplinske gubitke.

Odvodi pare i kondenzata iz stapnih parnih strojeva sadržavaju izvjesnu količinu ulja, a i kondenzat parnih turbina nije uvijek potpuno čist od ulja. Radi toga je svrsishodno, gdje se kondenzat strojeva ponovo vodi u kotao, vodu od vremena do vremena ispitati o sadržaju ulja i ako je potrebno ugraditi odstranjivač ulja bilo mehanički, kemijski ili elektrolitički.

d. Posebno

Naročito je važno izvršiti besprijekornu pripremu vode kod kotlova visokog učina i visokih pritisaka. Ugradnjom ogrjevne površine (označeni kotlovi — ekrani) neposredno u usijanom ložišnom prostoru naročito se je povisio specifični učin kotla. Preuzimanje topline ovog označenog dijela ogrjevne površine znatno je veće negoli kod kotlova starije izvedbe, a posljedica toga je i jače naprezanje materijala.

Ako u ovim cijevima nastane kamenac ili nastupe pojave nagrizanja, već nakon kratkog vremena pojavit će se ozbiljna neizbježna oštećenja. Nadalje treba imati na umu da je kod ovakovih cijevnih kotlova sa velikim učinom, sa savijenim cijevima, odstranjivanje kamenca ili soli iz cijevi zamršeno i teško, a često i nemoguće. Konačno mogu fine čestice soli sa parom doći u pregrijač, cjevovodima u parnu turbinu i tamo prouzrokovati smetnje i uništavanja. Naposljetku treba napomenuti da su kotlovni dijelovi jače napadnuti od soli i plinova u kotlovnoj vodi, što je pogonski pritisak veći.

e. Smjernice za napojnu vodu

Prema sadašnjem stanju tehnike moguće je svaku vodu omekšati, t. j. očistiti je od sadržaja soli i plinova i učiniti je upotrebljivom za napajanje parnih kotlova. Koji način omekšavanja će se upotrebiti ovisi o vrsti vode kao i o pogonsko-kotlovskim osobinama (vrsta kotla, specifično opterećenje, ispiranje, pritisak i temperatura koji vladaju u kotlu). Za postizavanje nesmetanog pogona postavlja se uslov da se u svakom slučaju provodi točan nadzor za mekšanje i da se stalno ispituje sirova, pojna i kotlovna voda.

Tablica 1

Kotlovski pritisak u pogonu a tp	Za sisteme kotlova	Tvrdoća d^0 njemač. stepeni	Ulje mg/l	Slobodna CO_2 mg/l	O_2 mg/l	SiO_2 mg/l	Vanjska karakteristika
Manje od 20	1. Sa velikim vodenim prostorom, sa plamenim cijevima, baterijske, s dimnim cijevima	< 8	< 5	< 20	< 0,5	< 20	Providna, bezbojna, slobodna od lakih i teških dispersoida
	2. S vodenim cijevima s normalnim isparenjem, bez ekrana	1,0					
20	Kotlovi sa vodenim cijevima i ozračeni kotlovi s povećanim velikim i najvećim isparenjem	< 0,15	< 3	< 10	< 0,3	< 10	Providna, bezbojna, slobodna od lakih i teških dispersoida
40			< 2		< 0,01		
64		< 0,1			< 0,05		
80			< 1		< 0,05		
100		< 0,05	< 0,5	< 3	< 0,02	< 5	
125							
160							

Da bi se u pogonu izbjeglo izlučivanje kamenca i mulja na stijene kotla i najedanja potrebno se je pridržavati slijedećeg:

1. Da pojna voda ima približno karakteristike iz tablice 1.

2. Da kotlovna voda odgovara karakteristikama iz tablice 2.

3. U pogledu kontrole napojne i kotlovske vode, tehnički rukovodilac i rukovodioci kotlovskih postrojenja dužni su da se pridržavaju slijedećeg:

a) za velike parne kotlove sa vodnim cijevima (preko 150 m^2) sa povećanim specifičnim isparenjem, obavezna je stalna kontrola kotlovske vode na tvrdoću, alkalitet i gustoću vode;

b) za kotlove sa velikim specifičnim isparenjem i za ozračene kotlove obavezna je svakodnevna analiza napojne vode odnosno dodataka i kotlovske vode. Rezultati analiza smatraju se zadovoljavajućim, ako su jednaki ili manji od rezultata naznačenih u navedenim tablicama pod 1. i 2. Režim napajanja ima se podesiti prema specifičnim osobinama samoga kotla. Najpovoljniji broj upotrebljenih analiza u toku dana utvrdit će uprava poduzeća na osnovu iskustava. Nalazi se imaju upisivati u knjigu brzih analiza i na zahtjev inspektora parnih kotlova moraju mu se staviti na raspolaganje.

4. Alkalitet ne smije biti visok, jer to može prouzrokovati pjenjenje i kipnju kotla. Osim toga ako u zakovičnim šavovima ili drugdje na kotlu postoje kapilarni prostori, visoka koncentracija natrijeve lužine može prouzrokovati izjedanja i pogonske štete.

VOĐENJE POGONA I NADZOR U POGONU

Sigurnost i dobro toplinsko gospodarstvo kod kotlovskih postrojenja ne ovisi samo o svrsishodnoj konstrukciji kotla i njegovih pripadajućih dijelova, nego ovisi u velikom stepenu i o ispravnom i brižljivom posluživanju. Poznato je, da i najodličnija tehnička postrojenja mogu zakazati ako se nestručno poslužuju. I najbolji instrumenti postat će neupotrebljivi, ako se stalno loše s njima rukuje. Tako i kod kotlovskih postrojenja zahtijeva se besprijekorno rukovanje, dobro uzdržavanje i trajan nadzor.

Vođenje pogona usko je vezano sa njegovim ekonomičnim radom i u svakom slučaju treba toplinu goriva iskoristiti uz najmanje gubitke. Pored toga ispravnim vođenjem pogona produžuje se i trajanje kotlovskog postrojenja. Zadatak pogonskog rukovaoca je da ovaj neprestano kolebajući odnos kod njegovog kotlovskog postrojenja tako podesi da uvijek postigne što je moguće potpuniju toplinsku ekonomiju uz pogonsku sigurnost.

4. Osjetljivost kotlovskog postrojenja

Parni kotao je prilično osjetljiv uređaj koji se sastoji od različitih oblika i materijala, a koji se potpuno razlikuje jedan od drugoga. Dalje, on je podvrgnut izvanredno visokim naprezanjima zbog visokih temperatura, koje su na svakom dijelu posve različite i koje se često naglo mijenjaju. Radi toga mogu lako nastati takova toplinska naprezanja u pojedinim dijelovima kotla i prouzrokovati pojedinačna oštećenja ili oštećenje cijelog kotla.

Velika osjetljivost kotla prouzrokovana toplinskim ili drugim naprezanjima, traži naročito brižno rukovođenje pogona. Svaka brza promjena temperature štetnija je od same visoke ali podjednake temperature. Tako je na pr. vrijeme kada se kotao naloži naročito opasno i traži naročitu pažnju. Kotao koji je neprekidno u pogonu duže traje od onog koji radi sa čestim prekidima.

b. Postupak u pogonskim pauzama i u vrijeme kada se kotao podloži

Postoje dva načina (sredstva) kako bi se smanjile štete i opasnosti za vrijeme podloživanja kod periodskih pogonskih prekida:

1. Rashlađivanje kotla u pogonskim pauzama moguće je najviše smanjiti ako je zasun u dimovodnom kanalu dobro ugrađen i u dobrom stanju tako da dobro brtvi; ako je stanje ozida dobro, odnosno ako su neuzidani dijelovi dobro izolirani.

2. Da vrijeme podloživanja bude tako dugo i brižljivo kako bi razvijanje topline u ložišnom prostoru bilo jednakomjerno i postepeno, i tako omogućilo postepeno rastezanje kotlovskih dijelova (bilo metalnih ili samog ozida).

U svakom slučaju kod normalnih prilika rada ovo oboje mora biti sprovedeno. Međutim ima slučajeva da produljivanje ugrijavanja istovremeno smanjuje i pogonsku spremnost kotla, što zna biti često i nepoželjno. Prije svega to se događa prilikom neočekivanih pogonskih smetnji i u tom slučaju traži se da se ugrijavanje potrebnog kotla što je moguće više ubrza. U ovom i sličnim slučajevima pomoći će nam stanje kotla navedeno pod točkom 1), jer će u tom slučaju rashlađivanje kotla biti smanjeno, pogonska će se spremnost istovremeno kroz to povisiti, a ujedno će se postići i ušteda na gorivu.

Tablica 2

Kotlovski pritisak u pogonu a tp	Za sisteme kotlova	Alkalitet	Gustoća Bé	SO_2 mg/l
Manje od 20	1. S velikim vodenim prostorom, plamenim cijevima, baterijski, s dimnim cijevima	< 1000	< 2	
	2. S vodnim cijevima < 25 kg/m^2h	< 800	< 1	
	3. S vodnim cijevima > 25 kg/m^2h		< 0,5	
20	Kotlovi s vodnim cijevima i ozračeni kotlovi s povećanim, velikim i najvećim isparenjem	100–800	< 0,3	< 20
40		200–600		
64		100–300		
80		60–120	< 0,2	
100		40–60	< 0,15	< 5
125		20–45	< 0,1	
160		20–45	< 0,1	

c. Različito vladanje ugrađenih parnih kotlova

Osjetljivost kotla i ložišta prema promjenama temperature ovisi u prvom redu o sistemu kotla i o načinu ugradnje. Što je veća elastičnost kotla (ostavljena mu je mogućnost širenja i pomicanja) i bolja cirkulacija vode, veća je mogućnost za oziđe da se rasteže bez škodljivih naprezanja. U ovom slučaju kotao može primati promjene temperature, pa i vrijeme ugrijavanja može biti kraće. S obzirom na to pogodniji su sekcionalni kotlovi od prilično neelastičnih kotlova sa blok komorama; strmocijevni kotao sa savijenim cijevima elastičniji je od vodocijevnih kotlova sa uspravnim cijevima (kotao sa 2 bubnja); elastičnija su ložišta providđena sa rasporima (fugama) za dilataciju i pomičnim visećim svodom sa zidanim svodom.

Nadalje, što su mase oziđa manje u toliko je moguće brže ugrijavanje. U tome su sposobniji čisti ozračeni kotlovi, a naročito su dobri tamo gdje se zahtijeva brza pogonska spremnost kao na pr. za svladavanje kratkih maksimalnih opterećenja (špica) i za kotao u rezervi.

d. Podloživanje kotla kod hladnog stanja

Naročito se mora biti oprezan kada treba kotao podložiti kod hladnog stanja. Kod dužeg pogonskog prekida (više dana ili nedjelja) kotao se potpuno ohladi, jer se preostala toplina unatoč dobrog brtvljenja dimnog zasuna, kao i dobre izolacije, ne može zadržati. Radi toga se u ovom slučaju mora posve postepeno podizati ugrijavanje. Ako imamo dovoljno vremena, prije pravog loženja ugrijava se kotao kod mirujućeg roštilja drvima, a kasnije vatru pojačavamo ugljenom. Ovo je naročito važno, ako je jedan dio oziđa ložišta izmijenjen novim (popravljen) i još je vlažan, u ovom slučaju se preporuča višednevno postepeno sušenje. Za vrijeme ovog ugrijavanja treba kotao napuniti vodom i otvoriti ventil za odzračivanje da ne bi nastao pritisak. Nakon ovako opreznog početka počinje stvarno loženje, kod čega se raspodijeli tanki sloj goriva, i to jednakomjerno, i zapali se. Promaja treba najprije biti posve mala, što znači zasun gotovo potpuno zatvoren, kako bi se izbjeglo brzo i nepravilno razvijanje topline; istovremeno se kroz to postiže to, da gubici na izlaznim plinovima nisu prekomjerno visoki. Sada se stavlja roštilj u pokret i to sa manjom brzinom kako bi se izbjegao odviše visoki gubitak u troski. Postepeno se pojačava promaja, dovod goriva, brzina roštilja i t. d. sve na više.

e. Vrijeme podloživanja i postupak

Podloživanje (grijanje) valjkastih i plamenocijevnih kotlova kod hladnog stanja iznosi prosječno 6—8 sati, kod vodocijevnih kotlova sa blok komorama i krutih strmocijevnih kotlova i sličnih traje cca 4 sata, kod sekcionalnih i elastičnih strmocijevnih traje cca 1—2 sata. Noviji ozračeni kotlovi su katkada za 15—30 minuta pogonski spremni.

Kod podloživanja tekućim gorivom (mazutom) i plinom treba paziti da se loženje vrši postepeno kako ne bi nastupilo prebrzo rastezanje i pucanje oziđa ložišnog prostora. Kod podloživanja ovim gorivima (tekuće i plin) naročito je važno da se kotao dobro i temeljito provjetri (bilo putem prirodne promaje ili uključivanjem usisnog ventilatora za dimne plinove), jer u ložišnom prostoru ili u mrtvim uglovima može biti zaostalog plina, odnosno plina pridošlog uslijed propuštanja zapornih organa u dovodu plina. Ukoliko se paljenje kotla izvrši bez provjetravanja nastupit će eksplozija tog plina koja će u velikoj mjeri oštetiti kotloziđe a i sam kotao. Takav postupak se mora provesti i kod loženja mazutom, jer od plina nastalog od mazuta može u ložišnom prostoru doći do eksplozije.

Provjetravanje kotla mora se izvršiti u oba ova slučaja i to kod svakog prekida plamena, a paljenje izvršiti ponovno.

Osim toga uređaji za loženje parnih kotlova plinom moraju odgovarati ovim uslovima:

1. Plinovodi i armatura u kotlovnici moraju biti nepropusni;

2. Plinovod mora imati pokazivač tlaka i to na ulazu u kotlovnicu kao i na mjestu nakon redukcije na potrebni tlak za plamenik;

3. Da se plin i zrak za izgaranje prije u plameniku dobro izmiješa;

4. Da se spriječi svako miješanje plina i zraka u cjevovodu;

5. Plinski plamenici moraju biti izvedeni tako, da odgovaraju osobinama i tlaku plina kako bi plin potpuno i sigurno izgarao. Nadalje da omogućavaju postizavanje traženog učinka. Vanjski obod izvesti tako da se može samo njegov rub lako izmijeniti (jer brzo izgara), mjesto čitav plamenik;

6. Neposredno na svakom plameniku u dovodu plina kao i na vodovima za dovod zraka za izgaranje iz ventilatora (ako se ovaj ugradi) mora se postaviti organ za zatvaranje;

7. U plinskom dovodu plamenika ugraditi sigurnosni uređaj, koji će u slučaju tlaka plina propisanog za izgaranje, prekinuti glavni dovod plina i omogućiti u obilaznom prolazu malu količinu plina kako se ne bi plamen ugasio;

8. Postaviti uređaj koji će u slučaju prekida plamena automatski zatvoriti dovod plina. Ovo se mora javljati vizuelno ili akustički;

9. Postaviti signalne lampe koje će javljati svaki prekid električne struje kod uređaja za plinsko loženje (u slučaju upotrebe ventilatora za dobavu zraka potrebnog za izgaranje);

10. Ventilator, kao i dovode zraka do plamenika snabdjeti zaklopkama radi regulacije količine;

11. Postaviti uređaj koji će točno registrirati temperaturu u ložišnom prostoru;

12. Na vidljivom mjestu u blizini vatrišta mora se postaviti tablica s natpisom:

Najprije ložište dobro prozračiti, tada uređaj za paljenje postaviti u red, a zatim lagano uključiti zrak za izgaranje i plin.

13. Sva rasvjetna mjesta moraju biti plinotijesna, a sklopke izvan kotlovnice.

14. Izraditi upute ložačima za rukovanje uređajima za loženje i s tim ih dobro upoznati.

Kod uređaja za mazut važno je da sapnica za gorenje omogući dovod potrebne količine goriva, da se dobro raspršiparom ili zrakom i da gorionik propusti dovoljno zraka za izgaranje.

Mazut mora se dobro ugrijati na 70—90° C, a vodove za mazut isto tako grijati parom. Ujedno mora postojati mogućnost da se cjevovodi za mazut kao i upotrebljene pumpe mogu dobro parom isprati — ugrijati.

Kod upućivanja kotla koji ima loženje ugljenom prašinom nije moguće držati slabu vatru kako bi bilo potrebno u odnosu na ogrjevnu površinu, stoga je bolje vatru privremeno posve ugasiti i kasnije je ponovo upaliti. Ako ovakovo loženje ima i dizne za mazut kao dodatno loženje, tada se ugrijavanje vrši mazutom, dok se ne postigne postepeno potrebna temperatura.

U slučaju loženja ugljenom prašinom, tekućim gorivom i plinom na pogodnim mjestima na kotloziđu mora se ugraditi »ekspanziona vrata — klapne«, kako bi se putem njih smanjilo djelovanje eksplozija plina na kotao i kotloziđe.

Kod loženja roštiljima mora se nastojati što brže pokriti rošitiljnu površinu. Kako će se u početku trebati (koristiti) samo jedan dio njegovog djelovanja to je bolje jedan dio roštilja pokriti starom šljakom.

Konačno potrebno je napomenuti, da svaki dobar rukovalac pogona mora dovoljno poznavati graničnu vrijednost rastezanja kotla koji ugrijava, uključivši dijelove željezne nosive konstrukcije, kotlovskog ozidja i usidrenja i o tom voditi brigu, kako se ne bi ni u jednoj prilici kod temperaturnih promjena to prekoračilo.

f. Postupak pregrijačem

Za vrijeme podloživanja naročito je osjetljiva površina pregrijača. Prije svega još se para ne proizvodi, tako da kroz čitavo prvo vrijeme podloživanja ne struji para kroz pregrijačeve cijevi. Kako bi se smanjilo izgaranje cijevi, moraju se dimni plinovi voditi mimo njih, tako da oni ne djeluju na pregrijačevu površinu, ili treba pregrijač prije početka ugrijavanja napuniti vodom. Istom nakon početka razvijanja pare treba vodu ispustiti. Kod kotla, koji je bio samo kratko vrijeme izvan pogona, a kod kojega razvijanje pare počinje odmah nakon podloživanja, ove mjere opreznosti nisu potrebne.

g. Promatranje vodokaza

Na vodokaz treba stalno paziti. Kod hladnog kotla treba kotao napuniti vodom samo do najnižeg vodostaja, jer se vodostaj radi širenja vode kod podloživanja znatno podiže. U slučaju kratkih pogonskih pauza i kod manjih rashlađivanja preporuča se naprotiv, prije obustavljanja kotla, kotao napajati do najveće oznake na vodokazu i to radi toga što se u pogonskim pauzama jedan dio vode ispari. To je naročito važno sprovesti kod kotlova koji imaju za napajanje samo parne pumpe ili električne sa izvorom energije iz vlastitog generatora, jer se napajanje može vršiti kada se proizvede izvjesna količina pare stanovitog pritiska.

h. Naročite mjere

U interesu sigurnosti pogona potrebno je hladni kotao ispitati, provjeriti da li su svi sigurnosni i pomoćni uređaji, mjerni instrumenti i t. d. u redu. Nadalje treba ispitati da li pogon za roštilj, napojne pumpe i ventilatori besprikorno rade. Da li su sva slijepa brtvljenja otklonjena, da li su vodokazi sa priključcima u redu, odnosno ako su za daljinski prijenos da li to ispravno radi. Provjeriti regulacije i alarmne uređaje, ako postoje.

Za vrijeme podloživanja kotao i pregrijač treba odzračiti. Promatrati točan rad manometra. Kada se postigne cca polovinu pogonskog tlaka isprazni se pregrijač, ako je bio napunjen, i priključi ga se sa parnim prostorom. Glavni parni ventil može se otvoriti (ako je bio zatvoren) već kod manjeg tlaka kako bi se parni vod zagrijao. Stoji li glavni vod pod parom, otvara se kada je puni pogonski tlak postignut. Otvaranje se u svakom slučaju vrši postepeno za vrijeme podloživanja. Za dobro ozračivanje cjevovoda i ispuštanje kondenzata koji nastaje u prvo vrijeme, treba se pobrinuti da kondenzni lonci rade besprijekorno.

Kod paralelnog pogona više kotlova na jedan zajednički parovod, potrebno je da prije toga tlak kotla koji se uključuje naraste preko tlaka koji vlada u zajedničkom parovodu kako bi odmah nakon otvaranja organa nastalo ispravno strujanje u pregrijaču.

i. Promatranje instrumenata za ispitivanje dimnih plinova

Za čitavo vrijeme podloživanja mora se promatrati instrument za mjerenje izlaznih plinova. Po manjem sadržaju CO_2 može se zaključiti da je široko otvoren zasun ili da se na roštilju nalaze nepokrivena mjesta. Već u samom početku loženja moguće je sa visokim CO_2 raditi. To možemo vidjeti na jednom primjeru gdje su izvršena ispitivanja na jednom istom kotlu ali jedamput kotao je bio pod nedovoljnim nadzorom ložača, a drugi put nadzor ložača je bio stručan.

Kod nedovoljnog nadzora normalni sadržaj CO_2 postigao se je tek nakon 4 sata poslije početka podloživanja i već kod $1^1/_2$ sati prije prekida rada ponovo je osjetljivo pao. Uslijed toga je i srednja vrijednost gubitaka na izlaznim plinovima bila visoka (20%), dok se je kod drugog ispitivanja sadržaj CO_2 vrlo brzo popeo na normalnu vrijednost, tako da su srednji gubici na izlaznim plinovima iznosili 13% što znači 7% manje nego u prvom slučaju.

j. Prekid rada sa kotlom

Kod prekida rada sa kotlom vrijede slični postupci kao i kod podloživanja. I ovdje je također najvažniji zadatak da se svaka nagla promjena temperature izbjegne. Sa gledišta toplinske štednje mora se osim

toga težiti da se iskoristi sva moguća toplina izgaranja od goriva na roštilju. Uopće se kod svakog pogonskog prekida smanjuje djelovanje roštilja 1 do 2 sata prije prekida, jer i pogonska potreba na pari u najviše slučajeva postaje manja. S opadanjem potrebe na pari i glavni parni ventil kotla pomalo će se prigušivati.

Kod mehaničkih roštilja može se roštilj već dosta dugo prije pogonskog prekida posve zaustaviti i sa smanjenom promajom potpuno izgoriti ugljen. Sa prekidom dovoda ugljena zaustavljaju se i ventilatori. Kod toga se nivo vode drži što moguće manji, a pritisak koliko pogonski uslovi dozvoljavaju treba oboriti. Kod pogonskog prekida treba sloj goriva toliko izgoriti, da se ugrijanog pepela nalazi još samo na roštilju — osnovni sloj. Kroz dokmadno napajanje do najnižeg vodostaja može se akumulirati toliko vode, da naknadno isparivanje jedva može nastati. U posljednjim satima zasun promaje se sve više prigušuje, a time sadržaj CO_2 prema prekidu ostaje visok. Na kraju se zasun potpuno zatvara. Kako se potpuno obustavlja dovod goriva to se smanjuje i količina toplih plinova, tako da ne može nastupiti nedozvoljeno povišenje temperature u pregrijaču i zagrijaču zraka. Kako kod svakog dimnog zasuna postoji izvjesna netjesnost to će biti dovoljno za onu posve malu potrebnu promaju.

Nadalje čim se je kotao napojio bit će i ventil parnog voda zatvoren. Kako kotlovski tlak postepeno pada u posljednjim pogonskim satima to i radi napajanja bitno padne ispod normalnog. Uslijed napajanja padne i temperatura vode, tako da kotao ima prilično visoku mogućnost primiti akumuliranu toplinu ozida, tijela kotla, šljake i letećeg pepela. Ovo će ipak u prvim satima mirovanja pritisak lagano podići, ali kod toga ne ćemo ipak imati toplinski gubitak zbog propuštanja sigurnosnih ventila. Ukoliko to nastupi, glavni parni ventil se tako brzo ne zatvara sasvim. Za vrijeme ohlađivanja ne smije se kotao prozračivati. Kod većih kotlova po potrebi puni se pregrijač vodom.

Za kratke pauze održavamo slabiju vatru, pritvorimo dimni zasun, a kod toga pazimo da ne ostaju otkriveni pojedini dijelovi roštilja kako nam kroz takova mjesta nepotreban zrak ne bi rashladio kotao i odvodio toplinu iz kotla.

Kod zaustavljanja kotla u nuždi radi izvršenja popravaka treba postupati oprezno i prema konstrukciji kotla. Kod starih zakivanih kotlova treba biti naročito oprezan, kako ne bi prouzrokovali naglo rashlađivanje bubnjeva.

k. Kotao u pogonu — zadaci ložača

S obzirom na ogromno značenje parnog kotla za cjelokupni pogon te s obzirom na njegovu preosjetljivost potrebno ga je brižljivo i stručno posluživati. Ložač ne smije biti radnik koji ubacuje ugljen, ugljen lopata, prigodice širi vatru, odvaja šljaku, promatra vodokaz i manometar, nego mora također teoretski biti toliko spreman, da razumije tok izgaranja u njegovim najvažnijim osnovama, da pozna osobine ugljena, da zna kako i radi čega nastaju toplinski gubici, kako će podesiti izlazne plinove, kakovu brigu treba voditi o samom kotlu i t. d. Kod novijih izvedbi svaki fizički rad ložača otpada, ali zato ložač mora biti dobro upoznat sa svim uređajima jedne savremene kotlovnice.

Pogonska sigurnost. Prvi i glavni zadatak ložača je da se brine za bezuvjetnu sigurnost kotla i kotlovskog pogona. On mora trajno ispitivati uređaje sigurnosti, vodostaj stalno promatrati i u smjeni najmanje jedamput ispuhati. Pad vode ispod najnižeg vodostaja može prouzrokovati ogromne štete i dovesti do eksplozije, uslijed previsokog vodostaja može voda doći u cjevovode i prouzrokovati vodeni udar, oštećenja na cijevima i t. d. Istovremeno mora se promatrati i manometar. Gotovo kod svih pogona držanje konstantnog tlaka je naročito važno i radi toga točnost manometra se mora dnevno ispitivati. Kako bi se začepljenja u priključnoj cijevi izbjegla treba dnevno jedamput kroz trokraku slavinu ispuhati, kod čega kazaljka manometra mora pasti na nulu. Kod postizavanja najvećeg dozvoljenog tlaka, sigurnosni ventili moraju propuštati. Na taj način ima se dvije kontrolne granice (nulu i najveći dozvoljeni tlak) i može se tako sa priličnom sigurnošću ustanoviti da li manometar točno pokazuje. Preporučuje se točno ispitivanje manometra povremeno izvršiti pomoću kontrolnog manometra. Manometar koji ne pokazuje točno treba zamijeniti ispravnim.

Konstantni pritisak. Ložač treba da poslužuje vatru tako, da i kod kolebanja opterećenja kotlovski pritisak po mogućnosti drži konstantnim. Pad tlaka kod povećanja opterećenja treba spriječiti, a isto tako i puhanje ventila sigurnosti kod smanjenog opterećenja. Ovo ložač postiže upravljanjem vatre i napajanjem. Kod opadanja opterećenja kotao treba jače napajati, ako to nije dovoljno prigušivat će dimnu zaklopku, brzinu roštilja će smanjiti i sniziti sloj ugljena. Obrnuti je postupak kod porasta opterećenja. Kod toga treba paziti da se ne prijeđe donja crta najnižeg vodostaja kao i najviši vodostaj. Isto tako treba izbjegavati preveliko napajanje hladnom vodom, jer to može prouzrokovati promjenu kotlovskih naprezanja. Kod velikih i naglih kolebanja opterećenja a kod elastičnih ložišta teško se može izbjeći i kolebanje tlaka.

Mali gubici. Pored pogonsko-tehničkih zadataka treba ubrojiti i toplinske. Proizvodnja pare treba se zbivati kod svih opterećenja sa što je moguće manjim toplinskim gubicima. Gubitke na izlaznim plinovima treba jako smanjiti, a gubitke uslijed nepotpunog izgaranja, gubitke u troski i pepelu te leteći koks moguće je izbjeći. Važno je kod toga držati jednakomjerni sloj goriva, ravnati zasunom tako da sadržaj CO_2 stoji jednakomjerno visok. Ložač mora biti dobro poučen koji je % CO_2 najpovoljniji za kotao koji poslužuje i za vrstu ugljena koji dobija.

Nadalje on mora kod mehaničkih roštilja brzinu regulirati tako da gorivo do kraja roštilja sasvim izgori. Kod loženja ugljenom prašinom, tekućim gorivom i plinom to se postiže regulacijom dovoda goriva, odnosno zraka. Regulacijom zraka i dovoda goriva lo-

žač se brine, da se na prednjem dijelu roštilja gorivo odmah upali. Kod ručnih loženja prilikom vađenja šljake i ubacivanja ugljena prigušuje se zasun. Obrnuto, nakon ubacivanja ugljena zasun se širom otvara, kako bi kroz svježi sloj ugljena strujalo dovoljno zraka i dovelo ga do upaljenja; u slučaju da se ovako ne radi nastupa manjak zraka a posljedica toga je nepotpuno izgaranje kao i čađenje. Kod toga je naročito važno da u ložišni prostor ne ulazi nepoželjni »krivi« zrak kako se ne bi povećao pretičak zraka, a s tim i gubici na izlaznim plinovima.

Konačno se prodiranjem krivog zraka kvari proces izgaranja. Prekomjerni pretičak zraka može goruće čestice ohladiti ispod temperature paljenja, a kroz to se povećavaju gubici nepotpunog izgaranja. Krivi zrak može prodrijeti u ložišni prostor kroz tanki sloj ugljena ili posve nepokrivena mjesta roštiljne površine, nadalje kroz napuknuća ozida, kroz vrata koja ne brtve, kroz otvore za gledanje i t. d. Ložač mora radi toga na sva ova mjesta paziti.

Kod pogona sa potpuhom treba imati na umu, da prejaki potpuh kod sitnozrnatog ugljena prouzrokuje velike gubitke na letećim dijelovima, što prouzrokuje jako prljanje ogrjevne površine, a i gubici na izlaznim plinovima su uslijed toga visoki. Radi toga dovod zraka i sloj ugljena moraju biti ovisni jedan o drugome, tako da zrak prodire kroz odgovarajući sloj ugljena ali sa malom brzinom tako da sa sobom ne nosi nikakove djeliće ugljena u dimovodne kanale.

Svaka promjena stanja mora se odvijati postepeno. Kod jačeg porasta opterećenja naglo otvaranje regulatora promaje bilo bi netačno, jer tim bi kod iste količine ugljena doveli prejaku promaju, pak bi prema tome mjesto povećanja prouzrokovali smanjenje učina vatre. Naglo zatvaranje regulatora promaje kod opadanja opterećenja prouzrokovalo bi manjak zraka, a kao posljedicu toga imali bi visoke gubitke, a mogu nastati i eksplozije dimnih plinova.

Kod jakog i naglog povećanja roštiljne brzine može nastupiti beskorisno nagomilavanje ugljena, a kod naglog zaustavljanja mogu nastati velike šupljine u sloju ugljena. Svako reguliranje vatre mora biti u vezi sa ostalim promjenama, a svaki prijelaz iz jednog u drugo stanje mora ići postepeno, jer u protivnom neizbježno nastupaju veliki gubici topline i pogonske smetnje.

Kod ekonomskog vođenja kotla treba imati na umu da:

1. Visoki gubitak u izlaznim plinovima može nastati kroz visoki pretičak zraka, što znači manji sadržaj na CO_2. Ovo nastupa uslijed jake promaje (široko otvoreni zasun promaje, jaki potpuh), uslijed nepravilnog dovoda ugljena te konačno radi prodiranja krivog zraka (rupe u sloju ugljena, slabo brtvljenje, otvorena vrata i otvori za gledanje, nespretno ili nepravilno odvojenje šljake i t. d.). Radi jake promaje može se zaprljati od letećih čestica ogrjevna površina i uslijed toga temperatura izlaznih plinova postaje visoka.

2. Visoki gubitak uslijed nepotpunog izgaranja i čađenja prouzrokuje se malim pretičkom zraka ili pomanjkanjem potrebne količine zraka ili uslijed naglog obaranja temperature zapaljenja napola gorućih dimnih plinova. Ovoj pojavi mogu biti ovi uzroci mala promaja (zasun nije dosta široko otvoren), visoki sloj goriva kao i nabacivanje svježeg goriva kod jako prigušenog zasuna promaje.

3. Gubici na neizgorenom gorivu koji nastaju radi prevelike roštiljne brzine i čestog odvajanja šljake.

4. Visoki gubitak na letećem koksu nastaje osobito kod sitnog goriva i prejake promaje (jakog potpuha).

l. Dobro stanje kotla

Daljnji važan zadatak ložača za vrijeme pogona je da vodi brigu o dobrom stanju kotla. Ložač mora trajno promatrati sam kotao, ložište i sve pomoćne uređaje, kako bi male štete odmah otklonio, a veće na vrijeme uočio i nadležnima prijavio. Prema pogonskim uputama ložač mora u jednakim vremenskim razmacima (svrsishodno je 1 do 2 puta dnevno) brižljivo ispuhivati ogrjevnu površinu, a kotlovnu vodu prema stečenim iskustvima i stanju kontrole vode odmuljivati. Ovo odmuljivanje nije potrebno jedino u slučaju da je kotao proviđen kontinuiranim odmuljivanjem. Kao što je već rečeno odmuljivanje je potrebno vršiti radi odstranjivanja mulja i smanjenja koncentracije soli u kotlovskoj vodi. Nadalje ložač mora odmah prijaviti uočene smetnje u pokazivanju mjernih instrumenata (mjerač izlaznih plinova, paromjer, mjerač promaje, termometri i t. d.).

Naročitu pažnju treba obratiti na ozide; kod visećeg svoda treba odmah nakon prekida rada oštećene fazonske šamotske cigle izmijeniti. Naslage troske na ozidu ložištu treba vrlo oprezno udaljiti. Svako oštećenje roštilja mora se odmah otkloniti. Oštećene roštiljnice pužećeg lančanog roštilja mogu se zamijeniti ispravnima za vrijeme pogona, a nepomične treba zamijeniti odmah po prekidu pogona.

Prije svega potrebno je uočavati da li je besprijekorno stanje ogrjevne površine. Svaku propustnost kod kotlova, bilo kod sastava limova ili cijevi ili na samom limu i t. d., mora se odmah prijaviti. Kod tako vođenog pogona u mnogim slučajevima će se oštećenja ili čak i eksplozije izbjeći, vatru na vrijeme otkloniti i kotao staviti izvan pogona.

Naposljetku ne smije se zaboraviti da se iz kotla koji je bio duže izvan pogona moraju odstraniti sva strana tijela (alat, daske, krpe i t. d.). Cijevi i snopove cijevi dobro je pročistiti kuglom ili zrakom pod pritiskom. Naročito je potrebno dobro očistiti priključak za odmuljivanje kao i sve ostale priključke za armaturu.

Ulje, masnoće i slično moraju se prije stavljanja kotla u pogon ispuhavanjem odstraniti. Preporuča se upotrebiti alkaličnu vodu (do 1000 mg/l NaOH). To se opetuje više puta, a ispuhavanje može biti istovremeno sa sušenjem ozida.

Naslov pisca: Ing. Slavko Jenik, Inspektorat parnih kotlova NRH, Zagreb, Katančićeva 5, Sekretarijat za opće privredne poslove.

IZ POGONSKE PROBLEMATIKE PARNIH TURBINA

Norbert Knešaurek, Zagreb

Kod parnih turbina može nastupiti slučaj da se turbina oslobodi (pobjegne), to jest da joj broj okretaja naraste preko maksimalno dopuštenog. Time se stroj izvrgava opasnosti da se razleti. Ovo je svakako najteža posljedica koja se može dogoditi na stroju, pored cijelog niza drugih oštećenja i poremećenja koji mogu stroj isključiti iz pogona.
Da se donekle razjasne uvjeti kod kojih se pojedina turbina može osloboditi (pobjeći), razmotreno je ukratko ponašanje parne turbine kod povišenja broja okretaja.*

DK 621.165.004:621-135

Jednostepena parna turbina

Kod jednostepenih parnih turbina sva raspoloživa energija pare iskoristi se u jednom stepenu. Toplinski pad pare prikazan je u $i - s$ diagramu (slika 1.), gdje je točkom A označeno stanje pare na ulazu u turbinu, a točkom B stanje pare nakon adiabatske ekspanzije u turbini. Okomica h_0 između ovih dviju točaka, pokazuje adiabatski pad pare, odnosno radnu sposobnost pare, uz zanemarene gubitke. Zbog gubitaka u turbini ekspanzija pare ne vrši se po okomici $A - B$ nego po krivulji $A - B'$, a korisni toplinski pad je $h = h_0 \cdot \eta_i$. Unutarnji stupanj korisnosti parne turbine η_i ovisi o omjeru u/c, gdje je u obodna brzina, a c brzina ulazne pare.

Unutarnji stupanj korisnosti (η_i) postiže maksimalnu vrijednost kod omjera $u/c = 0{,}5$.

Na slici 2. prikazana je grafička ovisnost η_i o omjeru u/c. Puna parabolična krivulja uključuje gubitke i odnose se na $u =$ konst., dok se crtkana krivulja odnosi na $c =$ konst.

Očito je da će turbina dostići maksimalni broj okretaja kada je $\eta_i = 0$, a za tu vrijednost je u ovom slučaju približno $u/c \cong 0{,}85$. Maksimalni η_i nastupa kod $u/c = 0{,}48$, a to je stanje pri kojem turbina treba normalno raditi. Prema tome će najveći broj okretaja turbine biti

$$n_1 = n \cdot 0{,}85/0{,}48 = 1{,}77 \cdot n,$$

gdje je n broj okretaja kod normalnog rada.

No poznato je da turbina redovito služi kao pogonski stroj generatorima, ventilatorima, sisaljkama i slično. Povećanjem broja okretaja turbine povećavaju se mehanički gubici kako u samoj turbini tako i u stroju, kojem turbina služi kao pogonski stroj, te će unutarnji stupanj korisnosti biti $\eta_i \neq 0$. Time će se, dakako, maksimalno mogući broj okretaja turbine nešto smanjiti. U stvarnosti neopterećena jednostepena akciona turbina bez prigonskog stroja može doseći približno maksimalni broj okretaja.

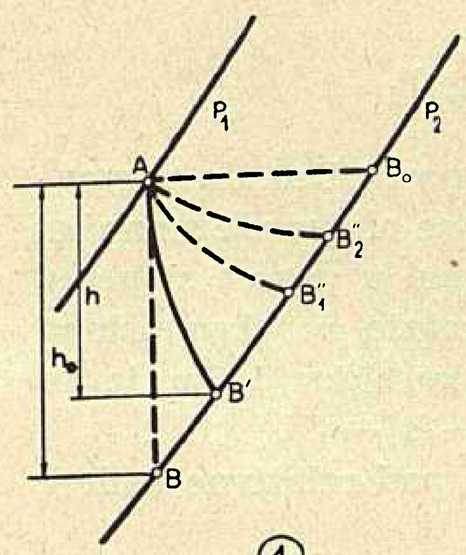
$$n_1 \cong 1{,}7\, n,$$

a sa prigonskim strojem

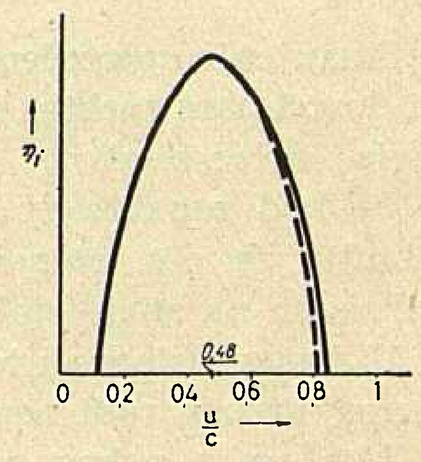
$$n_1 \cong 1{,}6\, n.$$

Višestepena parna turbina

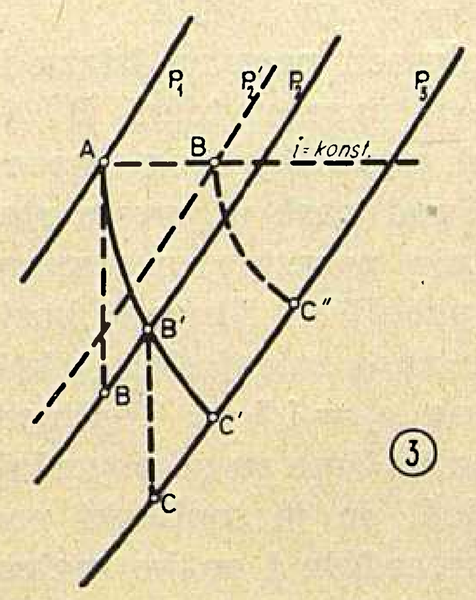
U višestepenoj turbini podijeli se raspoloživi adiabatski pad na više stepena. Uslijed toga izlazna brzina



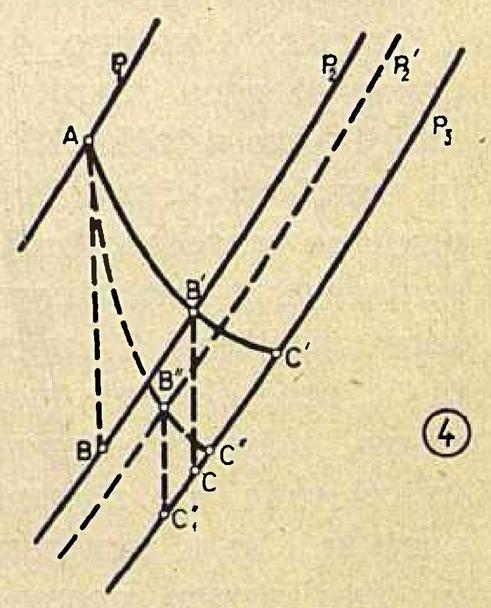
1



2



3



4

iz sapnica, odnosno ulazna brzina (c) u kola postaje manja pa se pri istom optimalnom omjeru u/c turbina lakše prilagođava radnom broju okretaja stroja koji turbina pokreće.

Promatrat ćemo, jednostavnosti radi, kod dva različita opterećenja dvostepenu turbinu, jer se analogno odvijaju procesi u trostepenoj ili višestepenoj turbini.

a) Opterećenje 100%

Kod normalnog pogona, odnosno normalnog broja okretaja n, imat će ekspanziona krivulja karakter kako je to pokazano na slici 3, točkama $A - B' - C'$.

Pretpostavimo, da se turbina iz bilo kojeg razloga naglo rasteretila, te da je došlo do povećanja broja okretaja približno na $n_1 \cong 1{,}6 \cdot n$, kako je to u ranijem odlomku pokazano.

Ekspanziona krivulja pare u tom slučaju imat će karakter pokazan (slika 3.) točkama $A - B'' - C''$. Iz slike vidimo da se ekspanzija pare u prvom stepenu vrši uglavnom pri $i =$ konst.

Volumen pare po izlazu iz prvog stepena u ovom slučaju je veći (volumen pare u točki B'' je veći nego u B'), a time je i tlak pare iza prvog stepena veći nego što je bio pri punom opterećenju turbine ($p'_2 > p_2$).

* Po predavanju Ing. Mirka Biljana.

Očito je da se povećao toplinski pad pare u drugom stepenu kao i brzina pare c. Ovo prouzrokuje smanjenje omjera u/c, a povećanje stupnja korisnosti. Turbina u tom slučaju višak toplinske energije upotrebi za povećanje broja okretaja. Kod dvostepene turbine, koja je 100% opterećena, dakle, kod potpuno otvorenog dovoda pare, u slučaju naglog rasterećenja povećanje broja okretaja bit će znatno veće od $n_1 \cong 1{,}6\ n$.

Ono se praktički kreće

$$n_1 \cong 2\,n \text{ do } 2{,}2 \cdot n.$$

b) Opterećenje 25%

Smanjenje opterećenja ima za posljedicu, da se smanji dovod pare turbini. Budući da se omjer u/c smanjio, povisit će se relativno toplinski pad u prvom stepenu, te će kod normalnog broja okretaja n, ekspanziona krivulja za oba stepena imati karakter kako je to prikazano na slici 4 točkama $A - B' - C'$.

U drugom stepenu toplinski je pad relativno malen, te ovaj stepen radi nepovoljno.

Ako se iz nekog razloga turbina naglo rastereti, ekspanziona krivulja pare poprimi karakter, kako je to prikazano točkama $A - B'' - C''$ na slici 4.

Iz slike 4 vidimo, da je volumen pare na izlazu iz prvog stepena manji (volumen pare u točki B'' je manji nego u točki B'), a i tlak pare iza prvog stepena je manji ($p'_2 < p_2$). Toplinski pad pare u prvom stepenu se povećao, broj okretaja porastao, a stupanj korisnosti u tom stepenu se poboljšao. Stupanj korisnosti postigao bi maksimalni iznos za taj slučaj, kad bi se broj okretaja povećao na $n_1 = 1{,}3 \cdot n$. Toplinski se pad u drugom stepenu smanjio čime su se pogoršali uvjeti rada tog stepena. Budući da je toplinski pad pare koji se u tom stepenu prerađuje i onako malen, to ovaj stepen veoma malo utječe na rad turbine. Očito je da je kod višestepene parne turbine koja je 25% opterećena opasnost oslobođenja kod naglog rasterećenja najveća, jer teoretski turbina može postići najveće povećanje broja okretaja koji može iznositi:

$$n_1 = 2{,}1 \cdot n \text{ do } 2{,}3 \cdot n.$$

Općenito uzevši i kod kondenzacionih turbina prilike su slične naprijed opisanima.

Prema tome kod višestepenih parnih turbina, ukoliko nastupi oslobođenje njihovog rotora, može se s dovoljnom sigurnošću očekivati, da će novi broj okretaja biti najmanje dvostrukog iznosa od normalnog broja okretaja.

Maksimalno dozvoljeni broj okretaja

Rotorska kola parne turbine se radi termičkih i mehaničkih naprezanja izvađaju obično iz materijala oznake St 70/80 sa maksimalnim dozvoljenim naprezanjem $\sigma d = 2500$ kg/cm².

Obzirom na čvrstoću, granica izduženja za navedeni materijal je oko 6000 kg/cm². Budući da ne smije doći do trajnih deformacija, a time i do oštećenja same turbine, naprezanje u rotorskom kolu ne smije prijeći gore navedenu granicu izduženja. Prema tome, da ne nastupi deformacija odnosno oštećenje rotorskih kola, broj okretaja rotora turbine ne smije teoretski prijeći vrijednost od

$$n_1 = n \cdot \sqrt{6000/2500} \cong 1{,}57 \cdot n,$$

što je ujedno za ovaj slučaj i maksimalni broj okretaja. Radi sigurnosti se nikada materijal ne iskorišćuje do granice izduženja nego se obično ide oko 20% ispod navedene granice. U ovom slučaju je praktički maksimalni broj okretaja, koji rotor turbine smije još postići,

$$n_1 = n \cdot \sqrt{0{,}8 \cdot 6000/2500} \cong 1{,}4 \cdot n.$$

Kod tako proračunatog maksimalnog broja okretaja vitla se rotor turbine i pripadnog generatora u vremenu od najmanje 5 minuta.

Kako smo prije vidjeli, kod 100% opterećenja turbine toplinski se pad u zadnjem stepenu poveća kada se turbina naglo rastereti, a to može biti veoma kritično za samu turbinu. Poznato je, da su turbine opremljene regulacionim uređajem, koji ima svrhu da s obzirom na promjene opterećenja, održi broj okretaja rotora turbine u izvjesnim, unaprijed određenim granicama. No katkada regulacioni uređaj zataji, naročito kod naglog rasterećenja turbine, pa zbog toga ili zbog svoje tromosti ne stigne dovoljno brzo zatvoriti dovod pare. Da se tome nedostatku doskoči, postoji na svakoj turbini brzozaporni ventil sa zadatkom da zatvori dovod pare, ako regulacioni uređaj ne djeluje dosta brzo ili dosta pouzdano.

Često puta, naročito na turbinskim jedinicama veće snage i gdje obzirom na režim rada stroja može nastupiti naglo rasterećenje turbine, ugrađuju se dva brzozaporna ventila koji se aktiviraju kod različitog prekoračenja broja okretaja (na pr. jedan se aktivira kod prekoračenja broja okretaja od 11%, a drugi kod 14%).

Kada je sigurnost turboagregata povjerena brzozapornom ventilu, onda je potrebno da je on pouzdan i da se aktivira čim prije. Najniža granica pri kojoj praktički može stupiti u akciju brzozaporni ventil je povećanje broja okretaja rotora za 10% do 12%. Prema tome je brzozaporni ventil organ kome je povjerena funkcija osiguranja pogonske ispravnosti turbine, pa s njime treba pažljivo postupati i povremeno — prema propisima — ispitati ispravnost njegova djelovanja.

Upliv regulacije

Pri ustaljenom, normalnom pogonu turbine parom dovedena energija je u ravnoteži s opterećenjem kod broja okretaja koji odgovara statičkoj karakteristici regulacije. Ovo vrijedi i za više turboagregata, kojih generatori rade na zajedničkoj mreži.

Nastupi li promjena opterećenja, regulacija mora prilagoditi dovod pare kod pogonskih strojeva novom režimu rada. No ravnoteža između dovoda energije i promijenjenog opterećenja uspostavit će se za određeno vrijeme i to kod nekog drugog broja okretaja. Nastupila je neka relativno mala promjena broja okretaja obzirom na pređašnje stanje te je novi broj okretaja rotora turbine za nastali režim rada sada trajan (n_1).

Za vrijeme dok sam proces regulacije traje, broj okretaja će se prolazno nešto više promijeniti. Kratkotrajno nastupa prolazna promjena broja okretaja (n_p). Prolazna promjena broja okretaja (n_p) ovisna je o brzini i veličini nastale promjene opterećenja, te o karakteristici same regulacije, kao i o mreži na koju turboagregat radi. Što je brža i veća promjena opterećenja, bit će prolazna promjena broja okretaja veća. Isto tako će prolazna promjena broja okretaja biti veća, ako je regulacija sporija i ako mreža ima pretežno omsko (rasvjetu) opterećenje (malo ΣGD^2).

Iz tahograma se vidi upliv spomenutih veličina na trajnu i prolaznu promjenu broja okretaja.

Prikazani tahogrami odnose se na aperiodičnu regulaciju. U stvarnosti se proces regulacije vrši kako je to pokazano na slici 9.

Po završenom glavnom procesu regulacija prelazi u periodično prigušeno njihanje. Amplitude njihanja smanjuju se i nakon izvjesnog vremena prelaze u područje neprigušenih njihaja s amplitudom koja odgovara osjetljivosti regulacije. Kod suvremenih regulacionih uređaja iznosi veličina tih amplituda oko 0,2% od stalnog broja okretaja. Navedeno dolazi osobito do izražaja, ako na istu mrežu radi više agregata s raznim karakteristikama.

Po završenom procesu regulacije će svaki agregat, koji radi na zajedničku mrežu, preuzeti dio promjene opterećenja nastalog u mreži, a koje odgovara njegovoj snazi i statičkoj karakteristici prema jednadžbi

$$\Delta N_1 = \frac{\Delta N \cdot N_1/n_{01}}{N_1/n_{01} + N_2/n_{02} + \ldots + N_n/n_{on}}$$

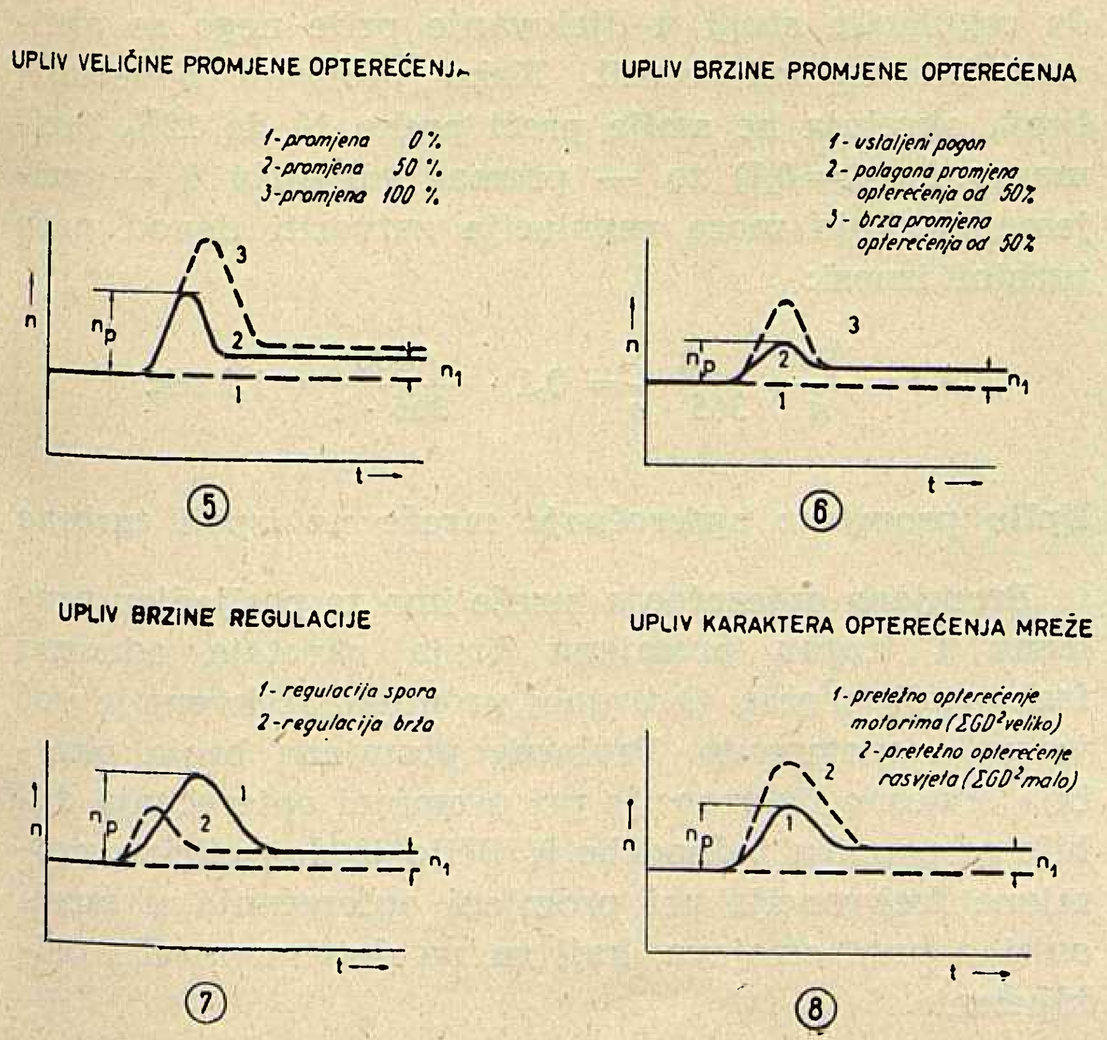
gdje je

ΔN_1 = promjena opterećenja agregata 1,

ΔN = ukupna promjena opterećenja,

N_1, N_2 i t. d. = snage pojedinih agregata prije promjene opterećenja,

n_{01}, n_{02} i t. d. = broj okretaja pojedinih agregata prije promjene opterećenja.

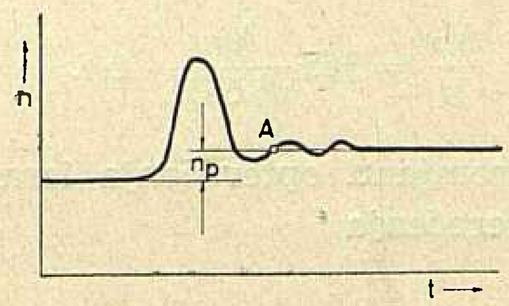


U početku samog procesa regulacije pojedini agregati preuzet će prolazno veći ili manji dio opterećenja nego što to odgovara konačnoj raspodjeli prema navedenoj jednadžbi, a time nastupa i izvjesno njihanje opterećenja i broja okretaja u cijelom sistemu. U prvom momentu veći dio opterećenja preuzima agregat koji ima blažu statičku karakteristiku regulacije, bržu regulaciju i veći karakteristični broj (k) agregata. Ovaj karakteristični broj agregata izražen je jednadžbom

$$k = n^2\, GD^2/N.$$

Ako nastupi, za vrijeme dok proces regulacije nije završen, ponovna promjena opterećenja, može nastati prolazna promjena broja okretaja, koja je veća ili manja od promjene koja bi nastala, da je ponovna promjena opterećenja nastupila po svršetku procesa regulacije prethodne promjene opterećenja.

Ako, na primjer, nastupi rasterećenje mreže dok krivulja regulacije prolazi točkom A (slika 9), tada će povišenje broja okretaja biti osjetljivo veće. Mreža će se ponašati kao da je rasterećenje naglije nego što je stvarno.



Sl. 9.

U takvim slučajevima njihanje pojedinih agregata može se toliko pojačati da pojedini agregat ispadne iz pogona. Ova vrsta njihanja uglavnom zavisi o vrsti opterećenja mreže. Ako je mreža pretežno opterećena motorima, onda je opasnost ove vrste njihanja mreže, a prema tome i ispada pojedinog agregata iz pogona veća, nego ako se radi pretežno o rasvjetnoj mreži. Približno u isto doba dana dolazi do istoga karaktera promjene opterećenja, pa prema tome nastupa i opasnost ispada agregata iz pogona.

Ovisnost prolazne promjene broja okretaja o promjeni opterećenja

Kod naglog opterećenja turboagregata, u prvom će se momentu višak na potrebi pogonske energije pokušati izravnati sa smanjenjem energije akumulirane u rotirajućim masama svih strojeva priključenih na mrežu. Ovo izaziva smanjenje frekvencije mreže. Nakon kratkog vremena (Δt), regulacija će povećanjem dovoda pare turbini, uspostaviti ravnotežu pri novom broju okretaja. Promjena zaokretnog momenta izazvat će kutno ubrzanje rotirajućih masa

$$\gamma = \Delta M_d/I. \qquad (1)$$

Kod toga je polarni momenat ustrajnosti

$$I = GD^2/4\,g. \qquad (2)$$

Promjena kutne brzine rotirajućih masa za kraći vremenski razmak je

$$\Delta \omega = \gamma \cdot \Delta t = \Delta M_d \cdot \Delta t/I = \pi \cdot \Delta n/30. \quad (3)$$

Iz jednadžbe 3 proizlazi da je

$$\Delta n = \frac{30 \cdot \Delta M_d}{\pi I} \cdot \Delta t. \quad (4)$$

Ako promjenu zakretnog momenta izrazimo promjenom nominalnog opterećenja, to je

$$\Delta M_d = 975 \cdot \Delta N/n \ kgm. \quad (5)$$

Vrijednost jednadžbe 5 uvrstimo u 4, te za polarni momenat ustrajnosti uvrstimo vrijednost iz jednadžbe 2, pa dobijemo

$$\Delta n = \frac{30}{\pi} \cdot 975 \cdot \frac{\Delta N}{n \cdot I} \cdot \Delta t$$

$$n = 365 \frac{\Delta N}{nGD^2} \cdot \Delta t.$$

Dakle promjena broja okretaja je u odnosu prema sinhronom broju okretaja (n) kao

$$\frac{\Delta n}{n} = 365 \frac{\Delta n}{n^2 GD^2} \cdot \Delta i. \quad (6)$$

Ako sada promjenu opterećenja izrazimo kao dio nominalnog opterećenja

$$\Delta n = c \cdot N,$$

te navedeno uvrstimo u jednadžbu (6), dobijemo

$$\frac{\Delta n}{n} = 365 \cdot \frac{c \cdot N}{n^2 GD^2} \cdot \Delta t \quad (7)$$

Poznato je od ranije, da je karakteristični broj stroja izražen jednadžbom

$$k = n^2 GD^2/N. \quad (8)$$

Ovaj karakterističan broj stroja praktički ovisi o vrsti stroja. S dovoljnom točnošću uzimamo da je:

za parnu turbinu s generatorom	$k_1 = 4{,}4 \cdot 10^3$
za vodnu turbinu s generatorom	$k_2 = 1{,}6 \cdot 10^3$
za elektromotore	$k_3 = (0{,}5 \text{ do } 1{,}5) \cdot 10^3$
za termička (omska) opterećenja	$k_4 = 0.$

Ako vrijednost iz jednadžbe 8 uvrstimo u jednadžbu 7, dobijemo:

$$\Delta n/n = 365 \cdot c \cdot \Delta t/k. \quad (9)$$

Jednadžba 9 vrijedi kako za pojedini stroj tako i za mrežu kao cjelinu. Ako se promatra pojedini stroj, uvrštava se za k vrijednost koja odgovara dotičnom stroju. Ako se promatra mreža kao cjelina, tada se vrijednost za k dobiva

$$k = p_1 \cdot k_1 + p_2 \cdot k_2 + p_3 \cdot k_3, \quad (10)$$

pri čemu je sa p označen dio kojim instalirana snaga pojedinog stroja ili grupe strojeva učestvuje u instaliranoj snazi pogonskih strojeva koji su momentano priključeni na mrežu.

Povećanje broja okretaja turboagregata nakon aktiviranja brzozapornog ventila

Funkcija brzozapornog ventila je da po dobivenom impulsu trenutno zatvori dovod pare stroju. Međutim u času zatvaranja brzozapornog ventila u kućištu turbine nalazi se određena količina pare, koja svojom ekspanzijom oslobađa izvjesnu energiju i povećava broj okretaja turbine.

Količina oslobođenja energije ovisi o stanju i količini pare, koja se u času zatvaranja brzozapornog ventila nalazi u kućištu turbine, kao i od tipa turbine, te o opterećenju, pri kojem je brzozaporni ventil aktiviran. Najnepovoljniji slučaj je ispad turbine iz pogona kod 100% opterećenja. Da se cijeli tok bolje razjasni, prelazimo na konkretan primjer.

Turbina snage 32 MW ima u času zatvaranja brzozapornog ventila u svom kućištu količinu pare, koja svojom ekspanzijom na kondenzaciju oslobađa približno 2160 kcal, kod prosječnog stupnja korisnosti

$$\eta_e = 0{,}6$$

Raspoloživa energija za ubrzanje rotora turboagregata bit će

$$2160 \cdot 0{,}6 = 1296 \text{ kcal}.$$

Snaga od 32 MW ekvivalentna je

$$32.000 \cdot 860/3.600 = 7.644 \text{ kcal/sek}.$$

Iz navedenog proizlazi da je

$$c = 1296/7644 = 0{,}17; \quad \Delta t = 1; \quad k_1 = 4400.$$

Ako ove vrijednosti uvrstimo u jednadžbu 9, dobijemo:

$$\Delta n/n = 365 \cdot 0{,}17 \cdot 1/4000 = 0{,}0141.$$

Dakle po zatvaranju brzozapornog ventila broj okretaja turbine povećat će se, ako je stroj bio 100% opterećen, preko 1,4%.

Prolazno povećanje broja okretaja, nakon što je brzozaporni ventil zatvorio dovod pare turbini, bit će 12% do 14%. Dakle kod rasterećenja turbine, potrebno je da regulacija stupi u djelovanje prije nego se aktivira brzozaporni ventil. Kako prolazno povećanje broja okretaja ne smije preći preko 10 do 12% (uzimamo $\Delta n/n = 0{,}1$) to — prema jednadžbi 9 — vrijeme za koje mora regulacija zatvoriti dovod pare turbini iznosi:

$$\Delta t = \frac{\Delta n}{n} \cdot \frac{k}{365 \cdot c} = 0{,}1 \cdot \frac{4400}{365 \cdot 1} = 1{,}2 \text{ sek}.$$

Upliv promjene opterećenja mreže na ispad turbine

Promjena opterećenja mreže ima za posljedicu prolaznu i trajnu promjenu broja okretaja odnosno frekvencije mreže. O trajnoj promjeni frekvencije već je prije spomenuto. Prolazna promjena broja okretaja odnosno frekvencije pri promjeni opterećenja dobije se pomoću jednadžbe 9. Očito je da veličina promjene frekvencije pri promjeni opterećenja u mreži ovisi o vrsti strojeva, koji su na dotičnu mrežu priključeni.

Da taj slučaj bolje razmotrimo, uzimamo kao primjer bosansku električnu mrežu. Na ovu mrežu priključeni su slijedeći strojevi:

HE Jablanica	– 4 × 26 MW =	104 MW
TE Kakanj	– 2 × 32 MW =	64 MW
HE Jajce	– 2 × 20 MW =	40 MW
TE Zenica	– 2 × 10 MW =	20 MW
	Ukupno	228 MW

Pretpostavljamo da je mreža opterećena 50% s motornim potrošačima, a 50% da su čisto omski (termički) potrošači. Nadalje uzimamo da se 100 MW prenosi dalekovodom Jajce—Zagreb, a ostatak da se troši u NR BiH i NRS. Promatrat ćemo što se događa sa strojevima u slučaju ispada dalekovoda Jajce—Zagreb.

Najprije odredimo karakteristiku mreže kako slijedi:

Udio HE Jablanica $\frac{104}{228} \cdot 1600 = 730,$

TE Kakanj $\frac{64}{228} \cdot 4400 = 1235,$

HE Jajce $\frac{40}{228} \cdot 1600 = 280,$

TE Zenica $\frac{20}{228} \cdot 4400 = 386,$

Motori na mreži $\frac{114}{228} \cdot 750 = 375,$

Karakteristični broj mreže $k = 3006,$

Koeficijent $c = \frac{100}{228} = 0{,}44.$

Uvrstimo li dobivene vrijednosti u jednažbu 9 uz $\Delta t = 1{,}2$ sek, tada dobijemo:

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{365 \cdot c}{k} \cdot \Delta t = \frac{365 \cdot 0{,}44}{3006} \cdot 1{,}2 = 0{,}064.$$

Prema tome za navedene uvjete bi se kod ispada dalekovoda Zagreb—Jajce, prolazni broj okretaja, obzirom na mrežu, povećao za 6,4%. Ako je mreža u tom času radila s povišenom frekvencijom od 3%, a agregati s punim opterećenjem, stvarno prolazno povišenje frekvencije bi bilo 9%. Ako se uzme još u obzir i njihanje mreže koje nastaje kao posljedica rada regulacije na pojedinim turbinama, to kod ovako naglog rasterećenja mreže, ispad od 100 MW, može imati za posljedicu aktiviranje brzozapornog ventila na najosjetljivijem stroju.

Kod pretpostavljene mreže je udio parnih turbina razmjerno velik. Ako pretpostavimo da TE Kakanj radi samo s jednim turboagregatom na navedenu mrežu, tada će biti

udio HE Jablanica $104/196 \cdot 1600 = 850,$

TE Kakanj $32/196 \cdot 4400 = 718,$

HE Jajce $40/196 \cdot 1600 = 327,$

TE Zenica $20/196 \cdot 4400 = 450,$

Motori na mreži $98/196 \cdot 750 = 375,$

Karakteristični broj mreže $k = 2720,$

Koeficijent $c = \frac{100}{196} = 0{,}51;$ $\Delta t = 1{,}2$ sek,

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{365 \cdot c}{k} \cdot \Delta t = \frac{365 \cdot 0{,}51}{2720} \cdot 1{,}2 = 0{,}082.$$

Dakle, prolazni broj okretaja povisit će se u tom slučaju za 8,2% te ako uzmemo u obzir i neminovno njihanje mreže, koje će nastati kod smanjenja oštećenja od 100 MW, onda se vidi da postoji velika vjerojatnost, da će se povišenje prolaznog broja okretaja oko 10%, t. j. u području u kojem se već aktivira brzozaporni ventil, ukoliko regulacinoni uređaji ne reagiraju dovoljno brzo.

Porastom broja parnih i vodnih turbina koje rade na zajedničku mrežu i povećanje potroška električne energije za grijanje i rasvjetu, uvjetovali su povišenje broja okretaja pri kojem se aktivira brzozaporni ventil. Dok se je do 1930. godine brzozaporni ventil redovito aktivirao kod povišenja broja okretaja od cca 7%, to taj postotak danas iznosi 10% do 12%. Dakako da ova okolnost postavlja i nove zahtjeve na konstrukciju turbina kao i na vođenje pogona velikih elektroenergetskih mreža što je vidljivo iz ovog kratkog prikaza o maksimalno dopuštenom broju okretaja turbina, o uzrocima koji mogu izazivati to povećanje te o ulozi i funkciji regulatora i brzozapornog ventila uređaja koji imaju zadatak da broj okretaja turbine održe u dopuštenim granicama i spriječe oštećenja turbine i pogonskog stroja.

Naslov pisca: Ing. Norbert Knešaurek, Elektroprojekt, Zagreb, Gundulićeva 32.

Iskorišćenje vodnih snaga u sjevernoj Škotskoj

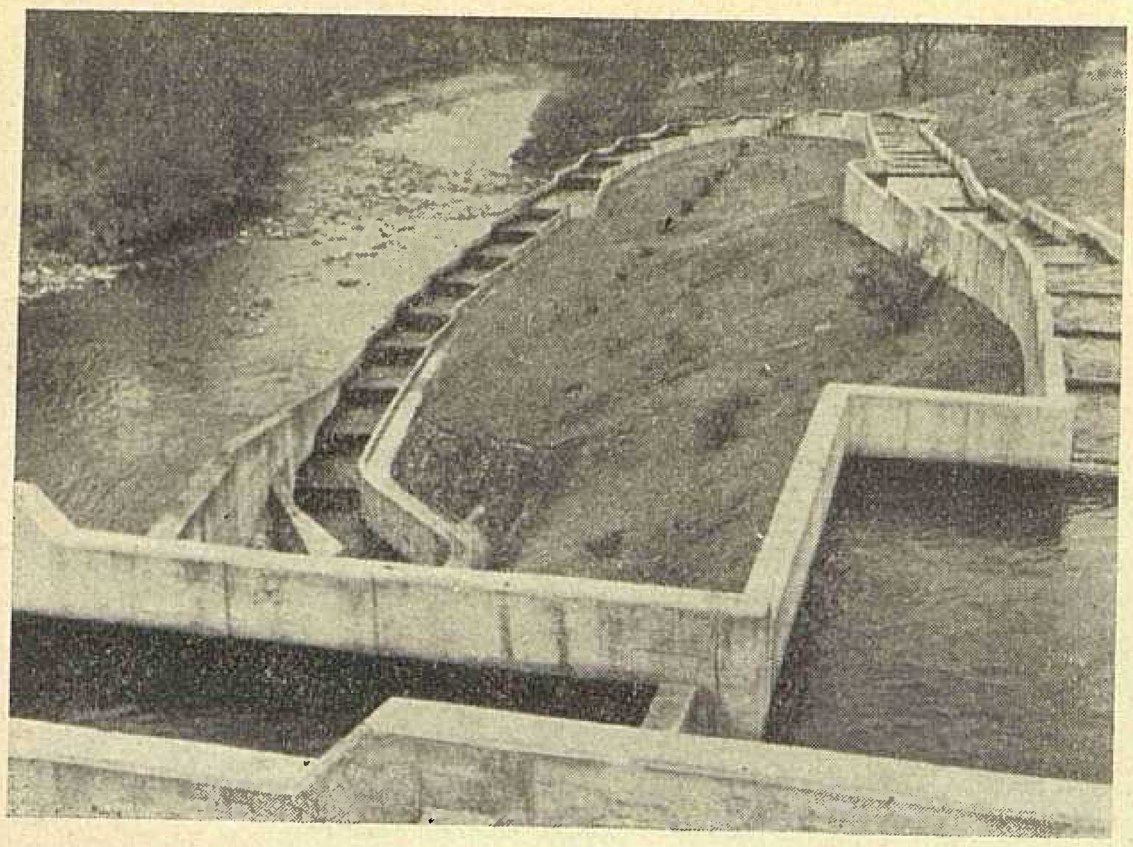
Valter Janaček, Zagreb

Kao stipendista Tehničke pomoći Velike Britanije obišao sam 1958. godine niz većih gradilišta. Tako sam pregledao i gradilišta hidroelektrana u sjevernoj Škotskoj i obišao neka već izgrađena postrojenja.

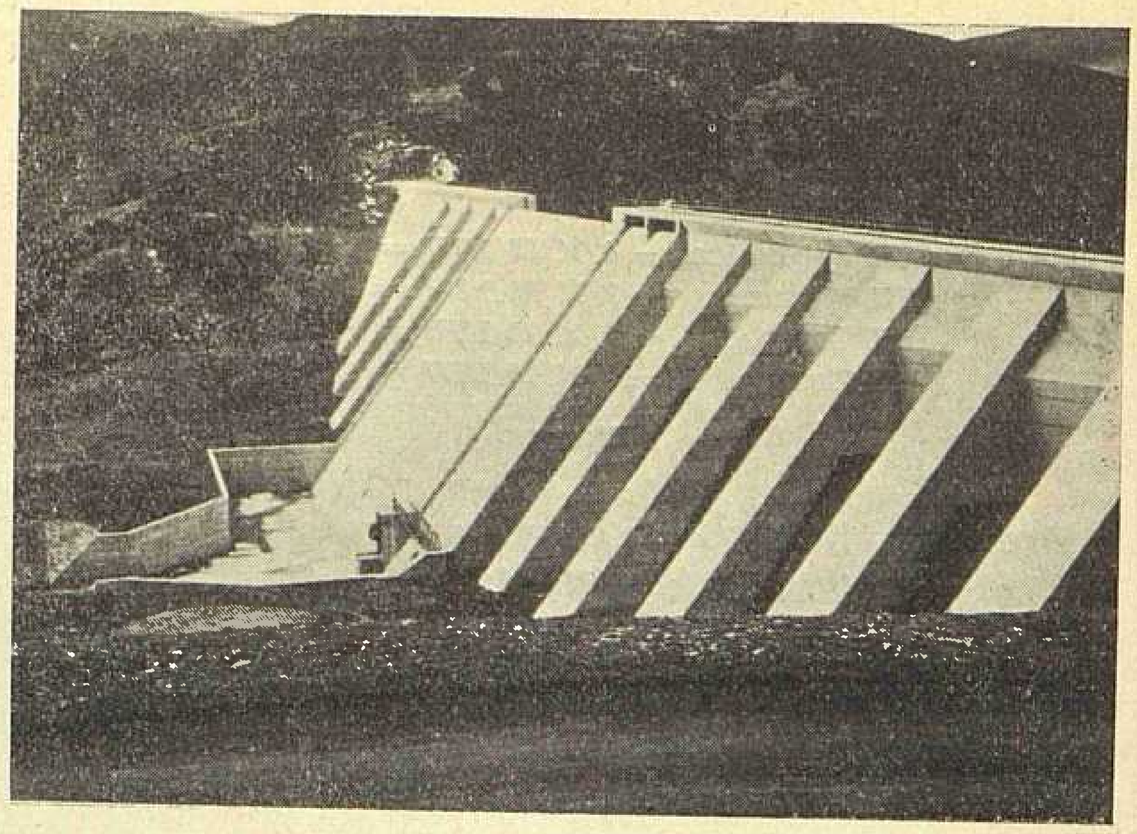
Poznato je, da je Velika Britanija, što se tiče izvora energije, zemlja ugljena i termoelektrana. Prirodni uslovi nisu uglavnom takovi, da bi omogućili izgradnju velikih i jeftinih hidroelektrana. Kao osobito razvijena industrijska zemlja Velika Britanija ima danas godišnju proizvodnju električne energije od oko 90 milijardi kWh, što je oko 15 puta više negoli u FNRJ, dok je specifični potrošak po stanovniku veći za 5 puta. Od ukupne elektroenergije proizvedeno je svega 2% vodnim snagama. Ovo je svakako neznatno i najbolje ilustrira relativnu oskudicu ove zemlje na tom polju. Mnogobrojne hidroelektrane sjeverne Škotske predstavljaju, upravo iz navedenih razloga, interesantan i značajan primjer naročitih inženjerskih napora.

O gradnjama ovih hidroelektrana dosta je pisano u prošlim godinama u britanskim stručnim časopisima, jer su to konačno gotovo jedine znatnije vodne snage te zemlje u izgradnji i jer su kod toga na nekim radovima postizavani značajniji rezultati.

Premda je Velika Britanija, u cjelini uzevši, industrijski osobito razvijena zemlja, ipak su pojedini, po prostranstvu čak i veći krajevi, u tom pogledu još prilično zaostali. Tek se u novije vrijeme čine napori za podizanjem i ovih krajeva. Među takve krajeve spada i sjeverna Škotska, koja za-



Sl. 1. Riblja staza kod brane Clumie.



Sl. 2. Betonska olakšana brana Lednock.

prema cca 2/3 teritorija cjelokupne Škotske sa površinom od 56.000 km². Ovo je više od 1/5 teritorija Velike Britanije.

Ovo relativno veliko područje nastanjeno je sa manje od 1 milijun stanovnika, što odgovara napučenosti naših najpasivnijih krajeva. Sjeverna Škotska je gotovo u cjelini planinska zemlja, uglavnom bez znatnijih šuma, sa najvišim vrhuncima oko 1300 m nad morem sa vrlo razvedenom obalom osobito na zapadu i sa mnogobrojnim jezerima, rijekama i potočićima, koji daju posebno obilježje i čar ovome kraju. Tako je ovaj kraj i pored svoje zaostalosti spram južnijih krajeva Velike Britanije i pored relativno slabijih prometnih veza, svake godine cilj velikog broja domaćih i stranih turista.

Zbog terenskih prilika poljoprivreda u ovom kraju nema znatnijih uslova i mogućnosti za dalnji razvitak. Pretežni dio stanovništva bavi se stočarstvom, ribarstvom i kućnim obrtom. Tek relativno mali broj radnika zaposlen je u domaćoj industriji. Između dva svjetska rata izgrađena je svega jedna kemijska i aluminijska tvornica, te u vezi toga nekoliko hidroelektrana ukupne snage 195 MW. Znatan broj stanovništva odlazi privremeno ili stalno u druge krajeve Velike Britanije ili iseljuje u prekomorske krajeve. Vidljivo je, da je sjeverna Škotska donedavna bila industrijski potpuno nerazvijena zemlja, koja u tom pogledu ima dosta sličnih problema i teškoća sa nekim krajevima naše zemlje, prvenstveno sa našim pasivnim krajevima.

Sjeverna Škotska nema nikakvih značajnijih rudnih nalazišta. Od prirodnih bogatstava postoje uglavnom samo vodne snage, pa se započelo u prvom redu njihovim korištenjem. Rad na tome započeo je tek za vrijeme drugog svjetskog rata, kad je odlukom Parlamenta od godine 1943. osnovana Uprava hidroelektrana sjeverne Škotske (North of Scotland Hydro-Electric Board). Zadatak ove uprave nije bio samo istraživanje, projektiranje i izgradnja vodnih snaga sjeverne Škotske, već i pogon svih izgrađenih postrojenja, te raspodjela i prodaja energije. Ova uprava obuhvatala je dakle sva elektroenergetska postrojenja, bez obzira na vrijeme izgradnje, vrst pogona i veličinu.

Sl. 3. Betonska olakšana brana Giorra.

Protekao je izvjestan broj godina, dok su se pojavili prvi konkretni rezultati rada ove Uprave. Tek godine 1950. stavljene su u pogon prve veće novoizgrađene elektrane, a od onda dalje svake godine sve veći broj. Ova izgradnja nastavlja se i danas u znatnom opsegu.

U dosadašnjem radu postignuti su u pogledu elektrifikacije zemlje i izgradnje novih elektrana vrlo značajni rezultati. O tome navodim samo nekoliko najvažnijih podataka i to za dekadu od 1948. do 1957. kako slijedi:

Izgrađen je 31 sistem hidroelektrana ukupne snage 730 MW.

Izgrađeno je 39 brana i na taj način stvoreni veliki vodni rezervoari.

Izgrađeno je preko 220 km tunela za dovod vode turbinama.

Izgrađeno je preko 2400 km dalekovoda visokog napona za prijenos energije i međusobno povezan cjelokupni elektroenergetski sistem sjeverne Škotske.

Od ukupno procijenjenih 10.000 GWh svih vodnih snaga sjeverne Škotske iskorišteno je oko 20%.

Proizvodnja hidroenergije povećana je 5 puta, a sveukupna elektroenergija porasla je gotovo tri puta.

Udio hidroenergije u ukupnoj proizvodnji porastao je na gotovo dvostruko, što se vidi iz slijedećeg pregleda:

Izvor	1949. GWh	1949. učešće %	1957. GWh	1957. učešće %	Indeks 1957/1949
Hidro	322	46	1624	85	503%
Termo	320	45	228	12	71%
Diesel	68	9	61	3	90%
Ukupno	*710*	*100*	*1913*	*100*	*269%*

Povećan je broj potrošača električne energije od 222.000 na 364.000 tj. za 64%. Osobiti uspjesi postignuti su u elektrifikaciji farma i seljačkih gospodarstava, kojom je obuhvaćeno njih 55%. Ovo je osobiti uspjeh ove Uprave, ako se imaju u vidu ogromne teškoće oko elektrifikacije takvih rijetko naseljenih krajeva sa tako malim potrošačima.

Povećana je prodaja energije području južne Škotske od 56 na 466 GW godišnje ili gotovo 9 puta.

Za izgradnju mnogobrojnih postrojenja i uređaja za prijenos energije utrošeno je 177 milijuna funti ili približno 300 milijarde dinara i to kako slijedi:

	1000 engl. funti	%
Hidroelektrane	121.018	68
Termoelektrane	3.364	2
Dieselelektrane	2.195	1
Prijenos	13.715	8
Distribucija i prodaja	35.085	20
Razno	1.526	1
Ukupno	*176.903*	

Jasno je, da se ova intenzivna izgradnja i velika investicija odrazila vrlo povoljno po razvitak cjelokupne privrede ovog kraja. Velikom broju domaćeg stanovništva dana je mogućnost zaposlenja i to privremeno za vrijeme gradnje ili stalno u pogonu postrojenja. Dan je podstrek razvitku mnogoj grani domaće privredne djelatnosti. Za potrebe gradnje izgrađeno je preko 450 km novih cesta, što je svakako znatno doprinijelo jačanju turističke privrede. Tome su pridonijele i izgrađene mnogobrojne brane i jezera, koje predstavljaju osobitosti i ljepote za turiste. Izgradnjom mrijestilišta i ribljih staza i liftova za prijelaz riba kod brana poboljšani su uslovi sportskog ribarstva. Ipak se kod toga u pojedinim slučajevima pretjeralo, kao na pr. izgradnjom riblje staze kod brane Clunie (Sl. 1). Izgradnja te brane stajala je u našem novcu preko 300 milijuna dinara uz postizavanje relativno malog efekta i to prolaza svega nekoliko stotina riba godišnje. Nije mnogo bolja situacija niti kod drugih ribljih staza.

Mnoge od ovih hidroelektrana predstavljaju interesantne projekte i konstrukcije. Susreću se najrazličitijji načini izgradnje glavnih objekata. Ovo je ne samo u vezi sa lokalnim uslovima gradnje, već i posljedica angažiranja većeg broja inženjersko-projektnih biroa. Tako su na pr. izgrađene brane najrazličitije vrste i to nasute od zemlje, nasute od kamena sa uzvodnom vodonepropusnom oblogom ili jezgrom od gline, betonske masivne gravitacione, betonske olakšane raznih tipova, betonske sa usidrenjem u temeljnu stijenu i t. d. Brane su većinom vrlo dopadljive i vrlo uspjele konstrukcije. (Sl. 2–5).

Geološki uslovi za izgradnju ovih postrojenja u prvom redu mnogobrojnih brana i akumulacionih rezervoara su izrazito povoljni. Gotovo cjelokupni masiv sjeverne Škotske je eruptivnog podrijetla i većinom predstavljen kompaktnim i vododrživim stijenama. Prema tome u pogledu izgradnje akumulacija ne postoje takve teškoće, kao što ih susrećemo gotovo redovito u kraškim krajevima naše zemlje. Zbog toga je opseg injekcionih i konsolidacionih radova redovito vrlo malen. Geološki uslovi su u takvim prilikama izrazito povoljni i za izgradnju mnogobrojnih tunela. Veliki broj tunela, pretežno gravitacionih, izveden je bez ikakve betonske obloge i, za izvedbu povoljnog, potkovastog presjeka.

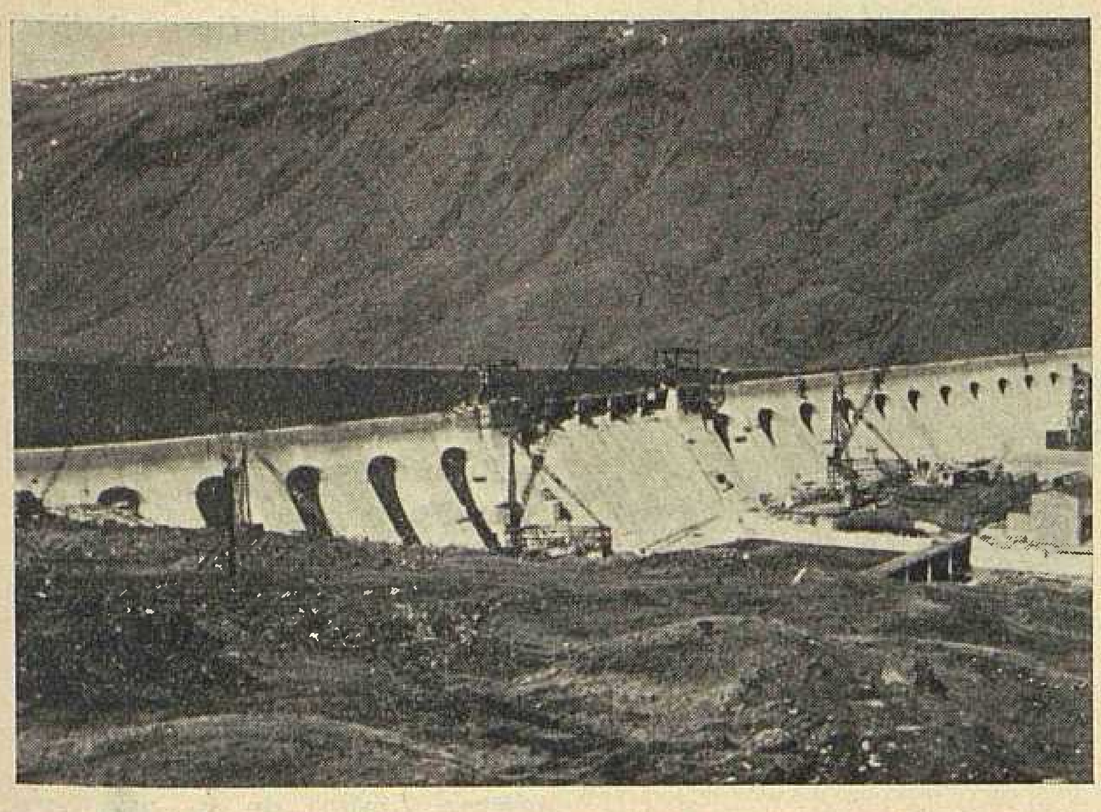
Kvaliteta projekata je različita. Očito je vidljivo, da su projekti razrađivani po različitim projektantskim biro-ima sa raznolikim iskustvom za tu vrst radova. Prva izgrađena postrojenja doimaju se kao da su izvedena pred nekoliko decenija, a ne pred svega deset godina. Kasniji projekti ostavljaju već nešto suvremeniji i ljepši utisak. Od svih objekata osobito su uspjele olakšane betonske brane, dok su strojarnice rjeđe lijepo riješene i usklađene sa okolinom (Sl. 6). Unutrašnje uređenje strojarnica je redovito vrlo štedljivo. Ne susreću se nikakve obloge stijena ili skupocjeni podovi, u čemu se vjerojatno nešto i pretjeralo.

Većina od ovih postrojenja su za naše današnje pojmove relativno mala. Prosječna snaga iznosi svega 24 MW, a proizvodnja oko 63 GWh. Ovo je uzrokovano nepovoljnim morfološkim i hidrološkim uslovima. Koliko sjeverna Škotska obiluje kišama, koje u pojedinim predjelima dostižu i 3200 mm godišnje, dakle približno kao u Gorskom Kotaru i oborinskom području naše HE »Nikola Tesla«, ipak terenske prilike u većini slučajeva ne dopuštaju zahvatanje većih oborinskih područja i korištenje većih vodnih količina. Isto tako terenski uslovi tek rijetko dopuštaju postizavanje većih padova. Uslijed ovih razloga rezultira relativno skromna snaga i proizvodnja ovih postrojenja. Upravo zbog takvih prilika učinjeni su od strane projektanta najveći napori za postizavanje što većeg efekta. Ovo na način, da su izgradnjom akvadukata obuhvaćena i susjedna oborinska područja i njihove vode privedene korištenju. Ovakav principijelni način izgradnje obično nije povoljan zbog teškoća i troškova oko održavanja, naročito u našim krajevima, gdje je erozija znatna. U sjevernoj Škotskoj su u tom pogledu prilike znatno povoljnije. Erozija je u tamošnjim prilikama gotovo neznatna. Teren je geološki sastavljen od kompaktnih eruptivnih metamorfnih stijena i pokriven većinom slojem treseta i vegetacijom. Klimatski uslovi također nisu takovi, da bi u osobitoj mjeri utjecali na pojavu jače erozije. Za hidroelektrane sjeverne Škotske je ovakav način izgradnje, sa obuhvaćanjem susjednih oborinskih područja akvaduktima, redovit i upravo karakterističan. Katkada se na ovaj način bitno povećavaju vodne količine. Stoga su ovakvi akvadukti često vrlo mnogobrojni i dugački. Karakterističan primjer takvog jednog projekta je na pr. Breadalbane sistem (sl. 7.). Tamo se u 6 strojarnica sa ukupno 90 MW postizava godišnje svega 297 GWh. Za nju je trebalo izgraditi, osim 3 velike i 2 manje betonske brane, jedne nasute brane i oko 20 km glavnih dovodnih tunela, još i daljnjih 50 km akvadukata i to 35 km tunela, te 15 km cjevovoda, uz upravo nebrojeno mnogo raznolikih zahvata površinskih voda. Nema dvojbe, da ovakvi uvjeti znatno povećavaju investicione troškove i predstavljaju prepreku ekonomičnijem korištenju takvih postrojenja. Investicije kod ovih iznose u prosjeku po instaliranom KW cca 166 engl. funti odnosno cca 280.000.– Din ili po proizvedenom kWh cca 0,061 engl. funti, odnosno cca 103.– Din. Ovo je nekoliko puta skuplje nego kod naših perspektivnih postrojenja a jednako skupo, kao kod naših najskupljih hidroelektrana.

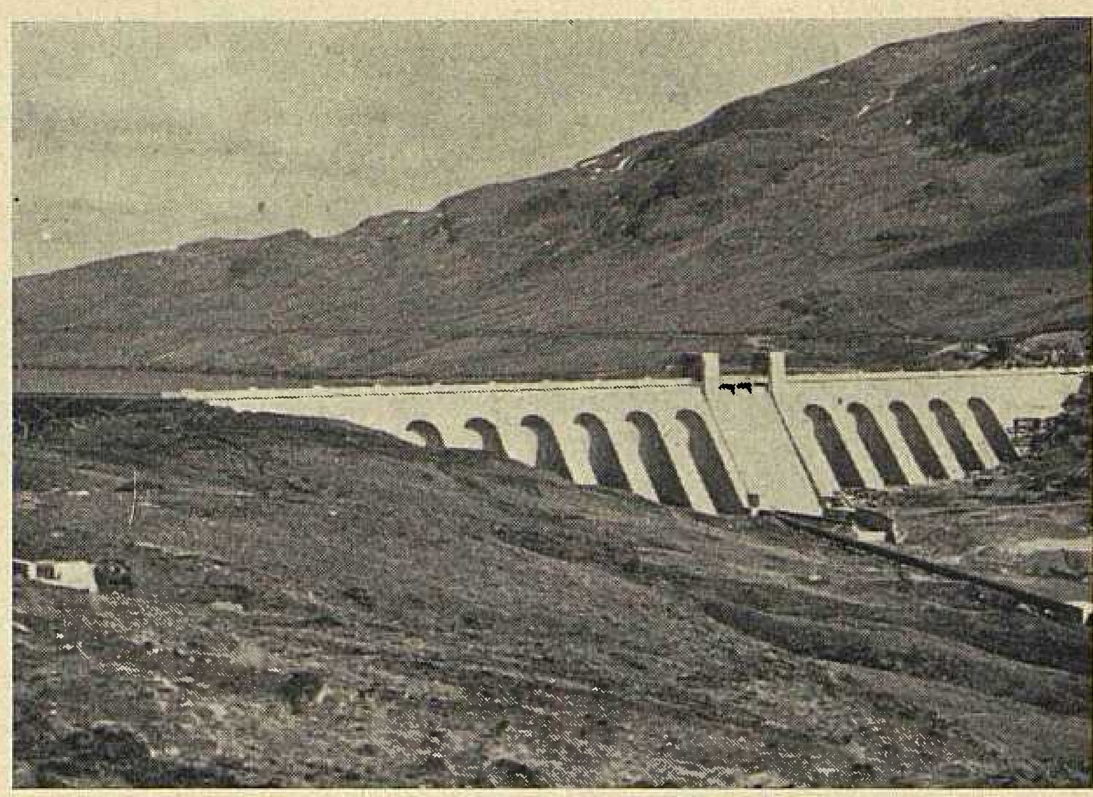
Međutim, s obzirom na relativno visoku cijenu ugljena, u Vel. Britaniji je ovakva hidroenergija još uvijek vrlo ekonomična. Prosječni troškovi proizvodnje, bez prijenosa i distribucije, iznosili su prema podacima Uprave hidroelektrana sjeverne Škotske u 1957 god.:

			Indeks
u hidroelektranama	0,595	pence/kWh	100
u termoelektranama	1,145	,,	195
u Dieselelektranama	2,017	,,	340
Prosječno u sistemu S. Škotske	0,705	,,	118

Ovako povoljna cijena energije postignuta je u prvom redu uslijed vrlo povoljnog, odnosno praktički potpunog korištenja raspoložive hidroenergije u privredne svrhe. Ovo je omogućeno okolnošću, da je cijeli sistem elektrana međusobno po-



Sl. 4. Betonska olakšana brana Lubreoch.

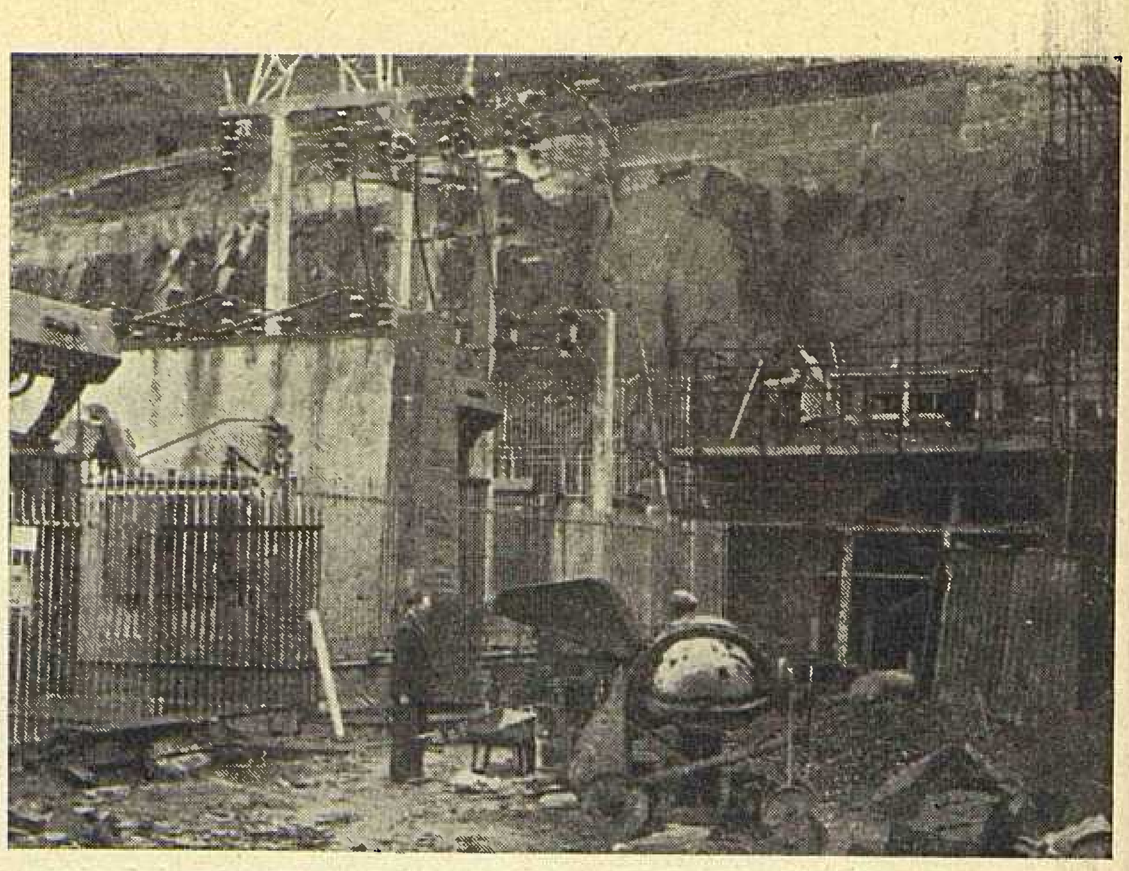


Sl. 5. Betonska olakšana brana Lawers.

vezan i upravljan iz jednog centra. Ovaj centar raspolaže podacima za svako pojedino postrojenje u pogledu oborina, dotoka, vodostaja u rezervoarima i t. d., i na temelju trenutne i perspektivne potražnje energije u mogućnosti je najekonomičnije disponirati raspoloživim vodnim snagama. Nadalje akumulacioni rezervoari nisu samo mnogobrojni, već i ogromnog ukupnog kapaciteta. Akumulirana energija iznosi oko 35% godišnje proizvodnje. Većina postrojenja instalirana su s obzirom na takve prilike dosta visoko i to u prosjeku za 2600 h/god P_{max}. Pojedina veća postrojenja instalirana su vrlo visoko i to za svega 900 h/god P_{max}. Daljnji bitni razlog relativno jeftinoj energiji leži u okolnosti, da Uprava radi bez dobitka i da je kapital angažiran uz relativno vrlo povoljne uvjete. Ipak začuđuju nevjerojatno niski troškovi kamata i otpisa dani u godišnjem obračunu za 1957. sa glavnim podacima za pojedine troškove (vidi posljednju tablicu; u 1000 engleskih funti).

Pretežni dio kapitala namaknut je izdavanjem obveznica uz kamatnjak od svega 2½%. Tek u novije vrijeme porastao je taj kamatnjak na 6%. Sredstva za amortizaciju kapitala formiraju se godišnjim ulaganjem u odgovarajući fond uz ukamaćenje, tako da su te godišnje uplate relativno malene. Samo ovakvom financijskom politikom mogla se postići tako relativno niska cijena energije. Energija se prodaje uz troškove proizvodnje, pa je neko vrijeme električna struja u sjevernoj Škotskoj bila po jeftinoći na drugom mjestu u Evropi t. j. odmah iza Norveške.

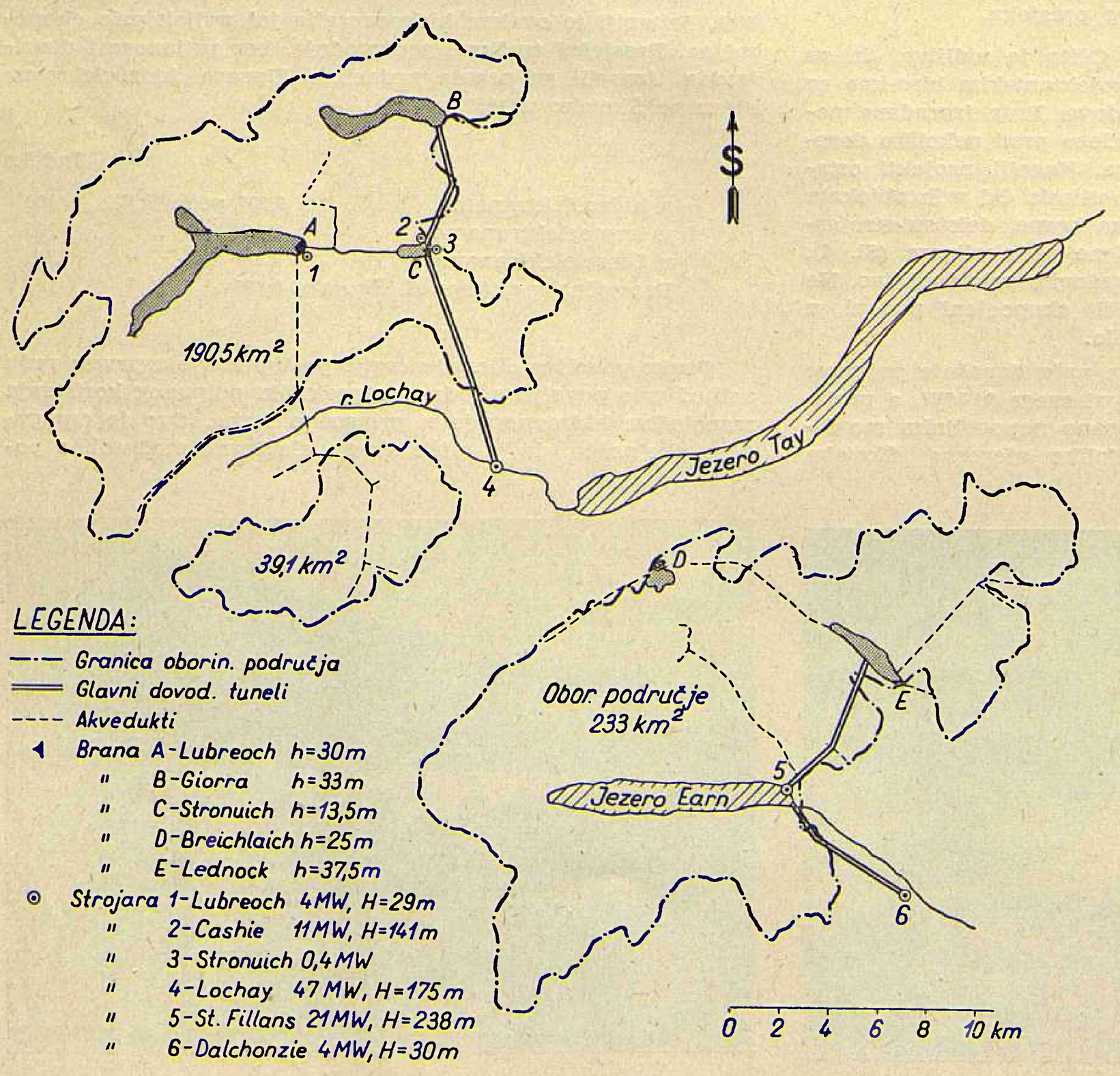
Specifični uslovi građenja i okolnost, da je trebalo takve, za Britanske prilike donekle nove i dotada neizvođene, radove i konstrukcije izvesti u relativno kratkom roku, stavilo je tamošnju operativu pred izvjesne nove probleme. U toku građenja postignuti su među ostalim značajniji uspjesi u brzini građenja tunela. Dok se prije desetak godina postizavalo na izbijanju tjedno oko 50 m, danas se u najtvrđoj stijeni postizava i gotovo 170 m tjedno. Kod toga nisu primijenjeni nikakvi novi načini gradnje, već su uz dobru organizaciju primijenjene u Švedskoj razvijene metode. Bitan uslov uspjeha bio je osjetljiva novčana premija radnicima. Kod izgradnje betonskih



Sl. 6. Transformacija i rasklopni uređaj pred ulazom u podzemnu strojarnicu St. Fillaus.

brana primjenjivani su cementi sa nisko hidratacionom toplinom. Kod tog su korištene otpadne šljake iz visokih peći ili fini pepeo iz dimnjaka termoelektrane (Flyash), pa je time postignuta i izvjesna novčana ušteda. Međutim to su uglavnom poznati postupci i ne predstavljaju novost.

Terenski uslovi za izvođenje samih radova su uglavnom vrlo teški i slični prilikama u našim najnepristupačnijim krajevima. Većina postrojenja izgrađuje se u pustim planinama, po nekoliko desetina kilometara daleko od većih naselja, glavnih cesta ili željezničke pruge. Zbog toga je redovito trebalo u prvom redu provesti opsežnije pripremne radove i to u prvom redu prilazne ceste. Ovih je dosada izgrađeno čak preko 450 km. Vodoopskrba gradilišta redovito ne predstavlja problem, jer se tako reći na svakom koraku nailazi na kakav izvor ili potočić. Gradilišta su redovito opskrbljena električnom energijom. Međutim, često to nije slučaj, i tada je pogon građevinske mehanizacije predviđen eksplozivnim motorima. Ovo uslijeđuje uglavnom zbog štednje na pripremnim radovima t. j. dalekovodima i skraćenju roka izgradnje. Uređenje gradilišta je vrlo različito, već prema stanovištu i postignutim jediničnim cijenama pojedinog izvađačkog poduzeća. Susreću se vrlo solidno uređena gradilišta sa mnogobrojnim dobro izgrađenim pripremnim radovima, te, kao druga krajnost, vrlo štedljivo uređena gradilišta, gdje se tako reći sve odvija pod »vedrim nebom« i gdje praktički, osim prilazne ceste, nisu izvršeni daljnji pripremni radovi. Gradilišta sa štedljivijim pripremnim radovima i lošijim uslovima rada i života obično omogućuju radnicima bolje zarade, pa zbog toga redovito ne oskudijevaju na radnoj snazi. Skupne spavaonice za 25—35 radnika u toplinski dosta loše izoliranim barakama su gotovo redovita pojava na ovim gradilištima (Sl. 8.). Higijensko-sanitarne instalacije su međutim na znatno većem stupnju nego u prosjeku na našim gradilištima. Isto tako je i prehrana vrlo dobra i relativno jeftina, tako da i ovo, uz dobru, da ne kažem odličnu



Sl. 7. Shematski prikaz Breadalbane hidroenergetskog sistema.

Sl. 8. Radničke nastambe u gradilišnom naselju.

zaradu radnika daje izvjesnu kompenzaciju inače vrlo teškim uslovima rada i života na ovim gradilištima. Zarada tunelskih radnika je redovito 2–3 i više puta veća od prosječno postignutih u cijeloj zemlji. Kod toga se međutim redovito radi po 12 sati dnevno, te se uz izvanredni napor i radni elan postizavaju upravo nevjerojatni učinci.

Nema dvojbe da ove hidroelektrane imadu osiguranu budućnost i s obzirom na sve intenzivniju izgradnju atomskih elektrana. Prema perspektivnom planu Velika Britanija će do godine 1965. izgraditi daljnje izvore električne energije ukupne snage 9.000 MW, što čini porast od cca ⅓ spram današnjeg stanja. Nova energija proizvest će se pretežno u atomskim elektranama, na kojem je polju ova zemlja zasada zauzela vodeću ulogu. Prva takva elektrana sa 92 MW radi već od 1956. Danas se nalaze u izgradnji još 4 takva postrojenja pojedinačne snage do 500 MW, a sa ukupno 1500 MW. Perspektivni plan predviđa izgradnju takvih elektrana ukupne snage 6000 MW, dok bi se ostatak potreba podmirio izgradnjom t. zv. konvencionalnih elektrana (termo- i hidroenergija). Kako je rad atomskih elektrana ekonomičan samo kod rada pod stalnim opterećenjem, to su one predviđene

	Elektrane			Pri-jenos	Distrib. prod.	Razno opća rež.	Ukupno
	Hidro	Termo	Diesel				
Ukup. investicije do zaključ. 1957. g.	121.084	3.364	2.195	13.715	35.085	1.526	176.903
Stopa god. troš. u 1957. g.	3,3%	32,2%	23,3%	7,1%	8,7%	9,8%	6,3%
Pog. troškovi ukupno u 1957. g.	4.024	1.088	510	981	3.036	1.501	11.140
– kamati, otpis	3.763	146	158	828	2.139	273	7.307
– gorivo	—	720	250	—	—	222*	970
							222*
– mazivo	2	3	13	—	—	—	18
– plaće	135	86	38	60	181	294	794
– uzdržavanje	103	120	45	67	401	—	736
– osiguranje i režija	21	13	6	26	161	712	939
– brojila i napl.	—	—	—	—	154	—	154

Opaske: Iznosi su dati u 1000 engl. funti; * Troškovi kupljene energije iz J. Škotske.

za podmirenje temeljne energije. Podmirenje vršne energije predviđa se termo- i hidroelektranama. U takvim uslovima potrebne su hidroelektrane sa velikim vodnim rezervoarima t. j. upravo takvog tipa, kao one izgrađene u sjevernoj Škotskoj. Upravo s ovih razloga treba očekivati, da će se ove vodne snage i dalje intenzivno iskorišćavati. Prava njihova vrijednost pokazat će se u budućnosti.

Kolikogod su pojedina postrojenja relativno mala, cijeli sistem predstavlja ipak veliki potencijal radi njegove potpune povezanosti. Ova okolnost i njegove znatne akumulacije daju mu osobito vrijednost. Po tome vjerujem, da predstavlja vrlo uspio i interesantan primjer i za nas. Kolikogod smo u pogledu izgradnje samih hidroelektrana pojedinačno i ukupno izgradili već znatno veće objekte, ipak još prilično zaostajemo u pogledu njihove povezanosti i njihovog potpunijeg korištenja.

Naslov pisca: Ing. Valter Janaček, Hidroelektra, Zagreb, Leskovačka 10.

Financiranje izgradnje republičke mreže u godini 1959.

Radoslav Planić, Zagreb

Za izgradnju 35 kV elektroenergetske mreže NRH izradili su Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Zavod za privredno planiranje NRH vremenski plan izgradnje za razdoblje od 1959. do 1963.

Ovim vremenskim planom utvrđen je ujedno i prioritetni red izgradnje pojedinih postrojenja.

Potrebno je brzo proširiti elektroenergetsku mrežu u neelektrificirana područja i u područja, gdje postojeće lokalne i industrijske elektrane ne daju dovoljnu podlogu za opći privredni i društveni razvoj područja. Načela, po kojima se ravna investiranje u ove svrhe, su pretežnim dijelom ekonomske prirode. Izgradnjom ovih prenosnih postrojenja otklanjaju se mnogobrojne dodatne investicije u industriju, obrt i druge privredne grane i povećava se ekonomičnost njihove proizvodnje, odnosno djelatnosti, uslijed veće mogućnosti korištenja kapaciteta i bolje organizacije rada.

Proširenje elektroenergetske mreže omogućava rentabilnije investiranje u ostale privredne grane.

Ostale koristi od opskrbe širih područja električnom energijom su mnogobrojne.

Najbitnija među njima je uklanjanje nerazmjera između seoskih i gradskih komuna te normalizacija migracije sa sela u gradove. Koristi od izvedenih priključaka odrazuju se dakle u napredovanju svih privrednih grana i u jačanju komuna.

Prijedlogom koji slijedi, obuhvaćena su ona područja, koja su bila dokumentaciono najbolje obrađena.

Prijedlog Zavoda za privredno planiranje HR Hrvatske i Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

Analizirajući potrebe priključka neelektrificiranih područja i jačanja postojeće srednjenaponske mreže u Hrvatskoj tokom 1958., Zavod i Zajednica predložili su, da se tokom g. 1959., ima započeti s izgradnjom ovih postrojenja iz kredita republike i iz sredstava kotareva:

Izvadak iz vremenskog plana izgradnje 35 kV elektroenergetske mreže NR Hrvatske

	Investic. svota (u milijunima dinara)	Od toga 1959.
1. DV 35 kV Vinodol–Krk, TS 35/10 kV Malinska	175	75
2. DV 35 kV Vinodol–Senj, TS 35/10 kV Crikvenica	190	90
3. DV 35 kV Osijek Valjevo i TS 35/10 kV	140	25
4. DV 35 kV Međurić–Pakrac–Daruvar i TS Pakrac i Daruvar	175	160
5. DV 35 kV Našice–Podr. Slatina i TS Podr. Slatina	175	160
6. DV 35 kV Ston–Korčula i TS 35/10 kV Ston, Pelješac, Korčula i Blato	345	160
7. DV 35 kV Gospić–Gračac i TS 35/10 kV Gračac	210	180
8. DV 35 kV Kraljevac–Rimski Put i TS 35/10 kV Imotski	90	60
9. DV 35 kV Gospić–Otočac i TS 35/10 kV Otočac	165	15
10. DV 30 kV Zadar–Pag i TS 35 kV Zadar, Nin i Pag	360	95
11. DV 10 kV Ugljan–Dugi otok	75	60
12. TS 35/10 kV Petrinja	40	40
13. TS 35/10 kV Batrina	30	30
14. TS 35/10 kV Konjščina	50	20

Stanje radova i ulaganja sredstava kotareva tokom g. 1958.

1. Na potezu HE Vinodol–Krk vršeni su radovi tokom cijele 1958. Položen je kabel od 800 m., završen je iskop temelja, a pretežnim dijelom i betoniranje. Završena je izrada stupova. Prethodi postavljanje stupova.

Za ove radove je kotar Rijeka uložio 50 milijuna dinara.

2. DV Vinodol–Senj. Za ovo postrojenje je kotar Rijeka votirao u 1958. godini 50 milijuna dinara. Izrađivan je projektni elaborat, a sa izgradnjom nije bilo započeto.

3. DV 35 kV Osijek–Valpovo. Radovi su vršeni tokom 1958. Bio je završen iskop temelja i izrada stupova. Sada se ispituju. Isto tako bili su u toku građevni radovi stanice Valpovo.

Za ovu izgradnju utrošio je kotar 115 milijuna dinara.

4. DV 35 kV Međurić–Pakrac–Daruvar. Tokom god. 1958. sklopljen je ugovor sa »Elektrom«, Sisak, za prijenos voda.

U izvedbi su bili građevni radovi na stanicama Pakrac i Daruvar.

Kotar plaća ove radove iz svojih sredstava i kredita – ukupno 80 milijuna dinara.

5. DV 35 kV Našice–Podr. Slatina. Započeta je gradnja stanice.

6. DV 35 kV Ston–Korčula. Radovi nisu započeli. Odobreni su investicioni programi i generalni (idejni) projekt. Za ovu izgradnju komuna i Jugoslavenska mornarica stavljaju na raspolaganje 172 milijuna dinara.

Jugoslavenska mornarica je za radove u 1959. stavila na poseban račun 70 milijuna dinara.

Nisu još započeti radovi na izgradnji ovih postrojenja:

7. DV 35 kV Gospić–Gračac, 8. DV 35 kV Kraljevac–Rimski Put (Imotski), 9. DV 35 kV Gospić–Otočac, 10. DV 30 kV Zadar–Nin i 10 kV Nin–Pag, 11. DV 10 kV Ugljan–Dugi otok, 12. TS 35/10 kV Petrinja, 13. TS 35/10 kV Batrina, 14. TS 35/10 kV Konjščina.

Učestvovanje Republike u financiranju i stanje dokumentacije

Za izgradnju srednjenaponskih postrojenja Sabor Republike je zaključio podijeliti u ovoj godini kredite.

Republički kredit za prenosna postrojenja 1959.

			(u 10^3 din.)
1-2.	Vinodol–Malinska i Vinodol–Senj	(i TS)	80,000
3.	Međurić–Daruvar	(i TS)	70,000
4.	Našice–Podr. Slatina	(i TS)	85,000
5.	Gospić–Gračac	(i TS)	170,000
6.	Kraljevac–Rimski Put i TS Imotski		50,000
7.	Zadar–Nin, Nin–Pag	(i TS)	75,000
8.	TS Petrinja		20.000
9.	TS Konjščina		30.000
10.	TS Batrina		20,000
	Ukupno		600.000

Pretpostavljamo, da je potrebno dati pregled investicionih svota i stanja dokumentacije za postrojenja, za izgradnju kojih je Sabor zaključio učestvovanje Republike.

Investicione svote i stanje dokumentacije za 35 kV postrojenja na području NR Hrvatske u izgradnji kojih učestvuje u g. 1959. Republika

	Investiciona svota 10^3 din	Investicioni program odobren	Izrada projekta
1. DV 30 kV i kabel Vinodol –Malinska–Košljun	149,020	7. 5. 58 – 5949	odobren
1. TS 30/10 kV Malinska 2,5 MVA	37,940		
2. DV 30 kV Vinodol–Senj	175,585	17. 9. 57 – 14075	u radu
2. TS 30/10 kV Crikvenica 2,5 MVA	40,000		
3. DV 35 kV Međurić–Pakrac –Daruvar	189,752	30. 12. 57 – 19603	odobren
3. TS 35/10 kV Daruvar 1,6 MVA	36,489		
4. DV 30 kV Našice–Podr. Slatina	152,000	29. 4. 58 – 6587	odobren
4. TS 30/10 kV Slatina rek. mreže	55,000		
5. DV 35 kV Gospić–Cračac	202,400	24. 6. 57 – 9727	odobren
5. TS 35/10 kV Gračac 1,0 MVA	35,300		
6. DV 30 kV Kraljevac–Rimski Put	69,380	13. 7. 57 – 10839	dovršen
6. TS 30/10 kV Imotski	29,180		
7. DV 30 kV Zadar–Nin	72,000	na reviziji	u radu
7. TS 30/10 kV Nin	30,000		
7. DV i kabel Nin–Pag	75,199	na reviziji	u radu
7. TS 10/kV Pag i odcjepi	46,000		
8. TS 30/10 kV Petrinja 2,5 MVA	48,700	na reviziji	u radu
9. TS 30/10 kV Konjščina 5 MVA	69,435	21. 9. 57 – 14259	dovršen
10. TS 35/10 kV Batrina 1,6 MVA	38,986	6. 2. 1959.	odobren

PODLOGA ZA ZAKLJUČAK O ODOBRENJU ZAJMA

Rekapitulacija navedenih 10 skupina postrojenja prema stanju izgradnje i dokumentacije i osvrt na ostala postrojenja:

a) *U izgradnji* su ove skupine postrojenja:

1. DV 30 kV i kabel Vinodol–Malinska i TS Malinska
3. DV 35 kV Međurić–Pakrac–Daruvar i TS 35/10 kV Pakrac i Daruvar
4. DV 30 kV Našice–Podr. Slatina i TS 30/10 kV Slatina.

b) *Postoji kompletirana dokumentacija,* a da radovi nisu započeli, na izgradnji ovih skupina postrojenja:

5. DV 35 kV Gospić–Gračac i TS 35/10 kV Gračac
6. DV 30 kV Kraljevac–Rimski Put i TS 30/10 kV Imotski
9. TS 30/10 kV Konjščina
10. TS 35/10 kV Batrina

c) *Još nije kompletirana dokumentacija* za skupine postrojenja:

2. DV 30 kV Vinodol–Senj i TS 30/10 kV Crikvenica
7. DV 30 kV Zadar–Nin–Pag sa istoimenim stanicama
8. TS 30/10 kV Petrinja

Kompletiranje će trajati 1–2 mjeseca.

d) Iz prijedloga Zavoda za privredno planiranje i Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, kao i iz prikaza stanja radova vidljivo je, da *još ima skupina postrojenja,* za koja postoji *kompletirana dokumentacija,* ili su u izgradnji.

Kompletna dokumentacija postoji za vod i kabel *Ston–Korčula* sa pripadajućim stanicama.

Komuna Pelješac–Korčula i Jugoslavenska mornarica obavezali su se na uplatu 354 milijuna dinara za izgradnju prenosnih i razvodnih postrojenja, od čega se na 35 kV – na prenosna postrojenja – odnosi 172 milijuna dinara.

Izgradnji ovih prenosnih postrojenja bilo bi potrebno pristupiti, jer ona predstavljaju nužni nastavak odobrene izgradnje 110 kV Mostar–Ston.

U izgradnji je prijenos Osijek–Valpovo. Nije poznato, da li je komuna u mogućnosti, da bez učestvovanja republike završi započete radove,

Daljnji zadaci

Nakon izgradnje ovih postrojenja ostaje potreba izgradnje slijedećih priključaka:

1. Priključak otoka Raba
2. Priključak otoka Cresa i Lošinja
3. Priključak Dugog otoka
4. Zamjena 10 kV-ne mreže sa 35 kV-nom mrežom u trogirskom, đakovačkom i otočačkom području.
5. Priključak Čakovec–Kraljevec
6. 10 kV-ni prijenos u Karlobag
7. Priključak Stankovci–Benkovac
8. Priključak Zabok–Pregrada
9. Priključak Bjelovar–Vel. Grđevac
10. Priključak Ston–Metković
11. Priključak Kraljevac–Podgora
12. Priključak Karlovac–Jamn. Kiselica
13. Priključak Korčula–Lastovo
14. Priključak Dubrovnik–Hercegnovi
15. Priključak Oštarije–Plaški
16. Priključak Međurić–Garešnica
17. Priključak Podrav. Moslavine i Donjeg Miholjca
18. Priključak Karlovac–Krnjak
19. Priključak Vinkovci–Šidski Banovci
20. Zamjena 10 kV-nog priključka Sunja–Kostajnica sa 35 kV-nim
21. Polaganje 10 kV-nog kabela Ston–Mljet.

Navedeni priključci proširenja predstavljaju program do 1963., uglavnom radi nedovoljnih financijskih sredstava za bržu izgradnju.

Kompletiranje postojeće 30–35 kV-ne mreže nije obuhvaćeno ovim pregledom o financiranju proširenja srednjenaponske mreže u NR Hrvatskoj u godini 1959.

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

Tarifni sporazum u elektroprivredi

Između Centralnog odbora Sindikata metalskih radnika Jugoslavije i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede potpisan je dne 24. siječnja 1959. sporazum o općim osnovnim mjerilima za utvrđivanje ličnih dohodaka radnika elektroprivrednih organizacija: termoelektrana, hidroelektrana, prijenosnih poduzeća i Zajednica elektroprivrednih poduzeća ili t. zv. Tarifni sporazum.

U Zagrebu je dne 19. i 20. veljače o. g. održano savjetovanje s predstavnicima Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Slovenije i Bosne i Hercegovine, te predstavnika nekih N. O. kotara i Sindikalnih vijeća također s tih područja. Savjetovanje je sazvano na inicijativu Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, a organizirala ga je Zajednica Hrvatske u svojim prostorijama. Na savjetovanju je učestvovalo oko 220 predstavnika. Cilj savjetovanja je bio primjena Tarifnog sporazuma i izrada novih tarifnih pravilnika. Savjetovanjem su rukovodili drugovi *Franović* i *Havić* iz JUGEL-a, te *Milekić* iz TE Beograd, koji su ujedno radili kao komisija pri JUGEL-u o pitanju platne problematike, pa su imali dati stanovita objašnjenja kako o izradi tarifnih pravilnika, tako i o odnosima među pojedinim grupama unutar platnog sistema. Sve u svemu savjetovanje je prilično uspjelo, no uspjeh bi bio i veći da su materijali bili ranije dostavljeni učesnicima.

Što donosi Tarifni sporazum?

Tarifni sporazum je svakako rezultat nastojanja za veću produktivnost u našoj privredi.

Prema Tarifnom sporazumu elektroprivredna organizacija treba raspored čistog prihoda na lične dohodke i fondove da zasniva na rezultatima koje je postigla u svom poslovanju. Kod ovoga rasporeda sredstava valja voditi računa da li je i koliki uspjeh elektroprivredne organizacije zasnovan na rezultatu zalaganja kolektiva, a koliko on proističe iz općih uslova poslovanja. Izdvojena sredstva za lične dohotke radnika trebaju biti srazmjerna s produktivnošću rada i ekonomičnošću poslovanja koje je postignuto vlastitim zalaganjem. Da bi se ovo načelo moglo ostvariti, elektroprivredna organizacija treba unaprijed utvrditi mjerila i postupak po kojem će ocjenjivati koji dio čistog prihoda proizlazi iz zasluga radnog kolektiva. Kod raspodjele sredstava za lične dohotke elektroprivredna organizacija treba voditi računa da ta sredstva budu u skladu s visinom ličnih dohodaka i produktivnosti rada koje su stvorile ostale elektroprivredne organizacije, odnosno sa visinom prosječnih ličnih dohodaka i prosječne produktivnosti u grupaciji.

Kod raspodjele čistog prihoda, namijenjenog za lične dohotke na pojedine grupe ili pogone, elektroprivredna organizacija treba voditi računa o njihovom srazmjernom učešću i postignutim rezultatima.

Elektroprivredna organizacija može za izvanredne uspjehe uvoditi premije za ostvarenje onih zadataka koji doprinose povećanju čistog prihoda elektroprivredne organizacije. Također se mogu uvoditi, zbog kolektivne stimulacije u elektroprivrednim organizacijama, posredne i neposredne premije. Neposredne premije se ustanovljuju za ona radna mjesta kod kojih se na neposredan način može utvrditi neposredan utjecaj osoba na ostvarenje premijskog osnova.

Posredne premije se ustanovljavaju za rukovodna radna mjesta od čijeg rada zavisi ostvarenje općeg uspjeha elektroprivredne organizacije, kao i za ostale radnike koji svojim

Savjetovanje za izradu tarifnih pravilnika

posrednim radom utječu na ostvarenje premijskog osnova, a koji se ne može mjeriti na neposredan način. Premijski osnovi se svakako trebaju utvrditi unaprijed posebnim pravilnikom. Pored premije elektroprivredna organizacija može uvoditi i penale za slučaj ostvarenja negativnog rezultata po osnovima za koje se daju premije.

Prema Tarifnom sporazumu elektroprivredne organizacije ne bi trebale ići za povećanjem sadašnjih tarifnih stavova, već bi trebale ići samo na korekciju ukoliko je ta korekcija potrebna. Tarifne stavove bi trebalo uvećati samo u onim privrednim organizacijama, gdje su tarifni stavovi niži od tarifnih stavova sličnih organizacija ili gdje to posebni uvjeti zahtijevaju, kao što su udaljenosti od komunikacija, kulturnih centara, te gdje je oskudica u visoko stručnom kadru. U cilju što pravilnijeg utvrđivanja tarifnih stavova u elektroprivrednim organizacijama Tarifni sporazum daje i nekoliko tabela o međusobnom usklađivanju tarifnih odnosa. U tabelama su elektroprivredne organizacije razvrstane u grupe bilo to po instaliranoj snazi ili po nekim drugim komponentama. Također je i osoblje u elektroprivrednoj organizaciji razvrstano u grupe. Kod određivanja tarifnih stavova elektroprivredna organizacija uzima kao startnu osnovu prosječnu plaću nekvalificiranog radnika, dok će tarifni stav za najviše radno mjesto, rukovodno radno mjesto, određivati prema startnoj osnovi od Din 8.000.– sa koeficijentom 8,00, za Zajednice, a za ostale elektroprivredne organizacije je to različito prema grupi u kojoj se nalaze. Ukoliko nekoj elektroprivrednoj organizaciji zbog nekih uslova rada i poslovanja ne će odgovarati rasponi dati u Tarifnom sporazumu, moći će odstupiti od tih raspona uz obrazloženje nadležnim organima zbog čega je bilo potrebno odstupanje. Elektroprivrednim organizacijama koje se nalaze u zabačenim predjelima povećat će se iznos najvišeg tarifnog stava po kriterijima do 30%.

Iz naprijed iznijetog slijedi, da će visina tarifnih stavova ovisiti o uspjehu kolektiva, o uštedama, o visokoj produktivnosti rada. Znači da je sve, a to je jedino ispravno, ustremljeno na podizanje produktivnosti rada.

Tok savjetovanja

Savjetovanje je uglavnom proteklo prema očekivanju. Većina učesnika se, i to prvog dana, osvrnula na kratkoću vremena za razradu materijala, te na traženje objašnjenja za pojedine stavove iz Tarifnog sporazuma. Što se tiče kratkoće vremena za razradu materijala, to je zaista postojalo i veoma je velika šteta da se jednoj ovako važnoj stvari nije posvetilo više pažnje. Kada govorimo o pažnji, onda moramo reći, da je ona u stanovitoj mjeri bila izostavljena i kod donošenja Tarifnog sporazuma. Naime Tarifni sporazum je veoma kratko vrijeme bio na terenu i o njemu se veoma malo diskutiralo u elektroprivrednim organizacijama. Kod donošenja ovako ozbiljnih propisa moralo bi se ipak više voditi brige o učešću proizvođača. Drugog dana je diskusija bila mnogo određenija, možda je tome doprinijela i riječ druga *Save Franovića*, sekretara JUGEL-a, koji je učesnike obavijestio, da nema potrebe gubiti vrijeme u diskusiji o tome, da li je sporazum ovakav ili onakav ispravan, da ga je trebalo prije potpisivanja staviti na diskusiju kolektivima, i niz sličnih pitanja, već je potrebno prijeći na određena pitanja o izradi tarifnog pravilnika. Poslije ovoga diskusija se razvila zaista u smjeru izrade tarifnog pravilnika. Dok su drugovi *Havić* i *Milekić* objašnjavali primjenu Tarifnog sporazuma na tarifni pravilnik izgledalo je sve jasno i činilo se da ne će biti nikakovih poteškoća kod izrade tarifnih pravilnika, no da li će to biti i kod izrade, odnosno primjene sporazuma, to će se kasnije vidjeti.

Sve u svemu Tarifni sporazum je krupan korak u sređivanju našeg platnog sistema. *Mirko Jovanović*

Dohodak investicionog uzdržavanja osnovnih sredstava privrednih organizacija

Ako radove na investicionom uzdržavanju osnovnih sredstava izvodi privredna organizacija u vlastitoj režiji, onda se prema postojećim propisima takvi radovi smatraju vlastitim uslugama pa se imaju obračunati po stvarnim troškovima bez financijskog rezultata. Ovaj propis – s obzirom na realizaciju financijskog rezultata – ne pogađa one privredne organizacije, koje samostalno oblikuju prodajne cijene svojim proizvodima. Pogođene su međutim elektroprivredne organizacije, jer visinu prodajne cijene za električnu energiju utvrđuju nadležni državni organi po jedinstvenim osnovama za cijelo područje FNRJ.

Poduzeća za proizvodnju i za prijenos električne energije obavezno se udružuju u Zajednice elektroprivrednih poduzeća a ove u Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede. U smislu propisa Zakona o elektroprivrednim organizacijama, poduzeća za distribuciju električne energije postala su komunalne privredne organizacije, no i pored ove okolnosti ova poduzeća realiziraju svoje usluge – isto kao i udružena elektroprivredna poduzeća – kod Zajednice elektroprivrednih poduzeća.

Zajednice elektroprivrednih poduzeća nadoknađuju poduzećima iz grane djelatnosti 111, u smislu postojećih uvjeta, ugovorene, ekonomski opravdane troškove.

Poduzećima za distribuciju električne energije osiguran je u troškovima distribucije i minimalni osobni dohodak, uvećan za 50%. Iz toga slijedi, da je ovim poduzećima osiguran za određeni period: lični dohodak radnika po tarifnom stavu i još 20% na taj iznos u ime dohotka za pokriće svih ostalih potreba, koje se pokrivaju iz tog dijela dohotka kao: rezervni fond poduzeća, fond zajedničke potrošnje, osobni dohoci radnika iznad ličnih dohodaka po tarifnom stavu, te eventualno i obaveze prema društvenoj zajednici za doprinose iz dohotka poduzeća.

Poduzeća za proizvodnju i za prijenos električne energije osigurat će po istim propisima troškove poslovanja prema iskustvenim i tehničkim normativima i minimalni osobni dohodak uvećan za 75%. Ovim poduzećima se osiguravaju osobni dohoci po tarifnom stavu i 40% preko tog iznosa za podmirenje svih ostalih potreba, koje se pokrivaju iz dohotka. Manji se dohodak privrednim organizacijama za distribuciju električne energije priznaje zato, jer se pretpostavlja, da će narodni odbori općina osloboditi ova poduzeća kao komunalne privredne organizacije od plaćanja doprinosa iz dohotka poduzeća, što međutim po zakonu nisu dužni učiniti.

U vezi svega toga proističe da se primjena citiranog propisa o troškovima investicionog uzdržavanja ne može bez štetnih posljedica primjenjivati u poduzećima grane 111.

Elektroprivredna poduzeća sastavljaju svoj godišnji privredni plan i za djelatnosti: investiciono uzdržavanje osnovnih sredstava u vlastitoj režiji. Na toj režiji prema navedenom propisu ne mogu ukalkulirati dobitak.

Iz toga slijedi da elektroprivredna poduzeća osiguravaju ugovorom sa Zajednicom lične dohotke radnika po tarifnom stavu i nešto preko toga (distribucija 20%, a proizvodnja i prijenos 40%) samo na onu radnu snagu, koja je ukalkulirana na osnovnu djelatnost poduzeća, dok na djelatnosti investicionog uzdržavanja u vlastitoj režiji, striktnim primjenjivanjem citiranih propisa mogu ostvarivati samo osobna primanja u visini tarifnog stava. To međutim nije slučaj kod ostalih privrednih organizacija, koje same oblikuju prodajnu cijenu svojim proizvodima. Ova poduzeća mogu bez štetnih posljedica primjenjivati citirano tumačenje propisa o tretiranju dobitka u troškovima djelatnosti investicionog uzdržavanja, jer si tu razliku mogu kompenzirati u prodajnoj cijeni svojih proizvoda. To međutim poduzećima iz grane 111 nije omogućeno.

Potrebno bi bilo ishoditi od mjerodavnih organa propis prema kojem bi privredne organizacije iz grane 111 mogle u djelatnosti investicionog uzdržavanja osnovnih sredstava u vlastitoj režiji, ukalkulirati dohodak analogno kalkuliranju dohotka u osnovnoj djelatnosti. *Antun Alajbeg*

Primjena čeličnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV u gradu Splitu

U zadnje vrijeme postavljaju se čelične trafostanice u Zagrebu i još nekim gradovima, serijske proizvodnje poduzeća »Hidromontaža« Maribor i »Braće Kavurić« Zagreb. Moramo spomenuti da su još prije rata bile u Splitu montirane dvije čelične trafostanice te da je jedna od njih još u pogonu.

Ovim člankom nastojat ćemo iznijeti prednosti i nedostatke takvih stanica za primjenu u gradu Splitu.

Prema našem mišljenju prednosti čeličnih stanica su slijedeće:

1. Brza izrada zbog serijske proizvodnje.
2. Niža cijena koštanja od zidanih trafostanica.
3. Mala tlocrtna površina.
4. Mogućnost kasnijeg premještanja.
5. Dosta lijep izgled.
6. Lako uklapanje u okolni ambijent zbog specifičnosti izvedbe.

Mane čeličnih stanica su slijedeće:

1. Manji vijek trajanja.
2. Veći troškovi održavanja.
3. Otežano održavanje zbog minimalnog slobodnog prostora za pristup elementima postrojenja.
4. Otežano rukovanje stanicom kod nevremena.
5. Manji stepen iskoristivosti trafa zbog lošije ventilacije.
6. Povećanje gubitaka mreže zbog prisilne ventilacije ventilatorom.
7. Otežana lokacija u užem području grada radi potrebnog pristupa stanici sa tri strane.
8. Nemoguć transport u nekim djelovima grada radi uskih ulica.
9. Na terenima vrlo loše vodljivosti pojavljuje se problem uzemljenja, a s tim u vezi i zaštita od napona dodira i koraka.

Na temelju iznijetih prednosti i nedostataka čeličnih trafostanica »Elektrodalmacija« je oformila slijedeće mišljenje:

1. I nadalje prvenstveno graditi zidane trafostanice, a po mogućnosti u novogradnjama u sklopu blokovske izgradnje.
2. Čelične trafostanice montirati provizorno tamo gdje nije moguće momentano izgraditi zidanu trafostanicu i upotrebljavati ih samo kao provizorije.
3. Čelične stanice prilagoditi našim atmosferskim prilikama, nakon stečenog iskustva na već montiranim čeličnim stanicama.

Prednosti ovakvog mišljenja jesu:

1. Kod zidanih trafostanica građevinski dio se odmah izvađa za konačno stanje elektrifikacije tog područja.
2. Minimalno povećanje cijene koštanja građevinskog dijela izgradnjom rezervnih ćelija.
3. Montažu trafostanice moguće je izvesti u više etapa praktički bez prekidanja dijela stanice u pogonu.
4. Mogućnost ugradnje bilo koje vrste učinskih sklopki, kao i zamjene, sa minimalnim prekidima zbog rekonstrukcije.
5. Mogućnost povećanja instalirane snage trafa od 400 na 630 kVA ukoliko se zato pokaže potreba. (Već sada imamo u pogonu nekoliko trafostanica sa transformatorima od 630 kVA).
6. Veći osjećaj sigurnosti kod manipulacije postrojenjem u zidanim stanicama.
7. Veći stepen sigurnosti protupožarne zaštite. Odvajanje trafoprostora od ostalih dijelova postrojenja kod zidanih stanica.
8. Kod lociranja trafostanica u novogradnjama, tempo izgradnje trafostanice barem u građevinskom pogledu ide u korak sa stambenom izgradnjom. (Sada se nalaze u izgradnji četiri trafostanice locirane u novogradnjama).
9. Takovo rješenje je ujedno za distributera električne energije i najjeftinije, jer građevinski dio stanice izvodi o svom trošku investitor objekta.

Međutim još u toku 1957. naš Projektni biro izradio je prototip čelične trafostanice 10/04 kV za naše prilike. Posvećena je veća pažnja prirodnoj ventilaciji transformatora. Donji ventilacioni otvori izvedeni su u temelju stanice. Povećana je visinska razlika između ulaznog i izlaznog otvora. Dimenzije otvora za ventilaciju su povećane. Osim toga postoji mogućnost ugradnje trafa i od 630 kVA. Montaža i demontaža transformatora ne zahtijeva demontažu potpornih izolatora s nosačem na sabirnicama transformatora.

Po tome tipu je već izgrađena TS 10/04 kV »Travarica« u Trogiru i nalazi se u pogonu od svibnja 1957. Kućište trafostanice izradilo je Brodogradilište »Mosor« u Trogiru iz starog brodskog lima, a montažu trafostanice izvela je »Elektrodalmacija«.

U ožujku 1957., naručili smo kod »Hidromontaže« Maribor preko Elektroopskrbe Zagreb dvije čelične trafostanice koje su isporučene u veljači 1958. Sa tako dugim rokom isporuke ne možemo biti zadovoljni i vjerujemo da će rok dobave ubuduće biti mnogo kraći, jer je brza isporuka i manja cijena jedna od prednosti upotrebe ovih stanica.

Daljnji razvoj elektrifikacije grada pokazat će da li je naša ocjena bila dobra ili ne.

Razna distributivna poduzeća odnosno projektantske organizacije projektiraju i grade trafostanice svaki po svom nahođenju, pa imamo velik broj raznih tipova stanica. Trebalo bi organizirati savjetovanje projektanata i distributivnih poduzeća radi tipizacije šeme djelovanja i pojedinih elemenata postrojenja.

Mirko Goluža

Potreba rekonstrukcije hidroelektrane Jaruga I

Izgradnja nove Jaruge je trebala u cijelosti zamijeniti dotrajalu elektranu Jaruga I. Ovo je nastojanje bilo razlogom, što se je rekonstrukcija Jaruge I pričinjala kao nepotreban trošak, jer da je ona potrebna da izdrži samo do izgradnje nove Jaruge. Međutim u očekivanju izgradnje nove Jaruge hidrotehnički uređaji stare Jaruge se danas nalaze u stanju krajnje dotrajalosti.

Problem stare Jaruge mogla bi jedna rekonstrukcija ukloniti, jer bi elektranu bilo moguće i proširiti, a instaliranu snagu povećati. No HE Jaruga I. po svojoj lokaciji nije mogla biti takmac još mnogo jačoj i novoj Jarugi II. Radi toga nije tada ova mogućnost bila posebno razmatrana.

Niz problema je utjecao na odluku izgradnje Jaruge II., a tempo izgradnje jačih energetskih objekata unio je danas nove momente, koji ne čine više ovo pitanje toliko aktuelnim.

Realizacija od 150 milijuna kWh u novoj Jarugi bazirala se je na protoku Skradinskog buka. Slapovi Krke bi se pretvorili u kotline, što bi u prirodi ovog čuvenog objekta imalo i drugih posljedica, koje se ne bi moglo dugo gledati. Ovdje ne može biti kompromisa između elektrane i slapova. Nova Jaruga ne može njegovati slapove, jer bi u tom slučaju oni postali odviše skupi. U sistemu nove Jaruge prema tome se može dobiti samo jedno: energiju ili slapove. Prema navedenim činjenicama moguće je u ovom pitanju jedno rješenje.

Lokacija stare Jaruge rješava oba važna faktora na taj način, što nikako ne utječe na slapove Krke te postizava na donjem neprimjetnom uglu proizvodnju električne energije, kao stari 54-godišnji pogon, od 41 milijuna kWh.

Pogledom na slapove Krke teško je otkriti postojanje energetskog objekta Jaruga I. U ovom se pored ostalih ističe prošla godina sa protokom od 1.452,000.000 m^3 vode, koji su protekli Skradinskim bukom, a tek zatim elektrana je na donjem uglu neprimjetno odvojila oko 822,550.000 m^3 vode, kojom je proizvela 41,100.000 kWh električne energije, dok je ostatak od 629,450.000 m^3 vode protekao pored ulazne brane stare Jaruge u more.

Ova činjenica upućuje na to, da bi elektrana, kad bi se proširio kapacitet stare Jaruge na samu polovinu ovog neskorištenog protoka, povisila proizvodnju na oko 50 do 60 milijuna kWh.

Ovakvo rješenje, koje ne teži za prevelikim energetskim učinkom ne remeti ljepotu i jačinu slapova. Hidrotehnički uređaji stare Jaruge, bez obzira na izgradnju nove Jaruge su u toku osposobljavanja. Izrađen je projekt nadvišenja dovodnog kanala pogonske vode, uz rekonstrukciju građevine i mosta za nove rešetke. Ovi radovi imaju bazu za daljnje povećanje kapaciteta elektrane na kojoj su moguće dvije varijante. Prvo: projekt za nadvišenje dovodnog kanala ide u prilog s tim, da se na otvorenom dijelu proširi čime bi se umanjili današnji gubici i postigao veći protok za iskorištenje instalirane snage elektrane od 8.000 kW. Time bi uz faktor snage od 0,8 povisili proizvodnju za oko 6,000.000 kWh. Ovim bi se uz obnovu dotrajalih objekata još više opravdali troškovi rekonstrukcije. Druga varijanta: već postojeći projekt proširio bi se na nešto jaču rekonstrukciju, vodeći računa o nekim postojećim objektima, koji bi se na današnjoj lokaciji elektrane teže mogli mijenjati. Kako je poznato današnja je elektrana u svoje vrijeme bila projektirana na dvostruko veći pad nego što ga ona danas koristi. Ova okolnost može orijentirati na snagu od 10.000 kVA, koja bi se podigla na temelju rekonstrukcije današnjih turbina, kao i na zamjenu generatora, koji u dogledno vrijeme trebaju glavni remont uslijed oštećenja u ratu kao i zbog 21 godine njihovog trajnog pogona. Rekonstrukcijom bi se ostvarila i jača rezerva u slučajevima nužde u susjednoj Tvornici aluminija, u kojoj je i današnja Jaruga u prošlim, doduše rjeđim, slučajevima spriječila moguće štete.

Današnji novi momenti opravdavaju rekonstrukciju stare Jaruge, koja bi time kao najstarija hidroelektrana produžila svoj rad sa većom proizvodnjom u skladu s prirodom slapova Krke.

Krsto Antunac

Širenje republičke mreže tokom godine 1958.

Uvod

Elektroenergetska prenosna mreža razvijena je danas u Hrvatskoj u tolikoj mjeri, da se nepriključena područja mogu relativno brzo priključiti. Na taj način može se postići brži privredni razvoj velikih područja republike tokom daljnjih 10 godina, jer količine koje bi bile potrebne iznose nešto preko 100 milijuna kWh.

Širenje 30—35 kV mreže potrebno je u cilju mehaniziranja radova u poljoprivredno bogatim područjima, u cilju stavljanja industrije u nepriključenim područjima u isti položaj u pogledu cijena električne energije s ostalom industrijom, u cilju poticanja uzgoja šuma u podrujima otočja i obalnog pojasa, te u svrhu većeg iskorištenja razdjelne i razvodne mreže u područjima, koja su danas nedovoljno napajana iz lokalnih i industrijskih elektrana. Ovo pitanje bilo je opširnije obrađeno u prikazu: »Pitanje priključaka neelektrificiranih područja na elektroenergetsku mrežu u Hrvatskoj« (*Energija* 1957, br. 3—4, str. 47—55).

Tokom 1957.—1958. vršena su manja ulaganja u širenje republičke mreže nego što bi bilo poželjno. Priključci se danas vrše na otocima Hvaru i Krku, u daruvarskom području, te u istočnoj Slavoniji i Baranji.

Slijede prikazi projektanata, izvođača i nadzornih organa (investitora) o napredovanju radova na pojedinim potezima.

PRIKLJUČAK OTOKA HVARA

U eri elektrifikacije jadranskog otočja ostvaruje se ovih dana povezivanje otoka Hvara na elektroenergetsku mrežu Dalmacije.

Bračani su riješili pitanje elektrifikacije svoga otoka još 1956. godine. Izgradivši u Postirama 30/10 kV trafostanicu i povezavši je podmorskim kabelima sa transformatorskom stanicom 110/30 kV »Dugirat«, postavljena je osnova za intenzivnu elektrifikaciju.

Ovo je ostvarenje predstavljalo osnovu za elektrifikaciju otoka Hvara i Visa. Ono je djelovalo kao snažan impuls i pokrenulo široku inicijativu Hvarana, da se i njihov otok električki poveže na stabilan i daleko ekonomičniji elektroenergetski sistem nego što su do danas iskorištavane lokalne termoelektrane.

Naročitu zaslugu za pokretanje i konačno rješavanje ovoga problema otoka ima Odbor za elektrifikaciju otoka Hvara i sami otočani, koji su svojim samodoprinosom dali početnu financijsku osnovu za elektrifikaciju otoka. Ovakav ozbiljan i nesebičan stav otočana, kao i realna ocjena potrebe elektrifikacije otoka, ponukali su najviše organe naše Narodne vlasti da dodijele iz odgovarajućih fondova potrebna financijska sredstva i na taj način omoguće brži razvoj turizma i privrede na otoku.

Institut za elektroprivredu, Zagreb izradio je elaborat o elektrifikaciji otoka Hvara, koji je poslužio kao osnova elektrifikacije otoka. Osnovna koncepcija elektrifikacije je: povezati dalekovodom 30 kV potojeću transformatorsku stanicu 30 kV u Postirama (Brač) sa trafostanicom 30 kV, koju treba izgraditi u Starigradu na Hvaru. Dio ovoga dalekovoda, između Brača i Hvara, treba izgraditi kao podmorski kabel. Od TS 30/10 kV »Starigrad« će se 10 kV vodovima distribuirati energija potrošačima: gradu Hvaru, radiostanici u Hvaru, Starigradu, Jelsi, Vrboskoj, Vrbanju i ostalim mjestima zap. dijela otoka.

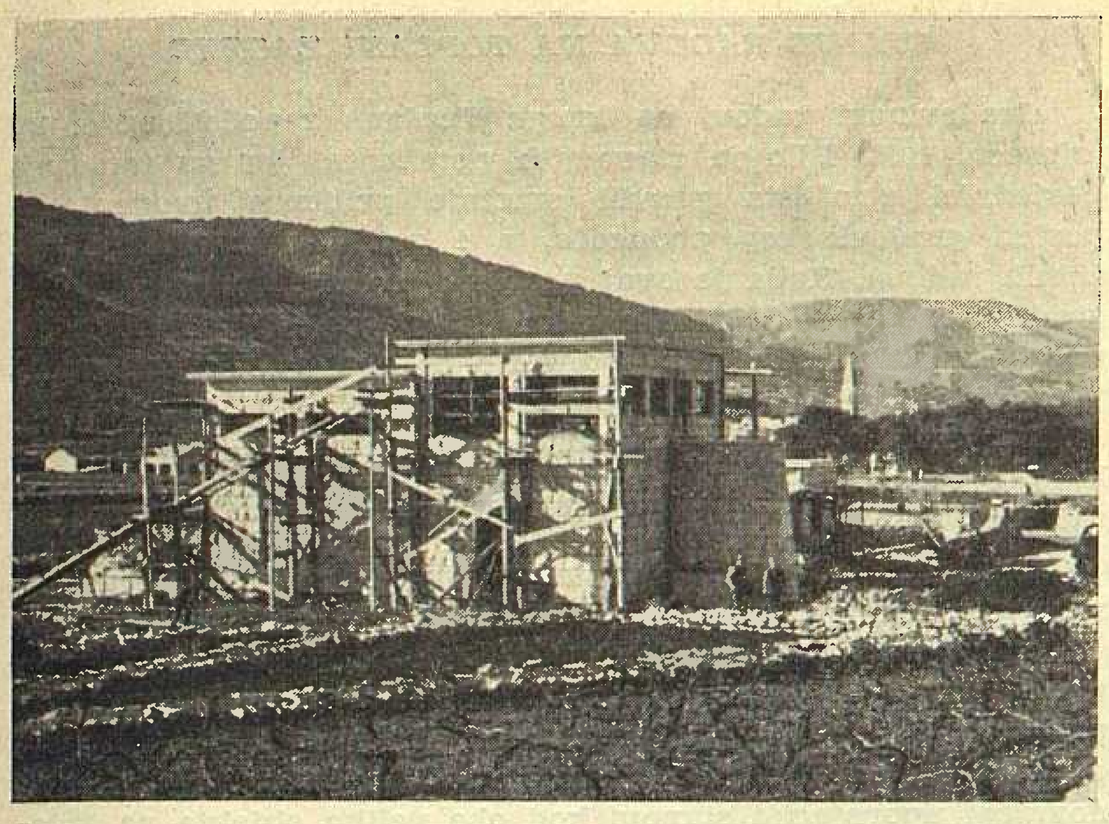
Odbor za elektrifikaciju otoka Hvara povjerio je projektnom birou poduzeća »Dalekovod« izradu generalnog i glavnog projekta za dalekovod 30 kV Brač—Hvar i TS 30/10 kV »Starigrad«.

Projekti su na vrijeme bili gotovi, tako da se moglo pravovremeno pristupiti izgradnji ovih objekata.

Trasa dalekovoda je određena komisijskim očevidom predstavnika investitora, zainteresiranih ustanova i projektanta. Prethodno je Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, izvršio echografsko snimanje profila morskog dna u Hvarskom kanalu ultrazvučnim dubinomjerom, te na osnovu rezultata mjerenja odabrao najpogodniji profil za polaganje podmorskog kabela. (Vidi o tomu »*Energija*« br. 11.—12./1957. str. 338).

Na želju »Elektrodalmacije«, koja će dalekovod preuzeti u svoja osnovna sredstva i na održavanje, odlučeno je da se vod projektira sa vodičem Cu 3 × 50 mm² (kako je to predviđeno i u elaboratu »Elektrifikacija otoka Hvara«). Povod takvoj želji je bojazan, da bi vodiči od alučela bili izvrgnuti razornom djelovanju korozije uslijed relativno velikog saliniteta zraka u području, kojim će dalekovod prolaziti. S istog je razloga odlučeno da se dio dalekovoda od rta Smočiguzica do Starigrada na Hvaru izgradi na armirano-betonskim stupovima.

Na mjestima, gdje je djelovanje južnog vjetra, koji sobom nosi sitne čestice morske vode, manje intenzivno, t. j. na otoku Braču, predviđeno je da se vod izgradi na čelično rešetkastim stupovima.



Sl. 1. TS 30/10 kV Starigrad na Hvaru u gradnji

Osnovne karakteristike dalekovoda su ove:

Ukupna dužina dalekovoda	20,013 km
Dužina dionice na Braču	13,357 km
Dužina dionice na Hvaru	6,656 km
Dužina dionice podmorskog kabela	4,000 km
Materijal, broj i presjek vodiča	Cu, 3 × 50 mm²
Materijal, broj i presjek zaštitnog užeta	Če II, 1 × 35 mm²
Kabel, tip, materijal, broj i presjek vodiča NHEKRAA	3 × 50 mm²
Izolatori	Kapasti porculanski K 170/270

Stupovi:

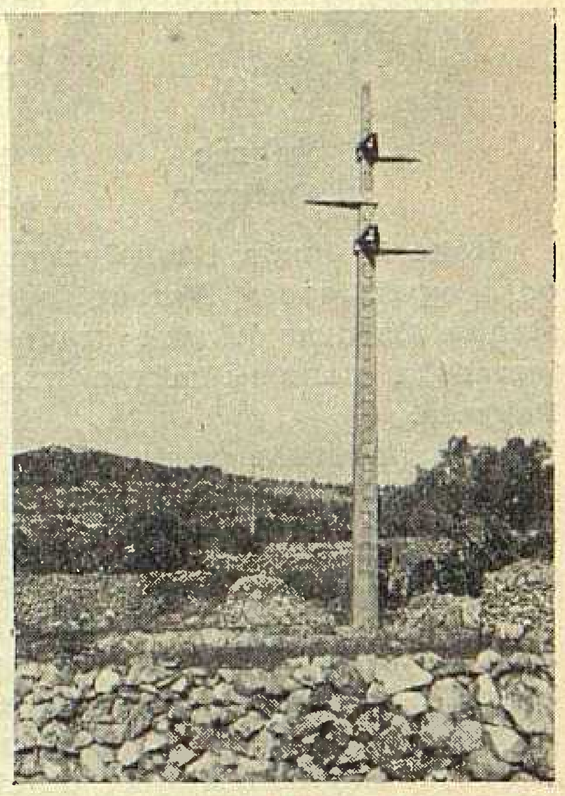
a) Dionica na Braču	Čelično rešetkasti
Ukupan broj stupova	75 kom
Nosnih	67 kom
Zateznih	8 kom
b) Dionica na Hvaru	Armirano betonski lijevani
Ukupan broj stupova	35 kom
nosnih	30 kom
zateznih	5 kom
Prosječni raspon	184 m

Prilikom projektiranja dalekovoda trebalo je voditi računa o posebnim uslovima, koji se moraju zadovoljiti, s obzirom da je u njega uklopljena dionica podmorskog kabela. Oceanografskom analizom morfoloških karakteristika dna i ispitivanjem vrsta dna metodom sedimentacije te mjerenjem strujanja morske vode osigurano je, da će se kabel nakon polaganja nalaziti u takvoj sredini, koja ne će imati negativnog utjecaja na pojavu kvarova uslijed elementarnih uslova, koji vladaju pod morem. Ukopavanjem kabela u morsko dno neposredno uz obalu, spriječit će se njegovo oštećenje od djelovanja valova a postavljanjem oznake — obrnuto sidro — na kabelske kućice, upozorit će se brodovi, da je u tom području zabranjeno sidrenje.

Velika opasnost za kabele dolazi iz zračnih dijelova dalekovoda. U njima mogu da se pojave prenaponi unutarnjeg i atmosferskog porijekla.

Bilo je potrebno predvidjeti što efikasniju zaštitu kabelske izolacije od djelovanja eventualnih prenapona. Specijalnu ulogu igra u ovom slučaju dobro uzemljenje stupova, jer se time smanjuje mogućnost t. zv. »Obrtnog preskoka«, t. j. prenaponskog električnog luka između zaštitnog užeta i vodiča, čime bi se izgubila funkcija zaštitnog užeta, a vodiči doveli u situaciju da vode prenaponski val u kabel. Naročito bi to bilo opasno, kada bi se »obrnuti preskok« desio na stupovima u blizini kabelskih kućica, te je s toga razloga posvećena naročita pažnja uzemljenju ovih stupova.

Radovi na gradnji dalekovoda vrše se normalnim tempom. Na hvarskoj dionici su već izgrađeni svi armirano-betonski stupovi, dok će čelično-rešetkasti stupovi na Braču svi biti podignuti do konca marta. Montažna grupa je već započela montažom izolatora, zaštitnog užeta i vodiča, tako da će i taj posao biti dovršen do kraja aprila. Kabelske kućice su dovršene. Građevinski dio transformatorske stanice »Starigrad« je završen, a montaža električnih aparata započeta tako, da će i taj posao biti gotov do kraja travnja. Također se radi i na vodu 10 kV koji će spajati TS »Starigrad« sa mjestom Hvar. Sve ove poslove izvodi poduzeće »Dalekovod« i svi će biti dovršeni do 1. svibnja t. j., do početka ovogodišnje turističke sezone.



Sl. 2. Dalekovod 30 kV na Hvaru u gradnji.

Podmorski kabel je naručen u Tvornici kabela Svetozarevo, koja je već izradila više sličnih podmorskih kabela: 10 kV Zadar-Preko i 30 kV Jadranovo–Krk, te već ima na tom području potrebno iskustvo. S obzirom na to, da ova tvornica mora dati i odgovarajuću garanciju za kabel, to ona zahtijeva, da kabele njene proizvodnje polaže specijalizirano poduzeće, jer o stručno položenom kabelu u mnogome ovisi i njegov vijek. Kao rezultat ovih nastojanja razvila se na tom području uska suradnja između T. K. Svetozarevo i poduzeća »Dalekovod« i formirala grupa, specijalizirana za polaganje podmorskih kabela. Ova grupa već priprema potrebnu mehanizaciju, kojom će opskrbiti odgovarajući plovni objekt i osposobiti ga za polaganje svih vrsta podvodnih kabela.

Kabel će biti trožilni s papirnatom izolacijom, s posebno poolovljenim žilama i armaturom od pocinčane čelične žice, te vanjskom antikorozivnom zaštitom od dva sloja jute. Promjer čitavog kabela je oko 83 mm, a težina 20–22 kg/m.

U tvornici će se kabel izraditi u dva dijela, te će se transportirati do Splita u tri vagona. Na brod će biti prekrcan pomoću specijalnog uređaja i složen u svitke položene na palubu. Tom prilikom će se izvršiti spajanje oba dijela kabela, bez spojnica, a nakon toga će se pristupiti samom izvođenju polaganja kabela u more.

Ovo će se izvršiti tokom mjeseca travnja ove godine.

Prvi svibanj će najvjerojatnije biti datum puštanja u pogon dalekovoda 30 kV Brač–Hvar.

Ing. Koloman Vagman, Dalekovod, Zagreb,

PRIKLJUČAK OTOKA KRKA NA MREŽU

Na otoku Krku postoji lokalna elektrifikacija, koja ne zadovoljava potrebe tamošnjeg stanovništva. Osvjetljenje je omogućeno samo od 17 do 23 sata.

Zbog toga se ukazala neophodna potreba izgradnje 30 kV voda iz elektrane *Nikola Tesla.*

Kabel do rta Voščice na otoku Krku položen je početkom listopada 1958. Radovima na izgradnji nadzemnog voda pristupilo je poduzeće *Dalekovod* sredinom prosinca 1958.

Kako se ovaj vod proteže dijelom na kopnu, a dijelom na otoku, to je bilo potrebno provesti odgovarajući plan izgradnje tako, da izgradnja voda bude na vrijeme dovršena. Premda je teren dosta težak, radovi napreduju preko predviđenog plana. Na gradilištu se nalazi sav materijal potreban za izgradnju, kao i dovoljan broj radne snage i transportnih sredstava.

Do sada je izvedeno betoniranje temeljnih dijelova stupova 30 kom. od ukupno 113, iskopani su svi temelji, izvedeni su svi pripremni radovi. Konstrukcije stupova su sastavljene.

Poduzeće je od strane lokalnih vlasti dobilo punu potporu i pomoć u pogledu radne snage, smještaja i drugih neophodnih uvjeta za dobru organizaciju i za život radnika na gradilištu.

Za ovaj rad bilo je potrebno izvršiti iskop od 1346 m³, 1196 m³ betona, izraditi i podići 113 željezno-rešetkastih stupova i montirati 20 km (odnosno 60 km) vodiča i 20 km zaštitnog užeta.

J. Ahel, Dalekovod

PRIKLJUČAK DARUVARSKOG PODRUČJA NA MREŽU

Započela je izgradnja 35 kV prijenosnih postrojenja na potezu Međurić – Pakrac – Daruvar.

U gradnji su transformatorske stanice 35/10 kV Pakrac i Daruvar.

Projektirane instalirane snage stanica:

	I. etapa MVA	Konačna izgradnja MVA
Pakrac	1 × 1,0	2 × 4,0
Daruvar	1 × 1,6	2 × 4,0

Kako bi imala i lokalna privreda već u izgradnji koristi od ovog prijenosa, Narodni odbori angažirali su za izgradnju stanice Daruvar lokalno građevno poduzeće *Daruvar,* a za izgradnju stanice Pakrac zanatsku radnju *Jedinstvo* iz Pakraca.

Ova poduzeća pristupila su istovremeno gradnji u rujnu 1958. i do konca prosinca – zahvaljujući povoljnim vremenskim prilikama – stavila su oba objekta pod krov. U tom stadiju izvedbe će gradnje prezimiti.

Zgrade transformatorskih stanica projektirane su prizemno. U zgradama transformatorskih stanica smještene su 30 kV i 10 kV ćelije sa uređajima, ćelije kućnog transformatora, aku-baterije te sabirnice. Kućica za čuvara izgrađena je kao samostojeći objekat uz glavne ulaze. Ostali objekti: plato sa postoljima za transformatore, ograde i prilazne ceste.

Svi zemljani radovi na stanici Daruvar, oko izgradnje platoa, pristupnog puta, iskopa temelja za zgradu i transformatore izvršeni su na dobrovoljnoj bazi.

Projekat za 35 kV vod Međurić – Pakrac – Daruvar je dovršen.

F. Rolih, Dalekovod

PROŠIRENJE 30 kV MREŽE U ISTOČNOJ SLAVONIJI

Tokom godine 1958. izgrađena su slijedeća prijenosna postrojenja: DV 30 kV Osijek – Kneževi Vinogradi i TS Kneževi Vinogradi 2,5 MVA. Prijenos je pušten u pogon u rujnu 1958.

Stanica Osijek – Zapad 4 MVA, puštena je u pogon u srpnju 1958. DV 30 kV Kriva Bara – Vukovar i TS Vukovar, 2,5 MVA, pušteni su u pogon u travnju 1958.

U gradnji su slijedeća postrojenja:

Osijek – Valpovo: građevinski je dovršena stanica Valpovo. Našice – Podravska Slatina: započeta je gradnja stanice P. Slatina.

Ing. S. Maravić

STANJE RADOVA NA TOPLANI ZAGREB

Građevinski radovi na krugu Toplane započeli su u 12. mjesecu, 1958. Bilo je stanovitih poteškoća, jer su tamošnji posjednici zemljišta pravili smetnje prilikom uvođenja u posjed građevinskog poduzeća, a i prilikom izvođenja početnih radova. Kada je ovaj problem bio riješen, uvedeno je građevinsko poduzeće »Tehnika« u posao. Započelo se je s pripremnim radovima (podizanje baraka za upravu gradilišta, skladište i pristupni put).

Istovremeno izvršeno je skidanje humusa sa površina na kojima će se nalaziti upravna zgrada, garderoba, skladište i radionica.

R a d o v i n a k o l o s i j e k u izvode se prema odobrenom glavnom projektu, te postoji potrebna građevna dozvola kako za kolosijek, tako i za radove na prelaganju raznih telefonskih i električnih vodova. Radovi uglavnom napreduju povoljno, pa je trup nasipa dovršen oko 75%. Manji betonski objekti duž cijele trase dovršeni su u cijelosti. Nadalje su dovršeni upornjaci i stupovi kod oba velika objekta na kolosijeku, a to su nadvožnjak preko Autoputa i most preko glavnog odvodnog kanala. Vrše se pripreme za dovršenje armirano-betonskih ploča na oba objekta, te će se pristupiti betoniranju, čim to vremenske prilike dozvole.

U dijelu pruge kod odvojne okretnice od glavne pruge Zagreb–Sesvete ugrađuje se skretnica, te će u najskorije vrijeme biti položeno cca 1.800 m kolosijeka.

Prema predviđanjima pruga će u cijelosti biti završena tokom mjeseca travnja, tako da će moći poslužiti prilikom dovoženja materijala i konstruktivnih dijelova za izradu glavne pogonske zgrade. Preostat će samo da se dovrši rasplet kolosijeka na krugu Toplane, čiji je dovršetak predviđen za mjesec lipanj.

Ova okolnost, međutim, ne će biti od važnosti za samu gradnju objekata Toplane, jer će rasplet kolosijeka biti potreban tek kada se započne dopremom ugljena.

T o p l i n s k a m r e ž a. Radovima na terenu još se nije pristupilo. Sklopljen je ugovor s projektnom organizacijom »Mašinoprojekt« za izradu glavnih projekata magistralnih parovoda i vrelovoda.

Uskoro će se pristupiti i izradi glavnih projekata priključaka prvih potrošača termoenergije iz Toplane.

Prema ugovorima, svi ovi projekti trebaju biti dovršeni do konca ove godine. U međuvremenu će se na osnovu odobrene lokacije srediti situacija na terenu, kako bi se odmah 1960. godine, a nakon odobrenja glavnih projekata, moglo pristupiti izvođenju.

VIJESTI ZAJEDNICE ZA DESIGN I INSTITUTA

Peto, šesto i sedmo redovno zasjedanje Upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

PETO REDOVNO ZASJEDANJE

održano je 5. 9. 1958

Davanje garancija za investicionu izgradnju

Poseban problem za elektroprivredu predstavlja davanje garancija za gradnju elektroenergetskih objekata. Taj je problem tim veći kad se pojavljuje izgradnja većih objekata, jer se moraju osigurati znatna sredstva na ime garancije za dobivanje potrebnog zajma. Na ovom zasjedanju UO je zaključio, da se dadu garancije za podizanje zajma kod Jugoslavenske investicione banke iz sredstava Općeg investicionog fonda za elektroprivredne objekte, koji su ušli u plan izgradnje za 1958. kao i za one objekte, koji se već grade. Prema tome garancija se daje za ove objekte:

DV 110 kV Kopar–Buje, Mostar–Ston, Sisak–Međurić; TS 110/35 kV Međurić i Zadar; TS 220/110 kV Mraclin; TS 110/50 kV Vlaška, TE Zagreb, HE Dubrovnik.

Ovo su objekti, koji su ušli u plan izgradnje za 1958., no ima i velik broj objekata koji se već grade, odnosno čija je gradnja u toku, a za koje će se također trebati dati garancija.

Izvještaj stručne komisije o gradnji HE Dubrovnik

Kod gradnje novih elektroenergetskih objekata rijedak je slučaj da se već nakon skoro potpune dokumentacije formira stručna komisija, koja bi imala neki zadatak u vezi sa gradnjom. No, gradnja HE Dubrovnik spada u red baš tih rijetkih slučajeva. Naime na rijeci Trebišnjici imaju se graditi dvije hidroelektrane i to: HE Grančarevo i HE Dubrovnik, s razlikom što se prva nalazi na teritoriju NR Bosne i Hercegovine, a druga na teritoriju NR Hrvatske. Baš uslijed tih momenata pojavilo se i mišljenje o osnivanju jednog ili dvaju investitorskih poduzeća. Komisija koju je formirala ova Zajednica imala je upravo zadatak da ispita ekonomske i tehničke prednosti jednog i drugog mišljenja. Nakon detaljne analize, Komisija je podnijela UO-u iscrpan izvještaj s prijedlogom, da se osnuju dva posebna i međusobno nezavisna investitorska poduzeća i to: HE Dubrovnik u Dubrovniku i HE Grančarevo u Trebinju. Ovakav prijedlog je jednoglasno prihvatio Upravni odbor.

Izvještaj o proizvodnji i razmjeni električne energije

Iz izvještaja, koji je podnešen UO-u sagledani su svi problemi u vezi ostvarene i predvidive proizvodnje električne energije, zatim ugovori o cijenama električne energije sklopljeni s direktnim potrošačima i dobavljačima električne energije.

Pored toga podnijet je izvještaj s prijedlogom za korigiranje plana za 1958. s tim da se UO-u JUGEL-a dostave ovi zaključci:

da prihvati korigirani prijedlog plana elektroprivrede i da utvrdi način za izravnanje razlika kod pojedinih Zajednica putem fonda za izravnanje kod JUGEL-a;

da poduzme korake kod nadležnih organa za oslobođenje od doprinosa udruženih poduzeća;

da se poduzmu koraci kod nadležnih organa da se nepokriveni dio dohotka distributivnih poduzeća pokrije regresom iz saveznog budžeta.

ŠESTO REDOVNO ZASJEDANJE

održano je 6. 11. 1958

Osnivanje poduzeća u izgradnji HE Dubrovnik

Na ovom zasjedanju donesena je jedna veoma važna odluka UO-a. Radi se o osnivanju poduzeća u izgradnji HE Dubrovnik sa sjedištem u Dubrovniku. Ovaj zaključak je još jedan dokaz napora, koji se ulažu za poboljšanje energetske situacije ne samo u našoj republici već u cijeloj zemlji. Poduzeće je osnovano sa 1. 11. 1958. godine, a radovi na izgradnji objekta započet će čim se doznače odobrena sredstva.

Za direktora poduzeća u izgradnji HE Dubrovnik imenovan je drug Mato Bazdan. Upravni odbor je istovremeno odobrio i organizacionu shemu poduzeća s rasponima tarifnih stavova za pojedina radna mjesta. Ovdje je potrebno istaći, da se javljaju prilično velike poteškoće kod određivanja ukupnih primanja visokostručnih kadrova. Objekti se često, i u većini slučajeva, nalaze daleko od gradova, od komunikacija, pa normalan život iziskuje znatno veća novčana sredstva. Stoga se postavlja pitanje što treba da bude baza za plaće kod poduzeća u izgradnji.

Budući da ima više mišljenja o bazi za plaće kod poduzeća u izgradnji, to su i plaće različite. One su često puta manje od plaća u poduzeću, koje je u eksploataciji, pa je stoga i teže angažirati visokostručan kadar za takove objekte. Pomanjkanje kadra prouzročuje teže napredovanje radova na pojedinim objektima. Ovom problemu bi trebalo ozbiljno pristupiti i riješiti ga na način, koji će stimulirati kadar, koji je vezan za izgradnju takovog objekta. Zbog toga je Zajednica pristupila razmatranju toga problema, pa će se uskoro pojaviti i prijedlog u tom smislu pred Upravnim odborom Zajednice.

Izvještaj komisije za stipendije i uzdizanje kadrova

Izvještaj, koji je podnijela komisija, bio je veoma opširan i iscrpan. U izvještaju je prikazan rad komisije za uzdizanje kadrova putem specijalizacija u inozemstvu i putem stipendiranja na fakultetima u zemlji. Upravni odbor je ovlastio komisiju da putem elektroprivrednih poduzeća izvrši izbor tema, koje se odnose na sjecijalizaciju u inozemstvu, te da napravi jedan perspektivni plan specijalizacije naših stručnjaka. Takav plan bi imao za zadatak rješavanje najakutnije problematike u elektroprivredi.

Upravni odbor je također odobrio podjelu 5 stipendija na Elektrotehničkom fakultetu, 3 stipendije na Ekonomskom fakultetu, 1 stipendiju na Strojarsko-brodograđevnom fakultetu i 5 stipendija na Srednjoj tehničkoj školi.

Iz svega slijedi, da je briga za kadrove u porastu, no ona treba da bude još veća, jer mi moramo biti spremni preuzeti gotov objekat u eksploataciju, a to ćemo biti samo onda, ako budemo permanentno pripremali kadrove na način kako smo počeli.

Određivanje organa društvene kontrole kod poduzeća u izgradnji

Kroz praksu se pokazala potreba za osnivanje jednog organa društvene kontrole kod poduzeća u izgradnji, pa je stoga Upravni odbor na prijedlog Izvršnog vijeća Sabora donio zaključak, da se takvi organi osnuju, te da budu sastavljeni od predstavnika ovako: 2 iz Izvršnog vijeća Sabora, 2 od nadležnog NO kotara, 1 od strane Zajednice i 2 od dotičnog poduzeća u izgradnji. Nadležnosti toga organa bit će propisane posebnim pravilnikom.

Odobravanje troškova distribuciji

Iako su distributivna poduzeća formalno izvan udružene elektroprivrede, ona su ipak vezana, pored čisto stručne, i financijskom vezom za elektroprivredu. Kako su se u tim odnosima pojavili stanoviti nedostaci, valja potražiti izlaza iz tih nedostataka, pa je stoga UO zaključio da se član 50. stav 2. Zakona o elektroprivrednim organizacijama izmijeni i da tako izmijenjen glasi:

> Elektroprivredna zajednica odobrava distributivnim poduzećima na ime troškova distribucije njihove individualne troškove distribucije.

Usvajanjem ovoga prijedloga poboljšali bi se odnosi između Zajednice i distributivnih poduzeća.

SEDMO REDOVNO ZASJEDANJE

održano 27. 12. 1958

Prijedlog plana izgradnje prijenosnih postrojenja 110 i 220 kV za 1959. godinu

Jedan od glavnih objekata, koji bi trebalo početi graditi svakako je dalekovod 220 kV Split–Mraclin. Ovaj je dalekovod naime u toliko važniji što će vezivati područje Dalmacije sa Zagrebom, odnosno unutrašnjim područjima. Taj dalekovod bi trebao biti gotov zajedno sa dovršetkom Dalmatinskih hidroelektrana. Imajući u vidu tu važnost Upravni je odbor donio zaključak da se Upravnom odboru Zajednice jugoslavenske elektroprivrede ukaže na hitnu potrebu početka radova na tom dalekovodu, koji trebaju početi ove godine, kako bi dalekovod bio na vrijeme gotov.

Pored zaključka o gradnji dalekovoda Split–Mraclin donesen je još jedan veoma važan zaključak da se financiranje istražnih radova na Đerdapu vrši iz posebnih sredstava t. j. izvan sredstava Fonda za studije i istraživanja jugoslavenske elektroprivrede. Ukoliko se ovaj zaključak prihvati, onda se predlaže da U. O. JUGEL-a u 1959. izdvoji iznos od Din 300 milijuna za početak izgradnje najkritičnijih trafostanica i dalekovoda 110 kV koji zbog pomanjkanja sredstava nisu ranije predviđeni.

Upravni odbor je nadalje konstatirao da će u slučaju neprihvaćanja od strane JUGEL-a pojedinih dalekovoda i trafostanica 110 kV u planu izgradnje za područje NRH, neminovno izazvati povećanje troškova izgradnje već u narednoj, 1960 godini, jer gledajući potrošačke rajone, ovo se ne će moći duže odgađati.

Prihvaćen Pravilnik o radnim odnosima

Pozivom na odredbe člana 39. i 41. Zakona o elektroprivrednim organizacijama, te čl. 346 i dr. Zakona o radnim odnosima kao i drugih važećih propisa, Upravni odbor je donio Pravilnik o radnim odnosima.

Pravilnik sadrži ove odredbe: o zasnivanju radnog odnosa, o raspoređivanju radnika na radno mjesto, odnosno poslove, o radnom vremenu, o odnosima i dopustima, o materijalnoj odgovornosti radnika, o radnoj disciplini, o disciplinskoj odgovornosti, disciplinskim kaznama i disciplinskom postupku, o zaštiti na radu, o posebnoj zaštiti žena, omladine i invalida u radnom odnosu, o prestanku radnih odnosa, o pravu prigovora i žalbe i na kraju, o ovlaštenjima za donošenje rješenja o radnim odnosima.

Pravilnik sadrži 146 članova, što je dokaz iscrpnosti materije iz područja o radnim odnosima. Ovaj Pravilnik je prihvaćen i od strane Općinskog sindikalnog vijeća, a vrijedi za radni kolektiv Zajednice.

Osnivanje sindikalnog odmarališta elektroprivrede

Pitanje odmarališta se prilično dugo poteže, bilo to na sastanku sindikalne organizacije ili na nekom drugom sastanku.

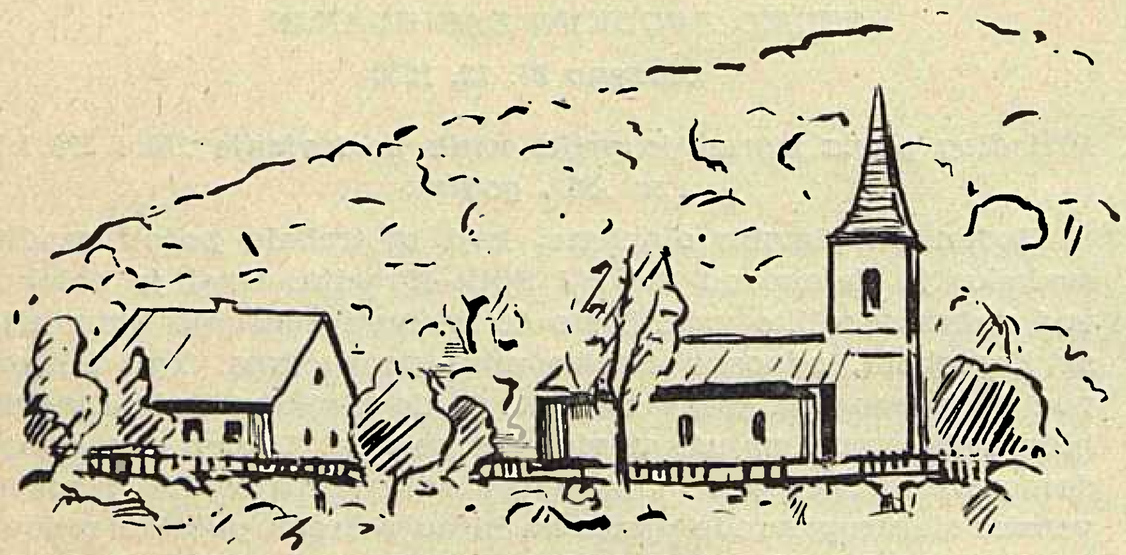
Postavljalo se pitanje, da li ići na odmaralište samo za Zajednicu, odnosno radni kolektiv Zajednice ili na odmaralište za elektroprivredu Hrvatske, zatim da li ići na jedan objekat ili ići na više objekata na raznim područjima. Da bi se to pitanje privelo kraju, donesen je zaključak, prema kome se ovlašćuje glavni direktor da formira komisiju, koja će ispitati sve potrebne elemente i podnijeti prijedlog Upravnom odboru na rješenje.

Ovo se rješenje očekuje s priličnim interesom, tim više što elektroprivreda do danas nema svoga odmarališta, za kojim se osjeća sve veća potreba.

Elektrificirat će se rodno selo Nikole Tesle

Jugoslavensko društvo za širenje i unapređenje nauke i tehnike *Nikola Tesla* povelo je akciju za elektrificiranje njegove rodne kuće i rodnog mu sela Smiljan, u blizini Gospića.

Elektrifikacija izvršit će se na ovaj način: Poduzeće *Elektrolika* izgradilo je spojni vod 10 kV iz transformatorske stanice u Ličkom Osiku do elektrane u Gospiću, te obilazni vod oko Gospića na 10 kV. Na ovaj vod priključit će se nastavak dalekovoda visokog napona do sela Smiljan, a zatim će vodom niskog napona biti izveden priključak rodne kuće Nikole Tesle.



Smiljan

Vojna pošta u Zablatu produžit će dalekovod 10 kV od sela Smiljan (zadružni dom) do svoje lokacije, da tako pojača potrošnju na ovom dalekovodu. Akcijom rukovodi republička komisija u kojoj su predstavnici Društva *Nikola Tesla*, Elektrotehničkog društva Hrvatske, elektroprivrede i elektroindustrije.

Elektrolika Gospić izradit će glavni projekt, a sredstva za radove od oko 8 milijuna dinara osigurat će Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, dok će elektroindustrija dati potrebnu opremu za gradnju voda i trafostanice. NOO Smiljan organizirat će skupljanje doprinosa u naravi i novcu.

Puštanje u pogon dalekovoda uslijedilo je 1958. na Dan Republike 29. studenog.

Predviđeno je da će se, vjerojatno ove godine, provesti tipska elektrifikacija sela Smiljan, koje je raštrkano naselje, pa će se to izvesti po metodama koje se danas primjenjuju u takvim slučajevima u inozemstvu. U tu svrhu izabrana je komisija koja će pribaviti studije i pretprojekte za razna rješenja, te na temelju konkretnih podataka iz tih studija odrediti najpovoljnije rješenje, koje bi se onda uz pomoć društva, poduzeća i ustanova u selu Smiljan provelo kao uzorna tipska elektrifikacija ovakvog karaktera. *I. R.*

Domaći uređaji za ispitivanje releja i selenski ispravljači 20 A

Već se duže vrijeme osjećala u elektroprivredi potreba za uređajima za ispitivanje releja. Potrebu je iziskivao ne samo zahtjev za pouzdanom opskrbom električnom energijom, nego i tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, koji traže ispitivanje zaštite najmanje jedamput godišnje.

Laboratorij za visoki napon i jaku struju Instituta za elektroprivredu u Zagrebu izradio je na traženje distributivnih elektroprivrednih poduzeća prototip, a zatim i prvu seriju uređaja za ispitivanje releja. Prva se serija uređaja već nalazi u eksploataciji kod distributivnih poduzeća.

Uređaj se sastoji od dva dijela:

Prvi dio je uređaj za napajanje, koji se priključuje na mrežu 220 V, a daje regulirani napon od 0–270 V i 10 A. U uređaju za napajanje nalazi se i mjerni instrument, zaštita uređaja od preopterećenja, signalne žaruljice, te priključci za električnu stop uru.

Drugi dio je izvor jakih struja, koji ujedno sadrži precizni mjerni strujni transformator. Snaga ovog dijela uređaja je 2 kVA a maksimalna struja koju uređaj može trajno dati je 1000 A.

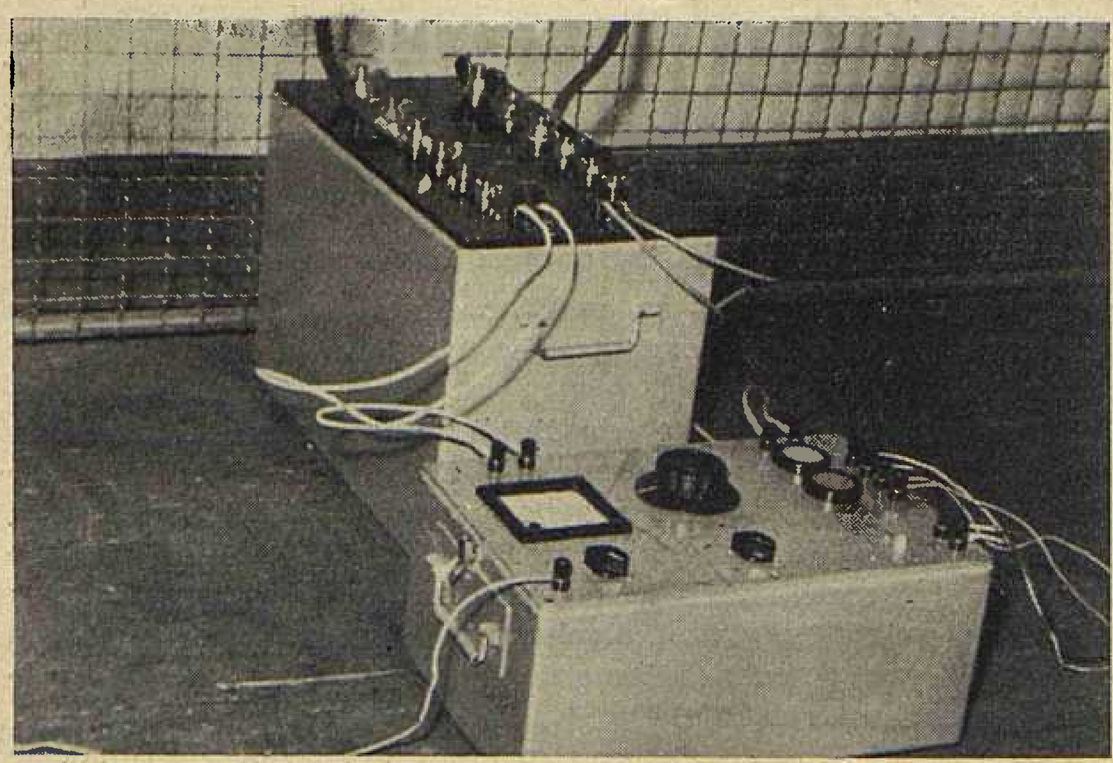
Za mjerenje vremena služi električna stop ura 0–20 sekundi.

S uređajem se mogu ispitivati primarni i sekundarni nadstrujni releji, te vremenski članovi releja sa ili bez sklopke na koju djeluju.

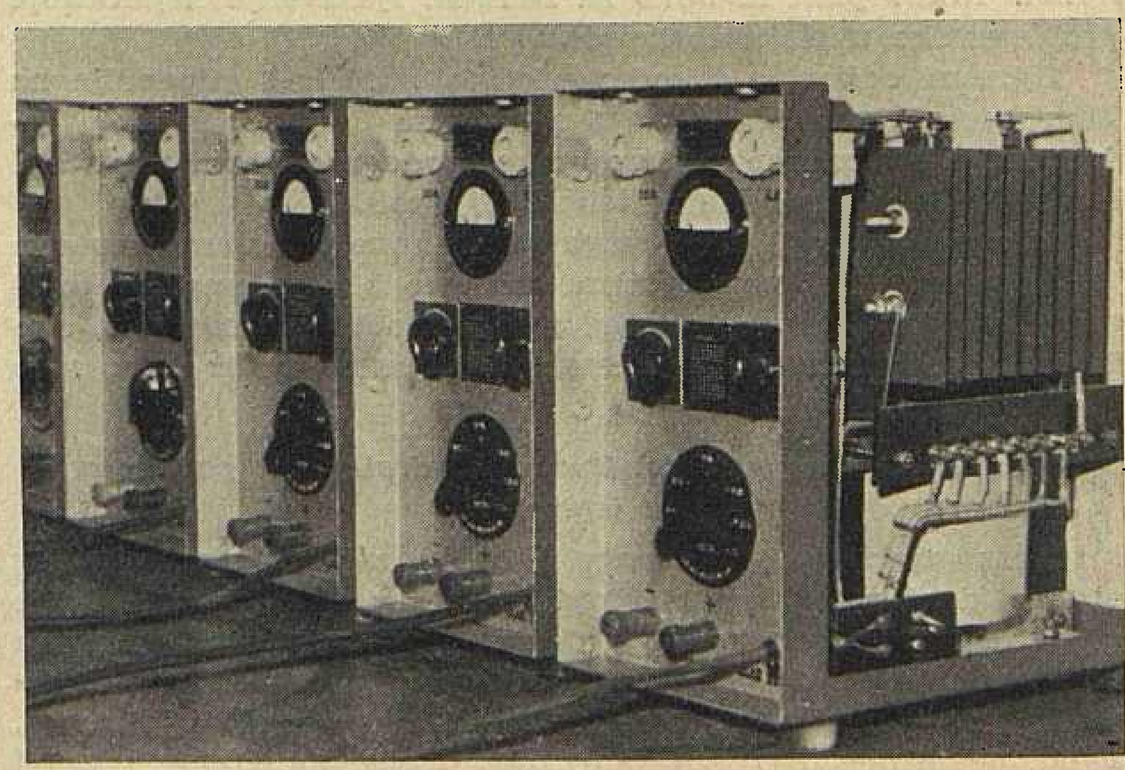
Institut je osposobio osoblje naručitelja uređaja za ispitivanje i udešavanje zaštite.

Nedavno je izrađen niz od 15 prenosnih selenskih ispravljača za punjenje akumulatorom (sl. 2). Težina svakoga je 35 kg, a priključuju se na 220 ili 110 V. Istosmjerni napon se može regulirati kontinuirano od 6 do 24 V. Najveća trajna struja je 20 A.

Ing. M. Arnold



Sl. 1. Uređaj za ispitivanje releja *IR-2 S.*



Sl. 2. Selenski ispravljači 0–20 A, 6–24 V.

SMRTNI SLUČAJ USLIJED UDARA ELEKTRIČNE STRUJE

Dne 29. 9. 1958. poginuo je od udara električne struje dječak Penko Alfred star 10 godina iz sela Valica, kod trafostanice 10/0,4 kV u Valici. Dječak koji je bio u društvu sa još dvoje djece dodirnuo je zaštitnu cijev zemljospoja i dobio udar struje, od čega je ostao na mjestu mrtav.

Trafostanica 10/0,4 kV građena je kao zidani tipski toranj, a puštena je u pogon 29. 11. 1955.

Osiguranje protiv prenapona bilo je postignuto odvodnicima prenapona proizvod Novi Sad tip PCO-1955, koji su montirani s vanjske strane trafostanice ispod provodnih izolatora, a pričvršćeni su na konzolu tako, da je omogućeno slobodno ispadanje sigurnosnog poklopca.

Nakon nesreće i demontaže odvodnika prenapona ustanovljeno je da je porculansko tijelo odvodnika popucalo. Cijeli sadržaj odvodnika bio je pretvoren u čađu, koja je uspostavila trajnu električnu vezu sa zemljom. Sigurnosni poklopac za ispadanje bio je na svom mjestu i nije ispao.

Nakon otkapanja uzemljenja ustanovljeno je, da je zemlja oko voda za uzemljenje (35 mm² Cu) i uzemljivača u obliku bakrene ploče bila potpuno isušena i na mjestima karbonizirana od struje zemnog spoja, koja je stalno tekla, budući da je odvodnik prenapona ostao u trajnoj vodljivoj vezi sa zemljom.

Vrijeme u času nesreće kao i kroz 24 sata ranije bilo je promjenljivo i djelomično oblačno. *K. Lang*

TVORNICE RADE KONČAR I LITOSTROJ IZRADIT ĆE OPREMU ZA HE SPLIT I

Između investitora *HE SPLIT I* i tvornice električnih strojeva *Rade Končar* potpisan je ugovor o izradi prva 2 generatora, snage po 120.000 kVA. To će biti najveći izrađeni generatori u našoj zemljji, tako da će težina jednoga iznositi oko 600 tona, a samo rotor preko 300 tona.

Prema ugovoru generatori treba da se stave u pogon 1. srpnja 1961., odnosno 1. studenoga 1961.

U drugoj etapi izgradnje HE Split montirat će se još dva ovakva generatora, tako da će nakon potpune izgradnje ova elektrana imati instaliranu snagu od 400 hiljada kVA.

Potpisan je također ugovor s tvornicom *Litostroj*, Ljubljana za izradu 2 Francis turbine, snage po 148.000 KS u koprodukciji s jednom njemačkom tvrtkom.

Rok izrade turbine predviđen je kao i kod generatora t. j. da prvi agregat bude u pogonu 1. siječnja 1961., a drugi 1. studenog 1961.

Prema sklopljenom sporazumu ostalu hidromehaničku opremu izradit će *Metalna*, Maribor.

Financijska sredstva za izgradnju *HE Split* I u Omišu osigurana su, budući da je Jugoslavenska investiciona banka odobrila zajam od 16 milijardi i 971 milijun dinara za građevne radove, opremu i montažu. *I. R.*

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Predviđanja u Američkoj elektroprivredi za period od 1957. do 1970.

U ovom će izvodu biti prikazani rezultati studije J. A. *Stegeman-a* o budućem razvoju elektroprivrede u SAD za period od 1957. do 1970., koja je publicirana u *Electrical World*, (2. sept. 1957, str. 91–106), a prema članku u časopisu *Quaderni*, Milano 1958, br. 259, str. 63–66.

U studiji se radi o primjeru srednjoročnih predviđanja na temelju ispitivanja pojedinih kategorija potrošača.

Osnovna razmatranja

Stanovništvo. Porast stanovnika u SAD iznosi sada 2,9 milijuna godišnje. Premda je ovaj porast znatno veći od prosjeka u periodu od 1900. do 1956. (1,6 milijuna), ipak se može predvidjeti, da će on biti znatno povećan do 1970., kad će generacija rođenih neposredno poslije rata biti u stanju da formira nova kućanstva, a osim toga i trajanje ljudskog život bit će produženo. U 1970. ritam porasta žitelja u SAD bit će iznad 3,5 milijuna osoba godišnje, a ukupan broj stanovnika kretat će se oko 210 milijuna.

Prirast pučanstva bit će popraćen prirastom kućanstava. Prema tome će se ritam prirasta do 1970. pojačati, bilo zbog većeg broja brakova, bilo zbog »starih« familija uslijed produženja prosjeka trajanja života. Od danas do 1970. broj familija će porasti za 34%. Da bi se dalo krov nad glavom sve većem broju pučanstva, bit će potrebno do 1970. izgraditi barem 1,6 milijuna stambenih kuća. U stvari ova će se cifra povećati, jer treba uzeti u obzir slijedeće okolnosti: stare kuće, koje će trebati rekonstruirati; tendenciju pučanstva za decentralizacijom; hiljade kuća, koje će se porušiti za izgradnju novih planiranih autostrada; konačno i mogućnost porasta broja familija, koje posjeduju dvije kuće.

Narodni bruto-proizvod. Računa se, da će prirast u 1957. bruto-proizvoda u SAD iznositi 2,7% od 1956. (415 milijardi dolara), dok se za 1958. predviđa da će dosegnuti 434 milijarde dolara. U narednim godinama narodni bruto-proizvod trebao bi da brže raste. Da bi se, naime, mogao iskoristiti predviđeni broj stanovnika u 1970., treba da nacionalni bruto-proizvod u SAD dosegne vrijednost od 671 milijardu dolara, t. j. prosječni godišnji prirast treba da bude 4.4% od 1956. do 1970.

Izdaci konzumenata za dobra i usluge povisit će se od 296 milijardi dolara u 1957. na 474 milijarde u 1970., dok će dohodak po stanovniku, koji je u 1956. bio 1707 dolara, iznositi 2228 dolara u 1970. (prosječni godišnji prirast 1,92%).

Predviđanja konzuma električne energije različitih kategorija potrošača

Pređašnja razmatranja činila su bazu za predviđanja konzuma energije.

Kućanstva. U neposrednoj budućnosti porast kućanstava kao potrošača ne će biti brz, s obzirom na nisku stopu poroda u godinama 1930. do 1939., a s posljedicom da je sada i manji broj brakova.

Broj novih kućanstava kako u 1955. tako i u 1956. bio je 1,3 milijuna. S porastom predviđenim u 1957. (1,2 milijuna) povećat će se broj kućanstava kao konzumenata električne energije na 46,9 milijuna. Do 1960. porast bi trebao da se održi praktički konstantnim, dok će se u slijedećim godinama pojačati uslijed jake stope poroda u godinama po završetku drugog rata. Predviđeno je, da će do 1970. broj kućanstava kao konzumenata dosegnuti 64 milijuna, t. j. 40% više nego u 1956.

Jedinični konzum bi također trebao da poraste, jer će povećani dohodak po stanovniku omogućiti, da se sve više koriste prednosti električne energije. Osim toga pomanjkanje radne snage izazvat će vjerojatno porast zaposlenja žena u industriji, što će imati za posljedicu, da one ne će moći posvetiti dovoljno vremena kućnim poslovima, te će zbog toga primjena električnih aparata u kućanstvima porasti. Uzimajući sve okolnosti u obzir (zagrijavanje i hlađenje, upotreba električne kuhinje) moglo bi se predviđati, da će u 1970. konzum po domaćinstvu dosegnuti u prosjeku 15 000 kWh godišnje. Međutim, budući da nema pouzdanih elemenata za sigurnija predviđanja, ipak je iz opreznosti uputnije, da se na bazi konzuma u kućanstvima posljednjih godina predvidi oko 7900 kWh u prosjeku, što predstavlja porast od 166% prema 1956.

Prosječna cijena energije za kućanstva bit će nešto niža uslijed povećanog jediničnog konzuma, ali će ukupni troškovi za energiju porasti. Za 1957. godinu trošak je bio predviđen sa 81,48 dolara po konzumentu, t. j. oko 4,7% od

dohotka po stanovniku, a u 1970. dosegnut će oko 182 dolara, odnosno 8,2% od dohotka po stanovniku u istoj godini.

Industrijska proizvodnja

Ne će biti laki zadatak dovoljno povećati industrijsku proizvodnju, da bi se udovoljilo potražnji usluga i dobara sa strane pučanstva u 1970. godini. Narodni bruto-dohodak (671 milijarda dolara), koji je potreban u spomenutoj godini, iziskuje u stvari prirast od 60% industrijske proizvodnje.

Ali, ako će veći broj stanovnika osigurati industriji dovoljnu potražnju, ne će međutim biti u stanju da joj garantira radnu snagu potrebnu za viši produktivni nivo. I stvarno, uslijed toka porođaja u posljednjim decenijima i uslijed sve većeg prosječnog trajanja života, oko 1965. stanovništvo će biti, upoređeno sa današnjim, više nagomilano na krajevima skale starosti, šta znači, da će centralni dio skale, ili onaj dio koji daje radnu snagu, biti postotno manji nego danas. Ovoj okolnosti treba još dodati vjerojatno manje trajanje buduće radne sedmice.

Situacija može da se ovako rezimira:

u 1956. godini 65 milijuna radnika, koji u prosjeku rade sedmično 39,5 sati, daju za 52 sedmice godišnje nacionalni bruto-produkt od 414,7 milijardi dolara, t. j. u prosjeku 3,11 dolara po radnom satu. Međutim u 1970. će 80,5 milijuna radnika, radeći 36 sati u radnoj sedmici, morati proizvesti, kako je prije rečeno, 671 milijardu dolara, t. j. 4,45 dolara po radnom satu. Dakle, treba da se poboljša produktivnost. S obzirom na ovo industrija je već otvorila vrata automatizaciji, t. j. u krajnjoj liniji — većoj upotrebi energije, da bi se uravnotežila bilanca uslijed pomanjkanja radnih ruku.

U 1950. godini u industriji bio je prosječan konzum 6,1 kWh za svaki radni sat, u 1956. on je iznosio 8,4 kWh, a u 1970. bit će potrebno da se popne na 17,9 kWh po radnom satu. To će dovesti do povećanja od 248,1 milijarde kWh procijenjenih u 1957. na 259 milijardi kWh u 1958., a u 1970. na 511 milijardi kWh (106% više nego u 1957.).

Specijalne industrije. Producenti aluminija i magnezija posebno su analizirani, budući da su njihovi konzumi mnogo veći u usporedbi s ostalim industrijskim konzumentima. U 1957. proizvodnja aluminija u SAD pretrpjela je izvjestan zastoj, koji se tumači kao posljedica prejake ekspanzije ove industrijske grane. S oživljavanjem proizvodnje može se predvidjeti konzum od 37,5 milijardi kWh za 1958., dok će se u 1970. popeti na 71,9 milijardi kWh.

Drugi je važan konzument Atomic Energy Commission. Njegov je potrošak uvelike porastao od 1952. dosegnuvši maksimum u 1956. (58,5 milijardi kWh, što čini 9,8% ukupne proizvodnje u SAD). Sada međutim upravitelji ove komisije smatraju, da će velike zalihe sirovina i povećanje korisnosti postrojenja omogućiti sniženje potrošnje energije u budućnosti. Konzum ovog potrošača trebalo bi da se spusti od 56,5 milijardi kWh, koji je procijenjen za 1957., na oko 52 milijarde kWh u 1958., da bi se konzum održavao na istoj vrijednosti, apstrahirajući od eventualnih varijacija temperature »hladnog rata«.

Ostali industrijski konzumenti

Dodavajući konzumima gore razmatranih industrijskih potrošača ostale industrije (ekstraktivna, nafta, državne industrijske grane i t. d.), koje se nisu prije razmatrale, dolazi se za 1957. do konzuma od 376 milijardi kWh za industrijske svrhe. Ova će cifra porasti za 4,4% u 1958. i popet će se na 772 milijarde kWh u 1970. Predviđa se, da će ukupni konzum električne energije u američkoj industriji biti pokriven u 1970. sa oko 82% od trgovačkih električnih poduzeća, a ostatak od proizvođača za vlastite potrebe.

K o m e r c i j a l n i p o t r o š a č i. Pomicanje stanovništva prema perifernim područjima izaziva već od kraja drugog svjetskog rata konstantni porast komercijalnih potrošača. Tendencija decentralizacije sada je samo na početku, ali će vjerojatno porasti netom izgradnja planiranih novih autostrada dođe do jačeg izražaja. Širenje tržišta iziskivat će nove građevine za urede, restorane i trgovačke radnje namijenjene da poslužuju ovaj kompleks potrošača — sve opsežniji i sve bogatiji. Porast će naravno i konkurencija među trgovačkim radnjama i zbog toga će biti povećana pažnja njihovom uređenju i opremi. Bit će bolje osvijetljeni, Upotrebljavat će u većoj mjeri kondicionirani zrak i uopće primjenjivat će veći broj električnih aparata.

Prosječni konzum komercijalnih potrošača procijenjen je za 1957. na 15360 kWh (7% više nego 1956.) i trebalo bi da poraste na oko 35700 kWh u 1970. Ukupna prodaja ovoj kategoriji potrošača popet će se od 87,7 milijardi kWh u 1956. na oko 295 milijardi kWh u 1970. god.

O s t a l i p o t r o š a č i. Predviđen je jaki porast konzuma, kako u poljoprivredi tako i za javnu rasvjetu, a ova će porasti, između ostalog i zbog izgradnje novih autostrada. Za 1957. potrošak ove grupe potrošača procijenjen je na 33,2 milijarde kWh, a od 1958. dalje predviđa se pak povećanje od 1,5 milijardi kWh godišnje, tako da će konzum ovih potrošača dosegnuti 58 milijardi kWh u 1970. godini.

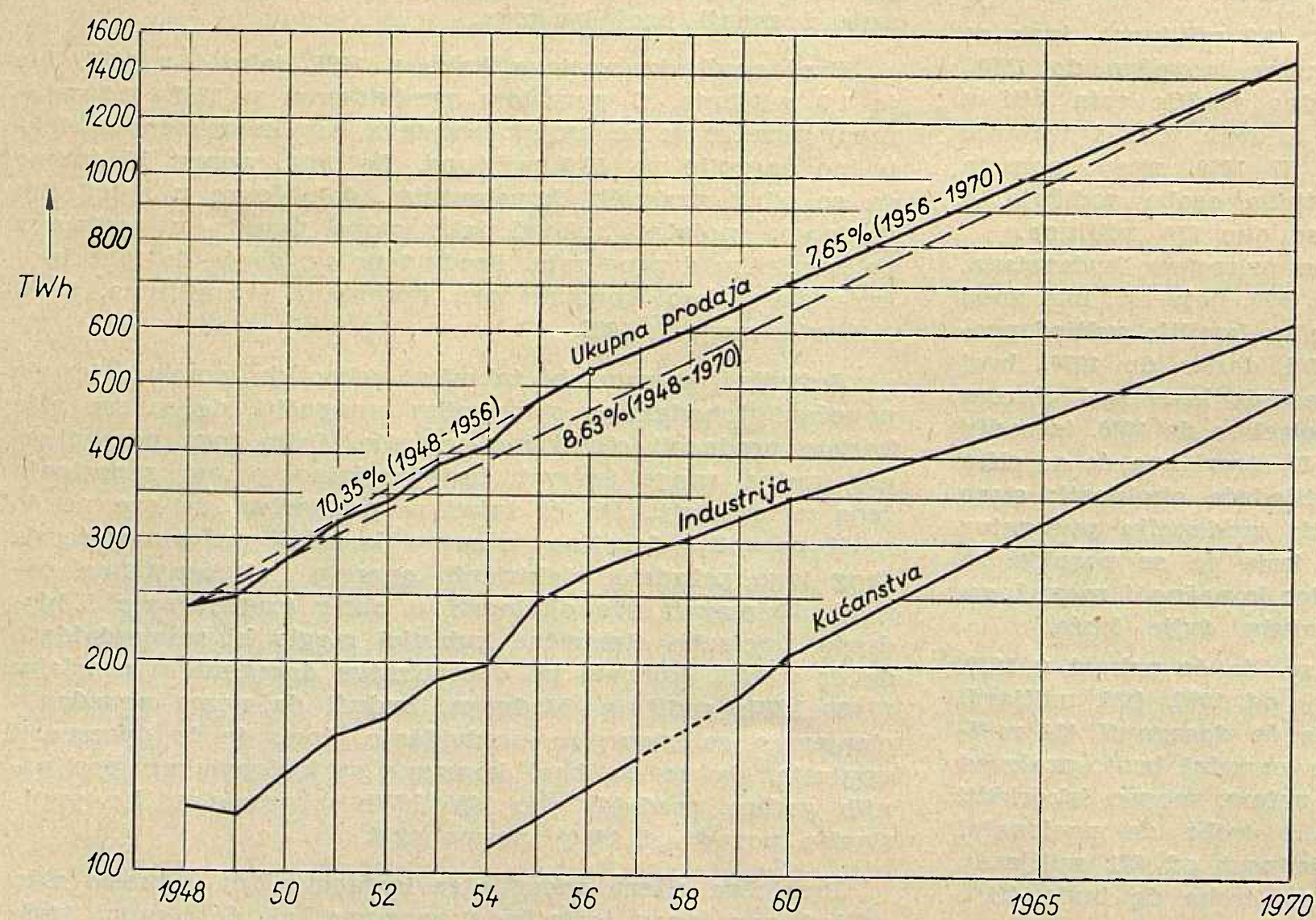
Zaključak

Predviđanja prodaje i proizvodnje energije. Rezimirajući što je gore izloženo, zaključuje se, da će se prodaja energije u SAD, koja je iznosila 529 milijardi kWh u 1956., kretati ovako:

1957.	568 milijardi kWh
1958.	607 milijardi kWh
1970.	1500 milijardi kWh

Učešće konzuma različitih kategorija potrošača u ukupnom konzumu trebalo bi da se odvija slično kao u prošlom deceniju. Učešće kućanstava, koje se od 21,2% u 1948. povećalo na 25,3% u 1956., povisit će se na 34% u 1970. Prodaja industrijskim potrošačima, koja je iznosila 51,6% u 1948., a 48,7% u 1954. i 52% u 1956., iznosit će u 1970. samo 42,5%.

Za ukupnu prodaju lako je odrediti potrebnu količinu p r o i z v e d e n e energije. Da bi se u 1957. prodalo konzumentima 568 milijardi kWh, trebalo je proizvesti okruglo 644 milijarde kWh (oko 13% više). Može se dakle pretpostaviti, da će za predviđenu prodaju u 1958. proizvodnja dosegnuti 689 milijardi kWh, a ona u 1970. iziskivat će proizvodnju od okruglo 1700 milijardi kWh (164% više nego u 1957.).



Sl. 1. Ostvarena i predviđena prodaja električne energije u SAD u periodu od 1948. do 1970. 1 TWh = 1 milijarda kWh.

Predviđanja u pogledu potrebne snage i novih postrojenja. Zimsko (decembarsko) vršno opterećenje za kompleks velikih električnih poduzeća u SAD procijenjeno je na 114 milijuna kW za 1957. i predviđeno je s 295 milijuna kW u 1970., na bazi godišnjeg prirasta od 8,7%. Interesantno je spomenuti, da u SAD ljetni vrh opterećenja neprekidno raste; u toku dva ili tri dana velike vrućine prošlog juna tri velika električna društva bila su prisiljena da provedu redukcije.

Iščezavanje tradicionalne ljetne udoline u godišnjem dijagramu opterećenja i pojava ljetnog vrška otežavaju uzdržavanja. Budući pak da su i zimski vrhovi u porastu, električna poduzeća su prisiljena da vrše uzdržavanja i popravke u postrojenjima u nekoliko sedmica za vrijeme međusezona. Kao neposredna konsekvencija ovih činjenica morat će se povisiti marže rezervne snage u bliskoj budućnosti.

Nova snaga, koju treba instalirati u neposrednoj budućnosti, već je danas definitivno utvrđena iz tehničkih razloga (vrijeme za izgradnju i montažu postrojenja), te prema tome nije bila određena pod utjecajem predviđanja vršnih opterećenja u 1957. i 1958., koja su se mogla ustanoviti tek u posljednje vrijeme. Tako je poznato, da je ukupna snaga novih generatora, koji će se instalirati, 8,5 milijuna kW za 1957, 16,4 milijuna kW za 1958. i 26,8 milijuna kW za 1970. Tradicionalne elektrane sačinjavaju pretežni dio, pa je na pr. za 1957. nova snaga ovako raspodijeljena: 7,1 milijuna kW u termoelektranama, 1,3 milijuna kW u hidroelektranama, ostatak (73000 kW) u nuklearnoj elektrani »Shipingport«. Naravno da će neto-prirast instaliranih snaga biti niži od novo instaliranih snaga uslijed stavljanja van pogona starih elektrana. Cijeni se, da je u 1957. stavljeno van pogona oko 0,4 milijuna kW, a ova će brojka rasti svake godine, dok ne dosegne 2 milijuna kW u 1970.

Neto-prirast instaliranih snaga povisit će se od ukupno 130,7 milijuna kW procijenjenih za 1957. na 146,3 milijuna kW u 1958. i na oko 360 milijuna kW u 1970. Marža snage u odnosu na predviđeni vrh opterećenja od 14,7% u 1957. porast će na vrijednosti znatno povoljnije počev od 1958. i dalje.

Predviđanja investicija. Investicije za proizvodna postrojenja porast će za 17% u 1958., da bi se isplatilo 16,4 milijuna kW, koji će biti instalirani u istoj godini. U stvari postrojenja, koja odgovaraju toj snazi, bila su parcijalno već isplaćena u 1957, ali da bi se stavila u pogon trebat će još 2,5 milijardi dolara. Osim toga će trebati staviti u proračun svote za nova proizvodna postrojenja, koja će biti instalirana u 1959. i 1960. Nova postrojenja iziskivat će do 1970. gotovo 4,4 milijarde dolara godišnje.

Razvoj prijenosnih postrojenja odgovara neprekidnom porastu snaga, pa će investicije u ova postrojenja godine 1958. iznositi oko 820 milijuna dolara (13% više nego u 1957.), dok će se u 1970. popeti na 1800 milijuna dolara.

Konačno za distribuciju se predviđa 1800 milijuna dolara u 1958., (8,5% više nego 1957.), a 4600 milijuna dolara u 1970. *Ing. J. Jerić*

Donosimo prikaz studije istaknutog američkog stručnjaka za predviđanja potroška i opterećenja električnih centrala, jer se i kod nas očekuje sličan karakter razvoja. Prikaz će dobro poslužiti našim stručnjacima, koji se bave ovom problematikom, da se upoznaju s metodom, kako američki stručnjaci analitičkim putem dolaze do podataka za određivanje budućeg konzuma i opterećenja. *Uredništvo.*

Izbor izolacije i zaštita od prenapona kod nadzemnih vodova

Izolacija nadzemnih vodova visokog napona se u pravilu dimenzionira tako, da izdrži unutarnje prenapone, uzrokovane raznim namjernim i nenamjernim sklapanjima u mreži. Do kvarova prema tome dolazi u pravilu samo zbog atmosferskih prenapona, ali i u tom pogledu postoje razne mogućnosti, da se broj kvarova smanji. Osnovno je međutim ne samo tehničko nego i ekonomsko pitanje, naime, do koje mjere se isplati ulagati sredstva za smanjenje broja ispada iz pogona. Ukoliko postoji pouzdani način, da se iz danih podataka o meteorološkim prilikama i o izvedbi voda predvidi učestalost ispadanja voda iz pogona zbog atmosferskih utjecaja, može se dobiti potreban kriterij za ekonomski najpovoljnije rješenje.

O takvoj metodi raspravljaju A. Morris Thomas i D. F. Oakeshott u članku *Izbor izolacije i zaštita od prenapona kod nadzemnih vodova od 33 kV i više* (Choise of Insulation and Surge Protection of Overhead Transmission Lines of 33 kV and above), koji je štampan u časopisu *The Proceedings of The Institution of Electrical Engineers,* Part A, June 1957. Zbog interesantnosti teme, pogotovu u vezi s današnjim stanjem izgradnje naše visokonaponske mreže i prijelazom na kruto uzemljenje, smatramo korisnim da se s njihovim razmatranjima bar u glavnim crtama upoznamo.

Od udaraca munje za nas su interesantni samo oni koji udaraju prema zemlji. Ako se raspolaže kartom isokerauničkih nivoa, dobivenom na temelju godišnjeg broja grmljavinskih dana, može se računati da godišnji broj udara u zemlju na 1 kvadratnu milju iznosi u mjerenom pojasu oko polovicu od isokerauničkog nivoa.

Broj vjerojatnih udara munje u vod može se procijeniti na temelju površine koju pokriva raspon voda. Ta se površina računa prema slijedećim formulama:
za vod bez zaštitnog užeta

$$A_1 = 4\,h_t^2\,\pi + (l - 4\,h_t)\,(b_p + 2\,h_p),$$

za vod s jednim zaštitnim užetom

$$A_2 = 3{,}6\,h_t^2\,\pi + (l - 3{,}2\,h_t)\,3\,h_o,$$

za vod sa dva zaštitna užeta

$$A_3 = 3{,}2\,h_t^2\,\pi + (l - 3\,h_t)\,(b_o + h_o).$$

Tu znači:

A_1, A_2, A_3, = površina koju pokriva raspon voda,
h_t = visina stupa,
h_o = prosječna visina vodiča nad tlom;
h_p = prosječna visina vodiča nad tlom,
b_o = horizontalni razmak između zaštitnih užeta;
b_p = horizontalni razmak između vanjskih vodiča,
l = dužina raspona.

(Sve dimenzije u engl. stopama, 1 ft = 30,48 cm).

U gornjim formulama prvi član se odnosi na površinu koju pokriva stup, a drugi član na površinu koju pokriva ostali dio raspona, pa se u istom odnosu raspodijele i udarci munje u stup odnosno u raspon.

Broj godišnjih udara u vod dužine 100 milja (1 milja = = 1609 m) dobije se iz formule

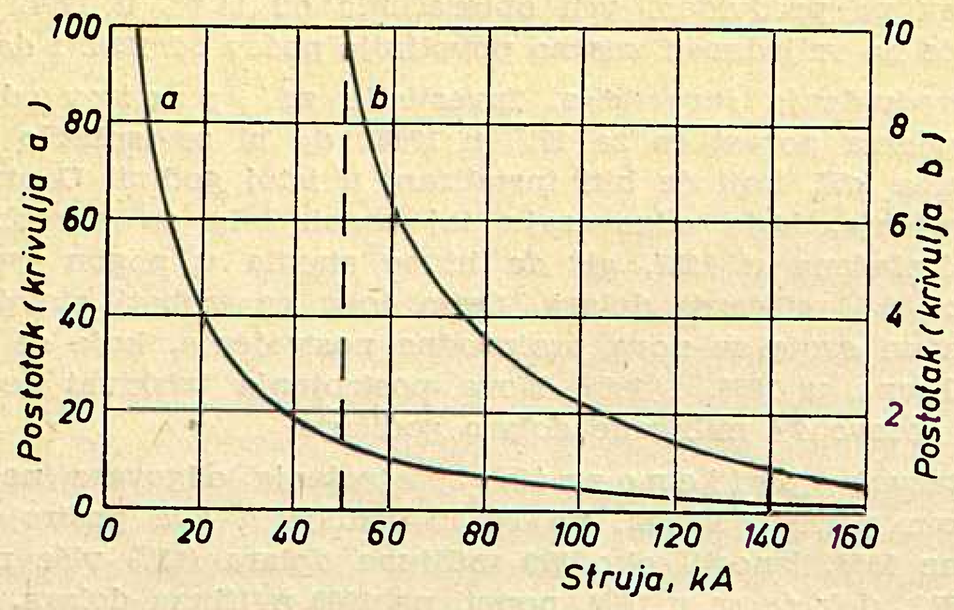
$$N = \alpha\,(IL)\,A \cdot 10^{-2}/l$$

gdje je: (IL) = isokerauički nivo, A = površina koju pokriva raspod voda, l = 1 za umjereni pojas.

Svi udari munje ne će imati istu jakost struje. Raspodjela jakosti struje munje iznad 5 kA dana je na slici 1; ordinata daje postotak od ukupnog broja udara, kod kojih jakost struje prekoračuje vrijednost apscise. Kod udara munje u vod amplituda udarnog napona može se izračunati kao umnožak amplitude struje i impedancije, koja se toj struji suprotstavlja. Na pr. kod udara munje u vodič ili zaštitno uže računa se sa polovicom valnog otpora t. j. sa 250 oma. Kod udara u stup često se računa samo s otporom uzemljenja, a zanemaruje se impedancija stupa (to zanemarenje je dozvoljeno kod manjih visina stupa i kad otpor uzemljenja iznosi više od 10 oma). Amplituda udarnog napona superponira se na momentanu vrijednost napona i ako je ukupno dobiveni napon dovoljno velik, doći će do preskoka na izolatorskom lancu, na kojem i nakon prestanka atmosferskog prenapona ostane električni luk napajan pogonskom frekvencijom.

Iz gornjeg razmatranja se već vidi, da ćemo dobiti veći broj udara u vod sa zaštitnim užetom, koje je uzemljeno,

pa na neki način privlači munju, nego ako zaštitnog užeta nema. Ako je dakle tlo nepovoljno i daje velike otpore uzemljenja, može biti bolje da ne postavimo zaštitno uže, nego da umjesto toga pojačamo izolaciju voda.

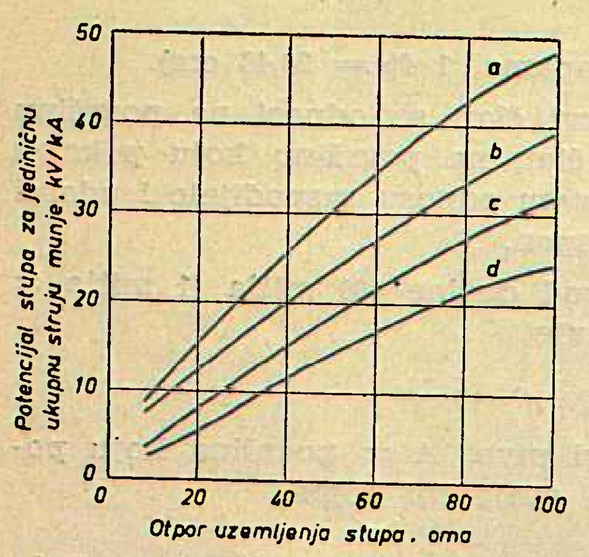


Sl. 1. Struja kod udara munje.
Ordinate daju postotak udara sa strujom iznad vrijednosti apscise (struje ispod 5 kA su zanemarene)

Što se tiče same izolacije voda, pri njezinom izboru i dimenzioniranju treba uvažiti utjecaj mnogih faktora, pa da samo napomenemo neke: temperatura i pritisak uzduha, nadmorska visina, vlažnost uzduha, atmosferske nečistoće, starenje izolacije, materijal izolatora, zaštitni pribor, kiša i sl. Iz svega toga rezultira preskočni napon izolacije. Izolacija i u nepovoljnim uslovima mora izdržati unutarnje prenapone, i to je kriterij za dimenzioniranje voda pred ulazom u stanicu, kako bi se koordinacijom izolacije zaštitili aparati u stanici. Taj dio voda mora ujedno biti brižljivo izveden u pogledu zaštitnih užeta, uzemljenja i sl. Na ostalom dijelu voda, međutim, možemo pojačati izolaciju, ako to gore razmotrene prilike zahtijevaju.

Za neku odabranu izolaciju i druge poznate prilike može se dovoljno točno proračunati broj preskoka na izolatorskim lancima iz onoga, što je prije rečeno.

Kod voda sa zaštitnim užetima zadatak se svodi na određivanje, koliko će puta nastupiti povratni preskok. U prvom redu treba odrediti porast potencijala stupa, pa se u tu svrhu mogu koristiti već izračunate vrijednosti za dva tipična raspona, što je vidljivo iz slike 2. Da dobijemo napon koji djeluje duž izolatorskog lanca, moramo potencijal stupa umnožiti sa (1 – C), gdje je C = faktor sprege.



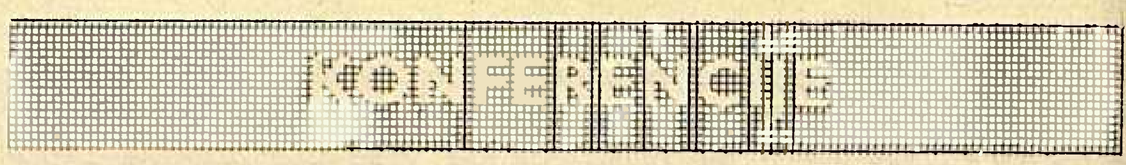
Sl. 2. Potencijal stupa za jediničnu ukupnu struju munje kao funkcija otpora uzemljenja stupa za tipične visokonaponske vodove
a – Udari u stup, raspon 885 stopa, *b* – Udari u stup, raspon 442 stope, *c* – Udari u raspon, raspon 885 stopa, *d* – Udari u raspon, raspon 442 stope.

Za određenu izolaciju voda možemo dakle odrediti kolika struja munje je potrebna da dođe do preskoka, pa se iz dijagrama na sl. 1 i iz prije navedenih formula u vezi s isokerauničkim nivoom može izračunati godišnji broj preskoka uslijed atmosferskih utjecaja. Kod voda bez zaštitnih užeta treba računati, da svi udari munje u rasponu dođu na vodiče, gdje im se suprostavlja impedancija od 250 oma. Kod udara munje u stup može se računati s otporom uzemljenja, koja se vrijednost kod malih otpora uzemljenja (ispod 40 oma) nešto poveća (na pr. za 10%) zbog induktiviteta stupa. Inače je račun analogan kao i kod voda sa zaštitnim užetima.

Na način, kako je gore navedeno, dobiju se vrijednosti za broj preskoka uslijed udara munje. Ipak broj ispada iz pogona je nešto manji od tog broja, te prema američkim podacima iznosi kod čeličnih stupova 85%, a kod drvenih stupova 35–50%.

Na kraju treba spomenuti, da se u posljednje vrijeme sve više upotrebljava automatsko brzo ponovno uklapanje, čime se kod 80–90% preskoka uslijed udara munje eliminira kvar i pogon nesmetano nastavlja, pa se tako broj prekida pogona uslijed atmosferskih utjecaja bitno smanjuje.

Dr. ing. B. Stefanini



ČETVRTI MEĐUNARODNI KONGRES ELEKTROTERMIJE U STRESI I MEĐUNARODNA IZLOŽBA ELEKTROTERMIJE U BEOGRADU

Od 25. maja do 1. juna 1959 god. održava se IV Međunarodni kongres elektrotermije u Stresi (Italija). Ovaj kongres organizira Međunarodni savez elektrotermije u zajednici sa talijanskim komitetom za elektrotermiju.

Glavna tema Kongresa je: *Tendencije razvoja elektrotermije u okviru proizvodnje i primjene energije uopće i električne energije posebno.*

Za ovaj kongres prijavljeno je do sada 201 referat iz 16 evropskih i izvanevropskih zemalja, kao i 570 učesnika iz 22 države.

Rad kongresa odvijat će se u deset sekcija:

Sekcija I. Ekspoze o glavnoj temi, Studija o razvoju elektrotermičkih primjena, Statistike, Utjecaj ovih primjena na uslove rada i na produktivnost;
Sekcija II. Primjena elektrotermije u crnoj metalurgiji;
Sekcija III. Primjena elektrotermije u ljevaonicama (željezo, čelik i obojeni metali);
Sekcija IV. Primjena elektrotermije u metaloprerađivačkoj industriji;
Sekcija V. Primjena elektrotermije u industriji ogledala, stakla i keramike;
Sekcija VI. Primjena elektrotermije u industriji plastičnih materija, drveta, tekstila, kaučuka i kože;
Sekcija VII. Primjena elektrotermije u industriji prehrambenih, kemijskih i farmaceutskih proizvoda;
Sekcija VIII. Termičke primjene u elektrokemijskim i elektrometalurškim industrijama (aluminij, kalcijev karbid, ferolegure itd).
Sekcija IX. Tehnički i ekonomski problemi koje postavljaju elektrotermičke primjene u pogledu proizvodnje i distribucije električne energije. Informacije i propaganda koje se odnose na ove primjene;
Sekcija X. Problemi koji se tiču istraživanja i razvoja tehničkih procesa: kontrola temperature, prenos topline, ispitivanje novih tehničkih procesa, elektrotermički laboratoriji.

Jugoslavija je do sada prijavila za kongres šest referata:

Z. Blažević: *Utjecaj veličine zrna glinice kod topivosti u kriolitu.*
M. Mesarović, V. Knežević i Đ. Kalić: *Mogućnosti primjene magnetnih pojačala u regulaciji elektrotermičkih procesa.*
B. Filipović: *Elektrometalurgija i elektrokemija kao velepotrošač električne energije.*
V. Muljević: *Uloga regulacione tehnike u elektrotermiji.*
V. Logomerac: *Prerada crvenog mulja u cilju proizvodnje sirovog željeza, titana, aluminijuma i ostalih sastojaka.*
D. Barbeti: *Električna šema i konstrukcija instalacije sa Acheson-ovim pećima za grafitizaciju.*

*

Od 23. augusta do 2. septembra 1959. godine održat će se na Beogradskom sajmu u okviru III. Međunarodne izložbe tehnike I. Međunarodna izložba elektrotermije.

Istovremeno sa održavanjem izložbe priredit će se u Beogradu *Simpozijum iz elektrotermije,* na kome će učestvovati domaći i strani stručnjaci.

Sve obavijesti o učestvovanju na IV. Međunarodnom kongresu u Stresi daje Jugoslavenski komitet za elektrotermiju i elektrokemiju, Beograd, Moše Pijade ul. br. 14/IV, soba br. 18, tel 30-481/337.

Obavijesti o učestvovanju izlagača na I. Međunarodnoj izložbi elektrotermije daje Uprava Beogradskog sajma.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ ZA MJESEC PROSINAC 1958.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena-saldo			Ukupno 5 + 6 + 7 + 8 + 9
		Udružene elektroprivrede		Većih ind. elektrana		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegov.	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XII.	1957	62061	30986	1327	16402	63388	47388	20228	34891	—	165895
Ukupno :	1957	620040	209615	15721	166377	635761	375992	323233	255979	—	1,590965
I.	1958	79976	26431	1886	11074	81862	37505	—1302	46891	—	164956
II.	1958	63076	19324	1580	12757	64656	32081	1779	50530	—	149046
III.	1958	86974	17759	2024	11951	88998	29710	—6000	62133	—5697	169144
IV.	1958	81811	20540	2255	11236	84066	31776	18930	26817	—5984	155605
V.	1958	75962	11664	1557	11331	77519	22995	4473	52800	—6726	151061
VI.	1958	47746	16102	944	12613	48690	28715	37883	32896	—6886	141298
VII.	1958	28351	22894	676	15848	29027	38742	50377	29342	—9342	138146
VIII.	1958	13998	26018	339	14979	14337	40997	49614	34654	— 896	138706
IX.	1958	7734	37102	215	19356	7949	56458	25714	53069	— 111	143079
X.	1958	31290	33130	1001	22932	32291	56062	72636	4997	—5975	160011
XI.	1958	61776	23410	1881	17944	63657	41354	47405	23991	—5781	170626
XII.	1958	75437	21585	1903	16636	77340	38221	45197	27059	—5627	182190
Ukupno	1958	654131	275959	16261	178657	670392	454616	346706	445179	—53025	1,863868

ENERGETSKA BILANCA ZEP HRVATSKE ZA PROSINAC 1958 U MWh

IZVOR ELEKTRIČNE ENERGIJE	1958		1957		Odnos u %	
	Izvješt. mjesec	Od početka godine	Izvješt. mjesec	Od početka godine	1 : 3	2 : 4
a	1	2	3	4	5	6
Proizvodnja na generatoru: hidroelektrane	75437	654131	62061	620040	121,5	105,3
termoelektrane	21585	275959	30986	209615	69,6	131,4
Ukupno (a)	97022	930090	93047	829655	104,3	112,1
Vlastiti potrošak	3009	36680	4018	26193	74,7	139,8
Prag udruženih elektrana	94013	893410	89029	803462	105,6	111,1
Nabave od industrijskih elektrana (b)	2247	17464	1844	16001	121,7	109,1
Razmjena sa susjed. zajednicama (c)	72256	791885	55119	579212	131,1	136,9
Razmjena sa inozemstvom (d)	—5627	—53025	—	—	—	—
Ukupno raspoloživo na pragu	162889	1649734	145992	1398675	111,5	118,0
Gubici: prijenosa	9563	106566	7200	59218	132,8	179,9
razdiobe	23032	165016	20229	140236	113,8	117,8
Predano potrošačima	130294	1378152	118563	1199221	109,7	114,9
Industrijska vlastita opskrba (e)	16292	177454	15885	166097	102,5	106,7
Ukupna proizvodnja (F = a + b + e)	115561	1125008	110776	1011753	104,3	111,1
Proizvodnja, nabava i razmjena (G = f + c + d)	182190	1863868	165895	1590965	109,7	116,9
Nenamirene potrebe:						
zbog pomanjkanja energije	10678,0	15600,0	270,0	2585,0	—	602,3
zbog pogonskih smetnji	400,4	2661,8	374,2	2300,0	106,9	115,5
Ukupni manjak električne energije	11078,4	18261,8	644,2	4885,0	—	374,0
Ukupna potreba električne energije	193268,4	1882129,8	166539,2	1595850,0	116,0	117,8
Zadovoljenje u %	94,2	98,8	99,5	99,6	94,5	99,2

POGONSKI POKAZATELJI ELEKTRANA ZA PROSINAC 1958.

Vrst elektrana		NAZIV ELEKTRANE	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh		Vlastiti potrošak		Moguća proizvodnja MWh	Faktor iskorištenja %	Maksimalno opterećenje MW	Utrošak topline kcal/kWh
				u izvj. mjesecu	od početka godine	MWh	% od proizvodnje				
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UDRUŽENE	HE	Vinodol	75,2	19 656	139 756	105	0,54	19 656	100,0	76,0	—
		Ozalj	5,0	2 449	23 472	123	5,02	2 520	97,0	5,0	—
		Zeleni Vir	0,8	544	4 775	3	0,55	...	...	0,8	—
		Fužine	4,0	212	1 300	25	11,79	...	...	...	—
		Kraljevac	68,0	36 655	325 803	200	0,55	39 190	93,6	68,2	—
		Miljacka	20,0	11 285	115 278	65	0,58	12 690	88,8	21,0	—
		Jaruga	5,4	3 421	35 426	13	0,38	3 561	95,9	5,4	—
		Zavrelje	1,5	1 129	7 533	10	0,89	...	...	...	—
		Mihaljevci	0,08	—	25	—	—	—	—	—	—
		Kuzmica	0,2	86	763	0	0	...	...	...	—
		Svega	xxxx xxxx	75 437	654 131	544	0,72	xxxxxx xxxxxx	xxxxxx xxxxxx	xxxx xxxx	xxxxxx xxxxxx
	TE	Zagreb	17,0	5 725	67 685	834	14,53	12 648	45,2	12,0	6 928
		Jertovec	39,8	11 041	158 964	1143	10,37	29 611	37,2	24,8	3 995
		Vlaška	9,0	1 792	28 495	238	13,26	6 696	26,7	3,3	5 471
		Rijeka	5,0	1 302	8 238	82	6,22	3 720	35,0	7,0	6 013
		Gospić	1,1	8	67	1	12,50	818	1,0	...	...
		Dubrovnik	1,0	30	317	0	0	744	4,0	...	...
		Zadar	0,5	0	6	—	—	372	—	—	—
		Osijek	3,4	777	7 190	78	10,03	2 529	30,7	3,4	6 010
		Županja	4,0	786	3 401	66	8,39	2 976	26,4	3,5	5 800
		Đakovo	0,5	123	1 550	23	18,70	372	32,9	0,5	10 022
		Vinkovci	0,2	1	25	—	—	149	0,7	—	—
		Kuzmica	0,2	—	21	—	—	149	—	—	—
		Svega	xxxx xxxx	21 585	275 959	2 465	11,43	xxxxxx xxxxxx	xxxxxx xxxxxx	xxxx xxxx	xxxxxx xxxxxx
	Ukupno		xxxx xxxx	97 022	930 090	3 009	3,10	xxxxxx xxxxxx	xxxxxx xxxxxx	xxxx xxxx	xxxxxx xxxxxx
INDUSTRIJSKE	HE	Pam. ind., Duga Resa	1,7	541	4 608	*	*	...	...	...	—
		Tv. papira, Rijeka	0,4	318	3 336	*	*	...	...	...	—
		Tv. cementa, Majdan	1,0	715	4 802	*	*	...	...	...	—
		Roški Slap, Siverić	0,8	329	3 515	—	—	...	...	...	—
		Svega	xxxx xxxx	1 903	16 261	*	*	xxxxxx xxxxxx	xxxxxx xxxxxx	xxxx xxxx	xxxxxx xxxxxx
	TE	Željezara, Sisak	5,5	3 044	40 653	605	19,90	4 092	74,3	6,1	...
		Rafinerija nafte, Sisak	4,0	1 689	20 633	111	6,58	2 976	56,7	2,5	2 018
		Pam. ind., Duga Resa	2,6	1 193	14935	133	11,14	1 934	61,6	...	...
		Pam. ind., Zagreb	0,5	—	3	—	—	372	—	—	—
		Tv. papira, Zagreb	2,1	800	8 966	71	8,87	1 562	51,2	...	...
		Tv. papira, Rijeka	2,0	458	7 400	38	8,29	1 488	30,8	1,2	4 888
		Tv. cem., Koromačno	1,2	207	2 299	42	20,28	893	23,2	0,7	...
		Jugovinil, Split	17,5	5 130	42 119	594	11,56	12 871	39,9	...	...
		Tv. cementa, Sućurac	3,7	—	35	—	—	2 753	—	—	—
		Tv. cementa, Majdan	1,6	1 083	11 826	101	9,32	1 190	90,7	1,6	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1 863	14 750	260	13,95	4 464	41,7	...	...
		Tv. vagona, Sl. Brod	3,0	995	8 837	123	12,35	2 232	44,1	...	...
		Sladorana, Županja	3,0	174	3 485	78	44,75	2 232	7,8	1,3	7 500
		Šećerana, Osijek	2,0	—	2 716	—	—	1 488	—	...	—
		Svega	xxxx xxxx	16 636	178 657	2 156	12,96	xxxxxx xxxxxx	xxxxxx xxxxxx	xxxx xxxx	xxxxxx xxxxxx
	Ukupno		xxxx xxxx	18 539	194 918	2 156	11,62	xxxxxx xxxxxx	xxxxxx xxxxxx	xxxx xxxx	xxxxxx xxxxxx
Sveukupno			xxxx xxxx	115 561	1 125 008	5 165	4,47	xxxxxx xxxxxx	xxxxxx xxxxxx	xxxx xxxx	xxxxxx xxxxxx

* Vlastiti potrošak za industrijske elektrane, koje rade hidro i termo, iskazan je ukupno pod termo.

VODNA BILANCA HE VINODOL ZA PROSINAC 1958.

Akumulacija 30. XI 1958.		13443 MWh	Raspoloživa količina vode	44972 MWh
dotok Lokvarka	14316 MWh		Proizvodnja	19656 MWh
dotok Ličanka	17213 MWh		Preljev preko brane	—
Ukupno		31529 MWh	Akumulacija 31. XII. 1958.	25316 MWh

PROIZVODNJA UGLJENA ZA PROSINAC 1958.

Vrste ugljena — ugljenokopi		Proizvodnja u tonama					
		izvještajni mjesec			od početka godine		
		1958	1957	odnos % 1 : 2	1958	1957	odnos % 4 : 5
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Raša		72320	74030	99,8	830330	836590	99,3
MRKI	Rudnik mrkog ugljena »Dubravice«	600	447	134,3	6900	6926	99,6
	Golubovečki ugljenokopi, Golubovec	6962	7981	87,2	82962	85571	97,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ivanopolje	1165	1986	58,7	17784	24160	73,7
	Krapinski ugljenokopi, Krapina	1658	1376	120,6	20991	21553	97,4
	Međimurski uglj. Mursko Središće	16148	18293	88,3	199159	203179	98,0
	Rudnik mrkog ugljena, Pregrada	5604	4775	117,4	60296	55920	107,8
	Rudnici mrkog ugljena, Siverić	11191	13179	84,9	141583	147065	96,3
	Konjšćinski uglj. pogon Zajezda	2152	2539	84,8	29727	37619	79,2
	Rudnik »Češko Selo«	737	591	124,6	6610	2436	272,0
	Rudnik mrkog ugljena, Ratkovica	1776	3124	56,8	19525	13611	143,6
	Neobuhvaćeni u mjes. stat. podacima:	—	—	—			
	Rudnik ugljena, Lopatinec	—	—	—	4023	5300	77,8
	Rudnik ugljena, Robađe–Štrigova	—	—	—	15774	19670	80,2
	Rudnik. poljopr. zadr., Beretinec	—	—	—	—	4249	—
	Rudnik poljopr. zadr., Margečan	—	—	—	—	2280	—
	Rudnik poljopr. zadr., Radovan	—	—	—	—	7805	—
	Rudnik poljopr. zadr., Završje	—	—	—	—	5734	—
	Svega mrki	47993	54291	88,5	605334	643078	94,1
LIGNIT	Ivanečki ugljenokopi, Ivanec	17807	14912	119,4	173645	158542	109,5
	Konjšćinski ugljenokopi, Konjšćina	28646	25330	113,1	237609	294858	80,5
	Koprivnički ugljenokopi, Koprivnica	11343	14884	76,3	135993	152775	89,0
	Rudnik lignita, Ladanje Donje	14626	14894	98,2	163129	160332	101,7
	Bjelovarski ugljenokopi, Mišulinovac	5272	4661	113,1	46469	44220	105,1
	Novogradiški ugljenokopi, N. Gradiška	—	556	—	4081	9644	42,3
	»Bilo« rudnik lignita, Pitomača	4194	3524	119,0	39340	37342	105,4
	Rudnici ugljena, metala i nemetala, Sinj	2301	501	460,0	9748	8429	115,7
	Rudnik lignita, Špičkovina	1716	3220	53,4	23530	26020	90,4
	Stubički ugljenokopi, Tugonica	14911	10674	139,7	163531	146527	111,6
	Križevački ugljenokopi, Voj. Kloštar	6211	5110	121,6	58601	44859	130,7
	Kordunski rudnici, Topusko	—	1292	—	6750	14131	47,8
	Ostali (u 1958. g. neaktivni)*	—	1313	—	—	3804	—
	Neobuhvaćeni u mjes. stat. podacima:	—	—	—	—		
	»Žumberak« pod. za proizv. uglja, Bregana	—	—	—	3848	3921	98,1
	Rudnik lignita Gojlo, Kutina	—	—	—	5287	4402	120,1
	Proizv. iz istražnih radova, (Potravlje)	—	—	—	—	88766	—
	Svega lignit	107027	100871	106,1	1071561	1198572	89,4
Ukupno sve vrste ugljena		227330	229192	99,2	2507225	2678240	93,6

* Ostali (neaktivni u 1958. god.): Rudnici Donji Lipovac, »Bratstvo«, Kapela i »Crvena Zvijezda«, Garešnica (Vukovje).

INDEKS PROIZVODNJE UGLJENA I KOKSA U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksare	plinare
		Ukupno	kameni	mrki	lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora		
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proizvodnja u 000 t	XII. 1958	1932	110	819	1003	515	227	392	773	1,0	24,1	82	2,3
	I. - XII. 1958	18988	1203	8384	9400	4934	2477	4083	7286	11,2	195,8	1029	25,7
Indeks na bazi	XII. 1957	114,0	103,7	103,6	125,6	117,2	97,0	104,4	123,1	111,0	132,4	95,4	109,3
	I.- XII. 1957	105,5	99,0	98,3	113,7	112,9	95,0	99,5	107,7	100,0	143,0	100,0	104,7

INDEKS PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U FNRJ

Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	000m³	t	t	t	t	t	t	t
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja	XII. 1958	37555	4893	103558	23421	680	5106	26556	3463	218
	I. - XII. 1958	462154	46063	1114061	252052	4937	61638	298044	42794	2238
Indeks na bazi	XII. 1957	112,0	117,5	119,8	111,9	171,2	105,0	152,0	131,3	115,2
	I. - XII. 1957	116,9	110,7	107,4	114,2	80,5	84,2	118,3	103,2	116,8

Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 2/59)

STRUKTURA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO VRSTAMA POTROŠAČA ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE ZA PROSINAC 1958.

Potrošačka grupa		Godina 1958			Godina 1957			Odnos u %	
		Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	Izvještajni mjesec	%	Od početka godine	1 : 4	3 : 6
a		1	2	3	4	5	6	7	8
Široka potrošnja	Kućanstva	34 574	21,2	357 554	27 275	18,6	262 841	126,9	135,8
	Rasvjeta u posl. prost.	4 687	2,9	40 221	3 735	2,6	31 089	125,4	129,5
	Ras. u društv. prost.	1 194	0,7	9 270	944	0,6	7 474	126,5	124,0
	Motori i aparati	4 360	2,7	45 788	3 675	2,5	40 540	118,7	113,0
	Poljoprivredni motori	890	0,5	7 719	674	0,5	5 953	132,0	129,6
	Javna rasvjeta	2 094	1,3	18 820	1 695	1,2	16 055	123,3	117,5
	Vodovod	3 178	2,0	42 819	3 149	2,2	38 442	100,7	111,4
	Električna gradska vuča	1 254	0,8	14 488	1 215	0,8	13 575	103,2	106,6
	Preprodavaoci	1 773	1,1	17 117	1 729	1,2	15 602	102,6	109,5
	Ukupno	54 004	33,2	553 796	44 091	30,2	431 571	122,5	128,1
Velepotrošači	Ugljenokopi	6 405	3,9	69 082	5 965	4,1	72 754	107,3	94,9
	Tvornice cementa	7 301	4,5	78 568	8 077	5,5	73 348	90,4	107,1
	Ostala industrija	30 222	18,6	308 006	27 677	19,0	283 085	109,0	108,7
	Ukupno	43 928	27,0	455 656	41 719	28,6	429 187	105,1	106,1
Specijalni potrošači	Elektrokemija	21 592	13,2	240 170	22 227	15,2	236 056	97,0	101,6
	Elektrometalurgija	9 672	5,9	115 979	9 323	6,4	89 949	103,7	128,7
	Električne željeznice	1 064	0,7	11 790	1 185	0,8	12 188	90,0	96,8
	Melioracije	34	0,0	761	18	0,0	270	189,0	281,9
	Ukupno	32 362	19,8	368 700	32 753	22,4	338 463	98,7	109,0
Predano potrošačima		130 294	80,0	1 378 152	118 563	81,2	1199 221	110,0	115,0
Gubici	prijenosa	9 563	5,9	106 566	7 200	4,9	59 218	132,7	179,9
	razdiobe	23 032	14,1	165 016	20 229	13,9	140 236	113,8	117,8
Ukupno raspoloživa električna energija		162 889	100,0	1 649 734	145 992	100,0	1398 675	111,5	118,0

* Potrošačka grupa »Melioracije« u 1957. god. bila je iskazana pod grupom »Poljoprivredni motori«.

INDEKS PROIZVODNJE ELEKTROENERGIJE U FNRJ

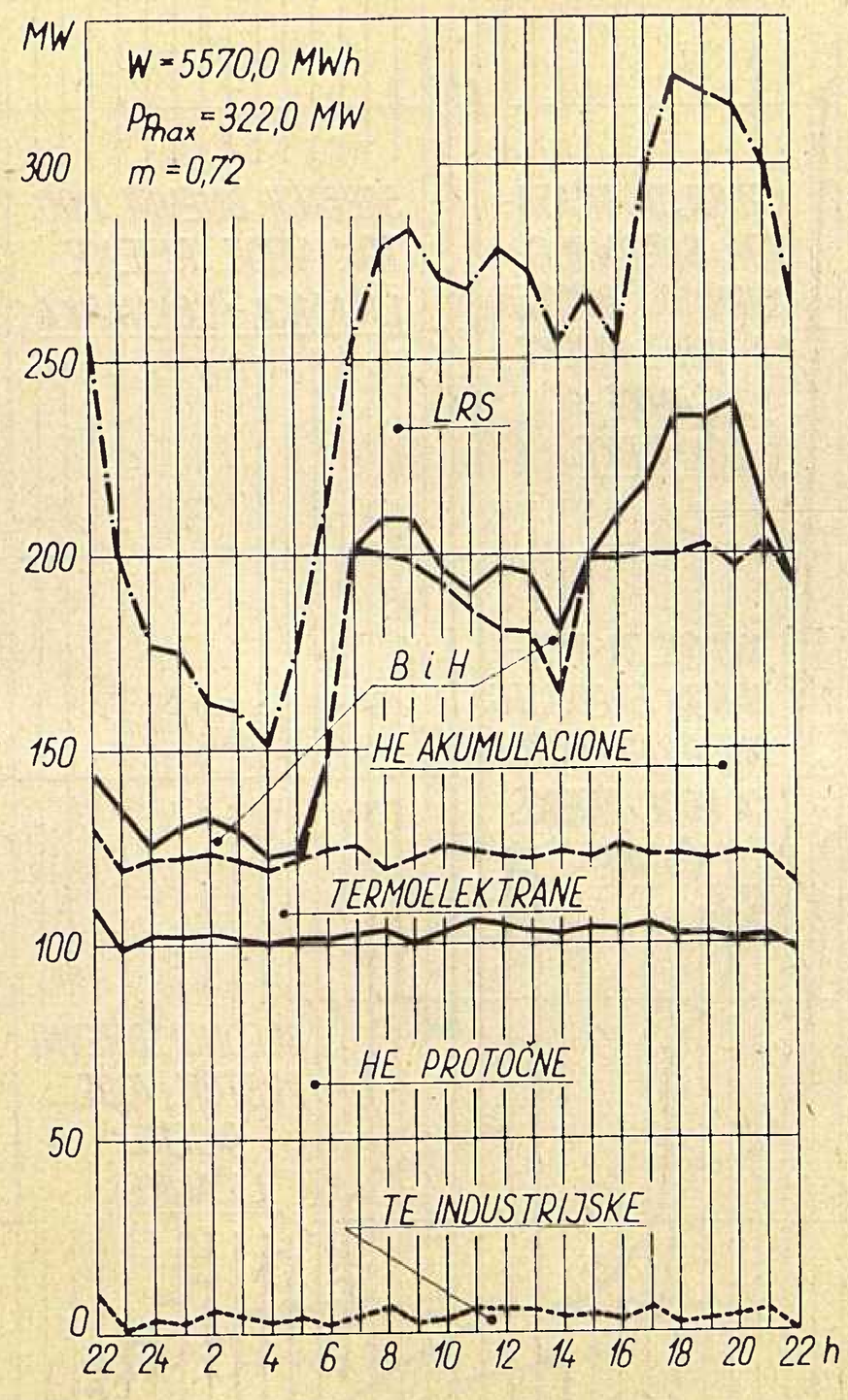
Pokazatelj	Izvještajno razdoblje	FNRJ			Po narodnim republikama					
		Ukupno	hidro	termo	Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja u kWh × 10^6	XII. 1958	699	416	283	183	119	219	141	32,6	4,0
	I.-XII. 1958	7354	4301	3053	1809	1169	2515	1500	319,1	41,2
Indeks na bazi	XII. 1957	108,5	117,9	97,5	115,0	104,3	104,7	108,3	115,1	102,5
	I.-XII. 1957	117,7	121,6	112,2	124,7	107,7	109,2	130,2	137,8	117,2

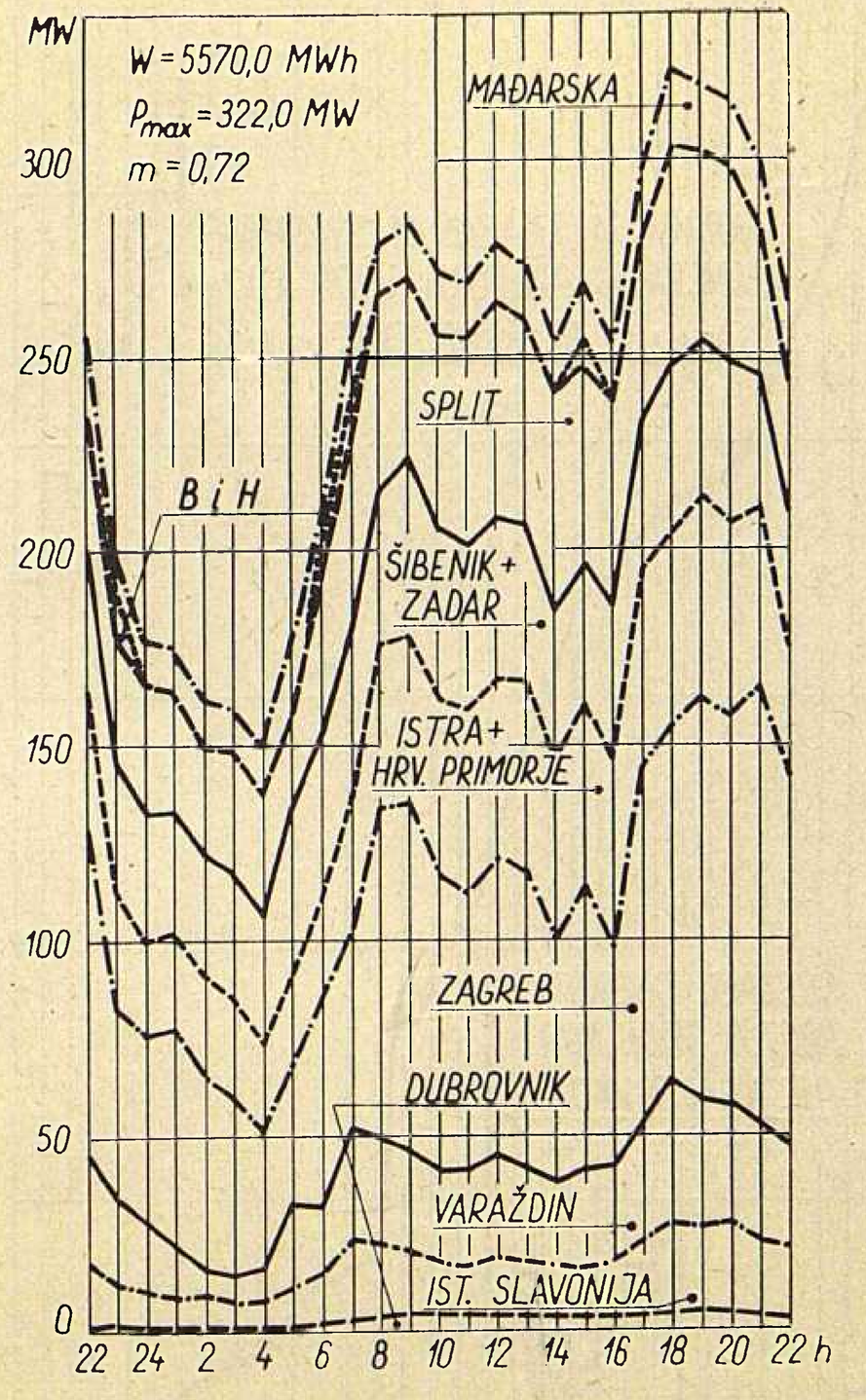
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U FNRJ

Izvještajno razdoblje		FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
			Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XII.	1958	134	152	118	122	142	141	145	170	122	134
	1957	119	127	118	113	109	133	145	138	111	126
I.-XII.	1958	111,0	116,0	105,7	106,5	112,7	125,1	127,2	113,3	110,7	109,9
	1957	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

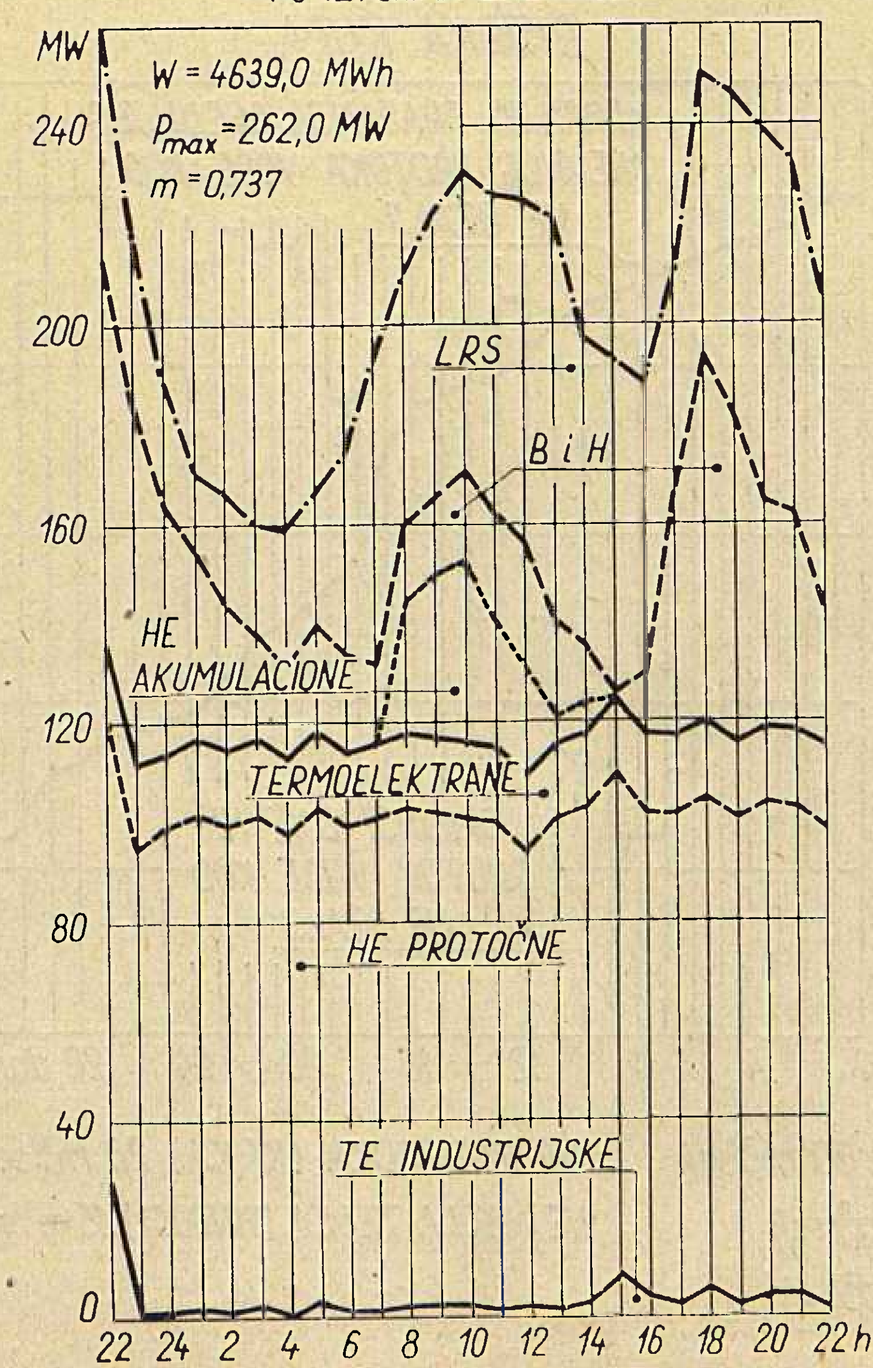
Napomena: Za sastav tabela indeksa korišteni su podaci Saveznog zavoda za statistiku i evidenciju (Indeks br. 2/59)

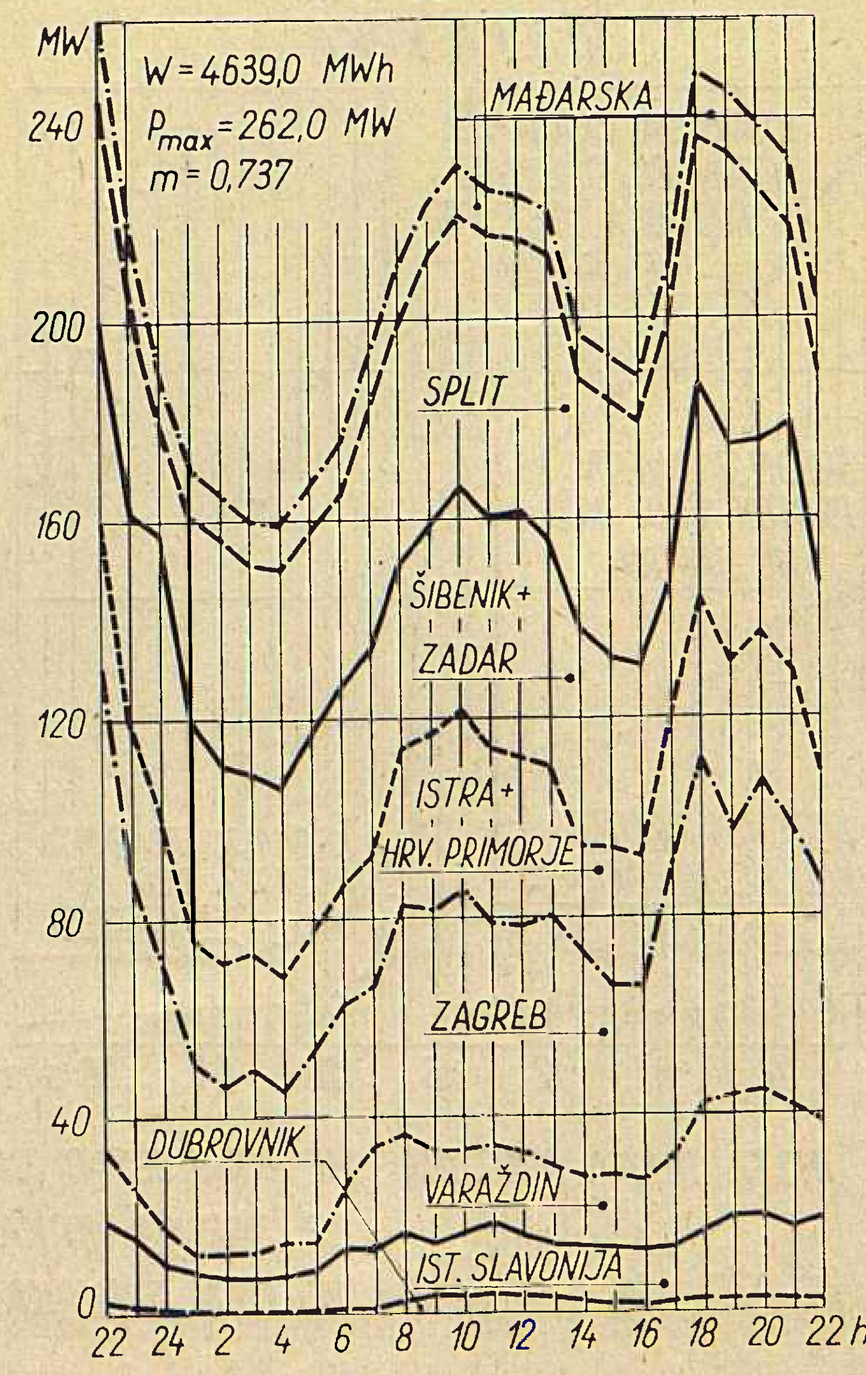
SRIJEDA 17. 12. 1958.



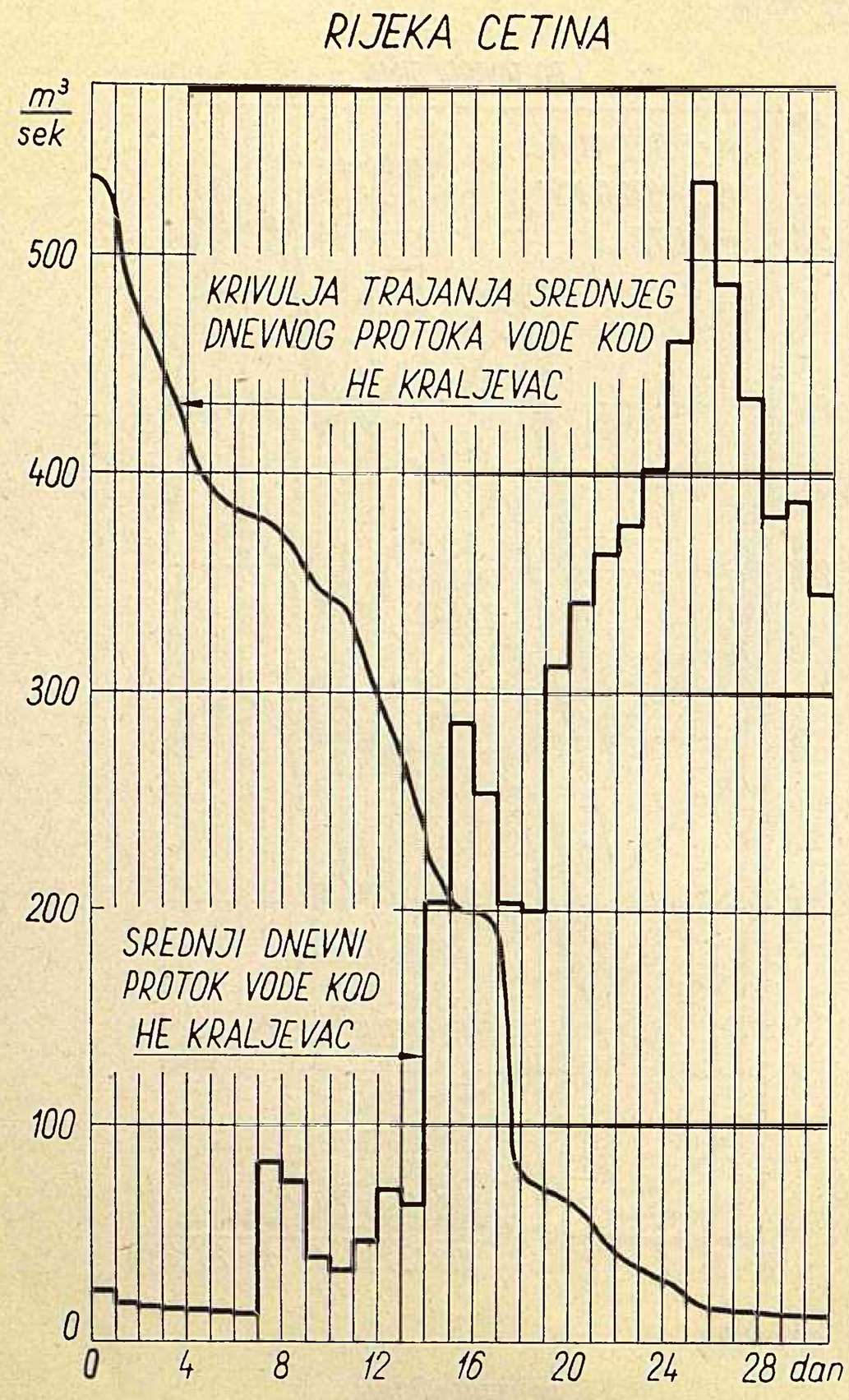


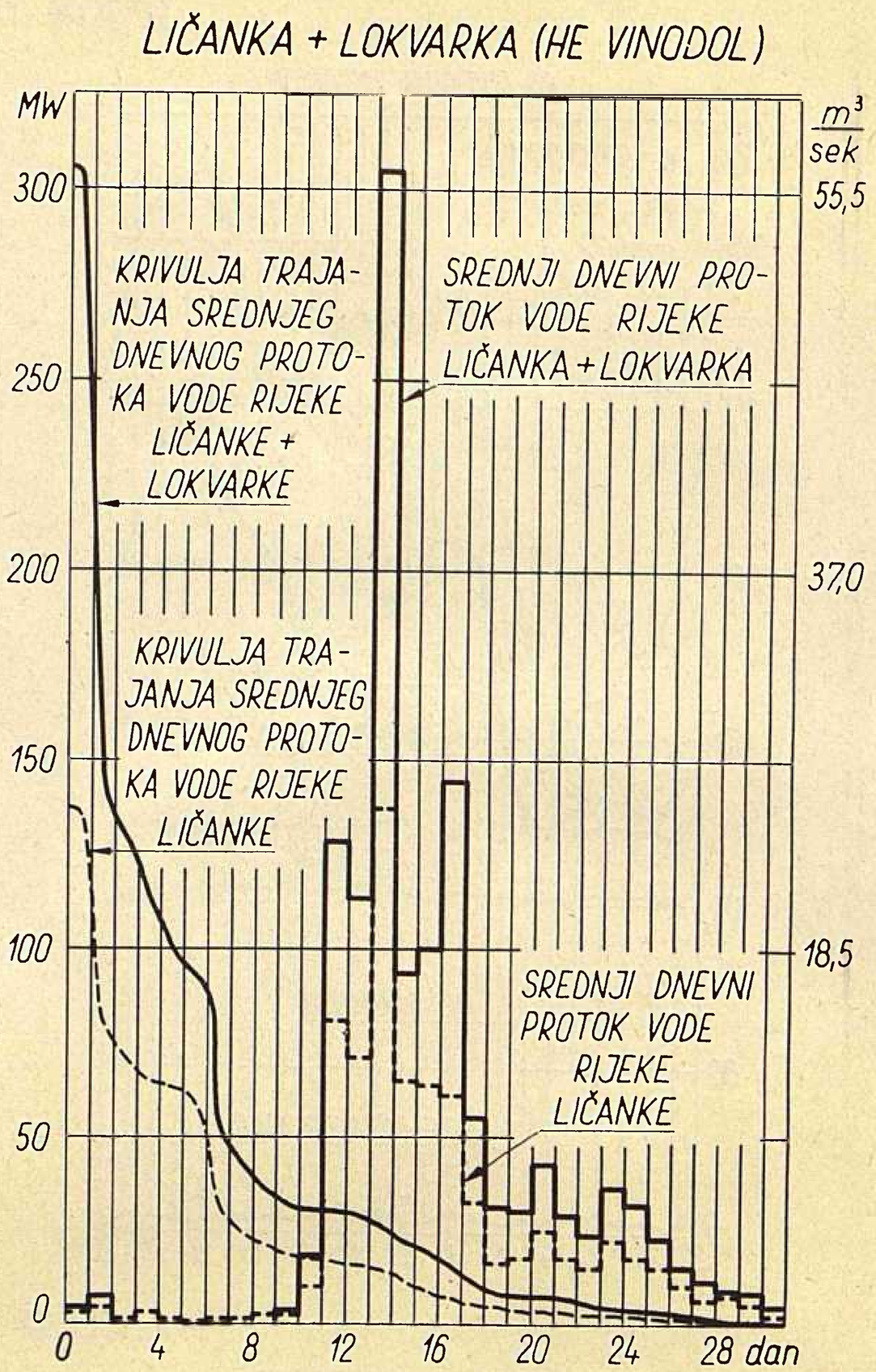
NEDJELJA 21. 12. 1958.

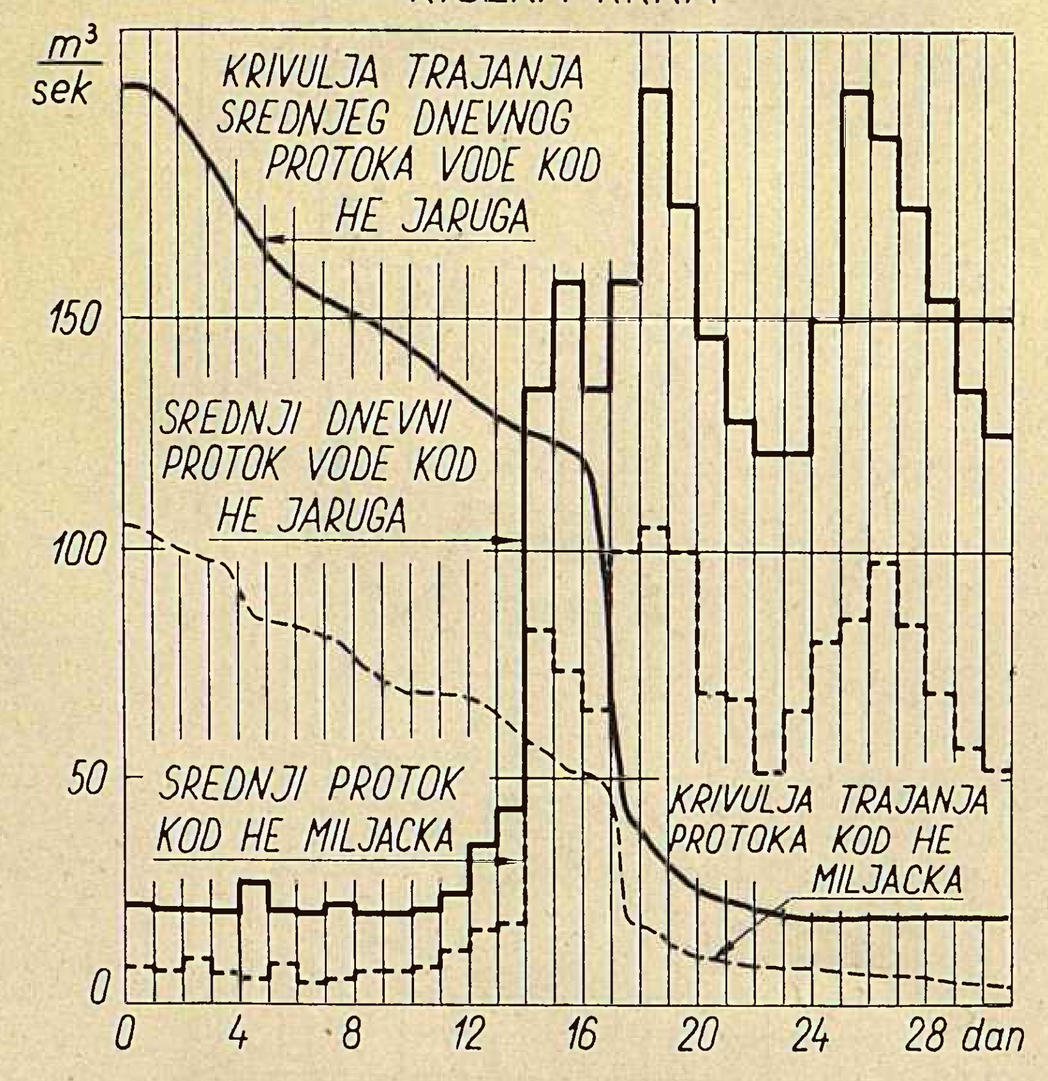


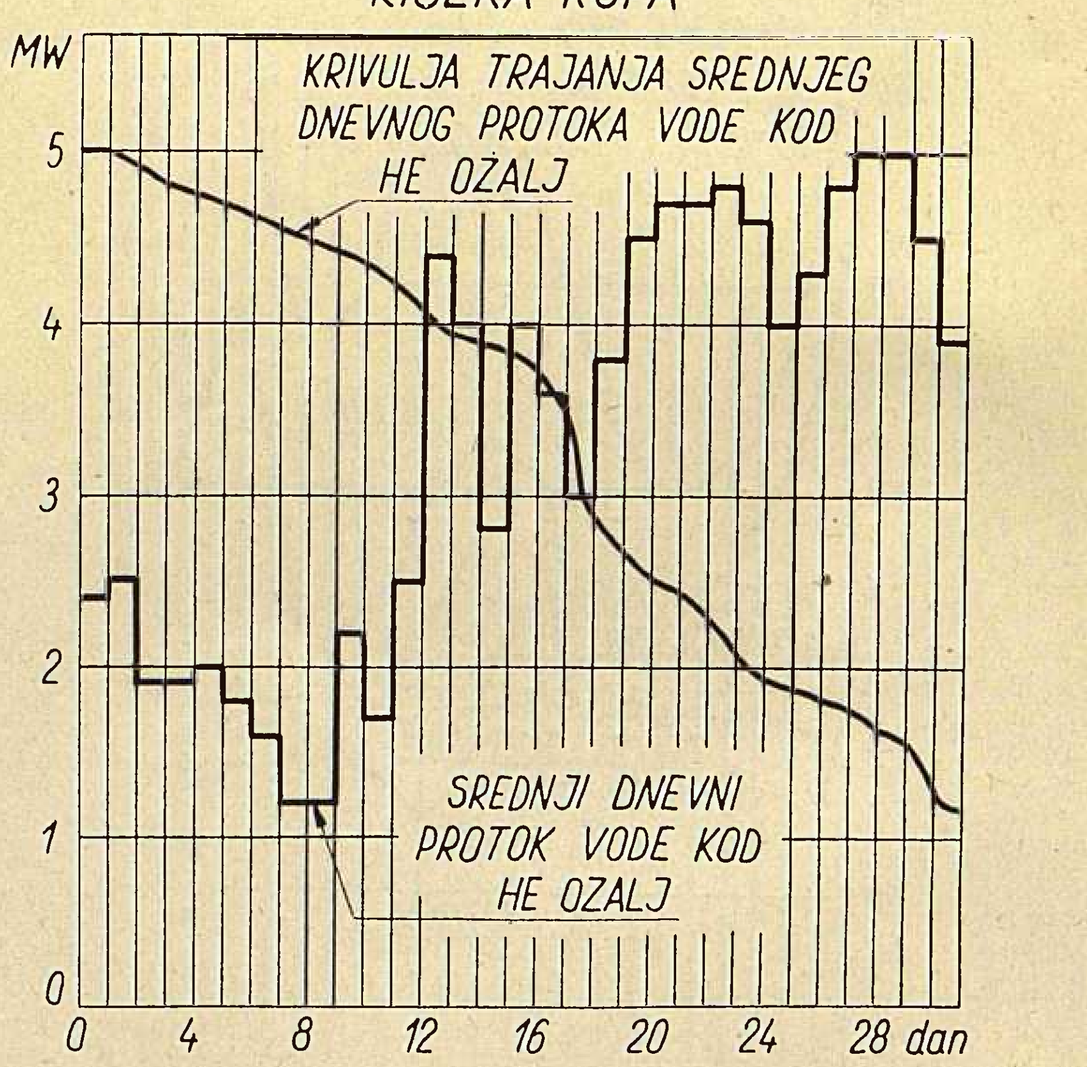


DIJAGRAM PROTOKA VODE ZA MJESEC PROSINAC 1958.









INSTALIRANA PROTOKA: HE KRALJEVAC (CETINA) 80 m³/sek
HE JARUGA (KRKA) 31 m³/sek
HE OZALJ (KRKA) 55 m³/sek
HE MILJACKA (KRKA) 28 m³/sek
HE NIKOLA TESLA (VINODOL) 15 m³/sek

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

SIJEČANJ 1959.

Proizvodnja i nabava električne energije NR Hrvatske

Mjesec	Godina	Proizvodnja na generatoru u MWh								Razmjena			Ukupno (7+8+9+10—11)
		Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Lokalne elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	1958	79976	26431	1913	14467	114	334	82003	41232	— 1302	46891	—	168824
2.	1958	63076	19324	1603	15164	100	301	64779	34789	1779	50530	—	151877
3.	1958	86974	17759	2128	15448	109	288	89211	33495	— 6000	62133	— 5697	173142
4.	1958	81811	20540	2092	14707	101	273	84004	35520	18930	26817	— 5983	159288
5.	1958	75962	11664	1602	14454	105	213	77669	26331	4473	52800	— 6726	154547
6.	1958	47747	16101	990	15648	98	213	48835	31962	37883	32896	— 6886	144690
7.	1958	28352	22894	555	18733	105	225	29012	41852	50377	29342	— 9342	141241
8.	1958	13997	26018	329	17985	101	276	14427	44279	49614	34654	— 896	142078
9.	1958	7734	37102	212	22783	96	274	8042	60159	53069	25714	— 111	146873
10.	1958	31290	33130	696	26466	99	262	32085	59858	72636	4997	— 5975	163601
11.	1958	61776	23410	1513	21683	108	266	63397	45359	47405	23991	— 5781	174371
12.	1958	75437	21585	1633	20474	112	319	77182	42378	45197	27059	— 5627	186189
Ukupno	1958	654132	275958	15266	218012	1248	3244	670646	497214	374061	417824	— 53024	1906721
1.	1959	92499	21833	2149	17299	114	317	94762	39449	13943	58082	— 11131	195105

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja MWh	Indeks[1]	Iskorištenje[2] %	Utrošak topline kcal/kWh
a		b	1	2	3	4	5
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol	75,0	18342	106,9	100,0	—
		Gojak	—	—	—	—	—
		Ozalj	5,1	3072	112,8	100,0	—
		Kraljevac	62,0	49264	119,0	97,3	—
		Miljacka	24,0	14335	118,6	89,9	—
		Jaruga	5,5	3981	105,2	97,4	—
	TE	Zagreb	17,0	4469	71,7	36,6	6830
		Jertovec	39,0	14225	98,9	50,6	4089
		Vlaška	9,5	2391	56,0	35,0	5744
		Rijeka	5,0	141	32,0	3,9	6848
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,5	3712	—	29,4	. . .
		Sladorana, Županja	3,0	26	13,5	12,0	. . .
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1921	152,9	22,5	. . .
		Željezara, Sisak	5,5	2096	58,5	53,0	. . .

1) Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednima iskazan je u odnosu na god. 1958 = 100
2) Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje instaliranog kapaciteta.

Energetska bilanca NR Hrvatske

Elementi energetske bilance	Siječanj MWh	%	Indeks 1958 = 100
a	1	2	3
Proizvodnja elektrana u sistemu	114332	55,4	107
Proizvodnja industrijskih elektrana	19448	9,5	118
Proizvodnja lokalnih elektrana	431	0,2	96
Ukupna proizvodnja na generatoru	134211	65,1	109
Nabava el. energije iz susjednih zajednica	72095	34,9	158
Nabava el. energije iz inozemstva			
Ukupno raspoloživa el. energija	206306	100	122
Vlastiti potrošak elektrana u sistemu	3475	1,7	109
Vlastiti potrošak ind. i lokalnih elektrana	1988	1,0	118
Ukupno raspoloživo na pragu elektrana	200843	97,3	122
(Dobava ind. elektrana sistemu)	(900)	—	(225)
(Prag elektrana u sistemu)	(183852)	(90,8)	(125)
Gubici prijenosa u sistemu	8705	4,2	83
Gubici razvoda u sistemu	15952	7,7	128
Gubici razvoda lokalnih elektrana	43	0,0	86
Ukupno predaja el. energije potrošačima	176143	85,4	125
Od toga: Predano inostranstvu	11131	5,4	78
Industrijska vlastita opskrba	16603	8,0	116
Lokalna opskrba	345	0,2	97
Potrošači u sistemu	148064	71,8	117
Struktura potrošnje u sistemu — Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100%			
Kućanstva (domaćinstva)	40683	27,4	130
Rasvjeta poslovnih prostorija	5935	4,0	122
Rasvjeta društvenih prostorija	1354	0,9	111
Motori i aparati	1580	3,5	128
Poljoprivredni motori	678	0,5	126
Javna rasvjeta	2095	1,4	104
Preprodavači	1736	1,2	91
Ukupno potrošnja na malo	57661	38,9	126
Vodovod	3554	2,4	109
Gradska eletrička vuča	1292	0,9	97
Ukupno komunalna velepotrošnja	4846	3,3	106
Ugljenokopi	6267	4,2	101
Tvornice cementa	6412	4,3	113
Ostala opća velepotrošnja	30909	20,9	117
kod elektrokemije	(501)	(0,3)	(57)
kod elektrometalurgije	(1344)	(0,9)	(108)
kod ostalih	(29064)	(19,7)	(119)
Ukupno opća velepotrošnja	43588	29,4	113
Karbid	12939	8,8	97
Aluminij	12228	8,3	157
Ostala elektrokemija	1406	0,9	58
Ukupno elektrokemija	(26573)	(18,0)	(113)
Ferolegure elektrometalurgije	11717	7,9	102
Elektrotoplina	2500	1,7	140
Željeznička električna vuča	1103	0,8	115
Melioracija	76	0,0	1080
Ukupno specijalna velepotrošnja	41969	28,4	111

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji

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. 1959	640	447	193	92	22	71	70	112	62	146	31	22	8	4	0
Indeks na bazi	1. 1958	117	128	95	122	103	116	85	138	78	145	134	101	135	110	2

Proizvodnja ugljena

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće			Proizvodnja u tonama	Indeks 1958 = 100
			Siječanj	
a			1	2
Kameni — Istarski ugljenokopi			68360	99,3
Mrki	Hrvatsko Zagorje:	Golubovečki ugljenokopi	5575	82,0
		Rudnici Pregrada	4580	94,9
		Ostali	5162	90,1
	Međimurje:	Međimurski ugljenokopi	16624	98,8
	Dalmacija:	Rudnik Siverić	11320	76,3
		Ostali	556	81,5
	Ostala područja		2162	95,5
		Ukupno mrki ugljen	45979	88,5
Lignit	Hrvatsko Zagorje:	Ivanečki ugljenokopi	17673	118,4
		Konjšćinski ugljenokopi	19282	83,6
		Rudnik Ladanje Donje	13822	94,7
		Stubički ugljenokopi	15549	113,9
		Ostali	1624	60,1
	Bilogora-Podravina:	Koprivnički ugljenokopi	11006	73,2
		Križevački ugljenokopi	5736	116,9
		Ostali	7638	103,0
	Ostala područja		910	33,9
		Ukupno lignit	93240	94,2
Ukupno sve vrste ugljena			207579	94,5

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji

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. 1959	1688	105	736	847	445	208	377	644	1,0	12,7	91	2,2
Indeks na bazi	1. 1958	102,7	103,0	100,4	105,0	101,3	94,5	106,7	105,6	100,0	64,8	103,3	96,6

Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji

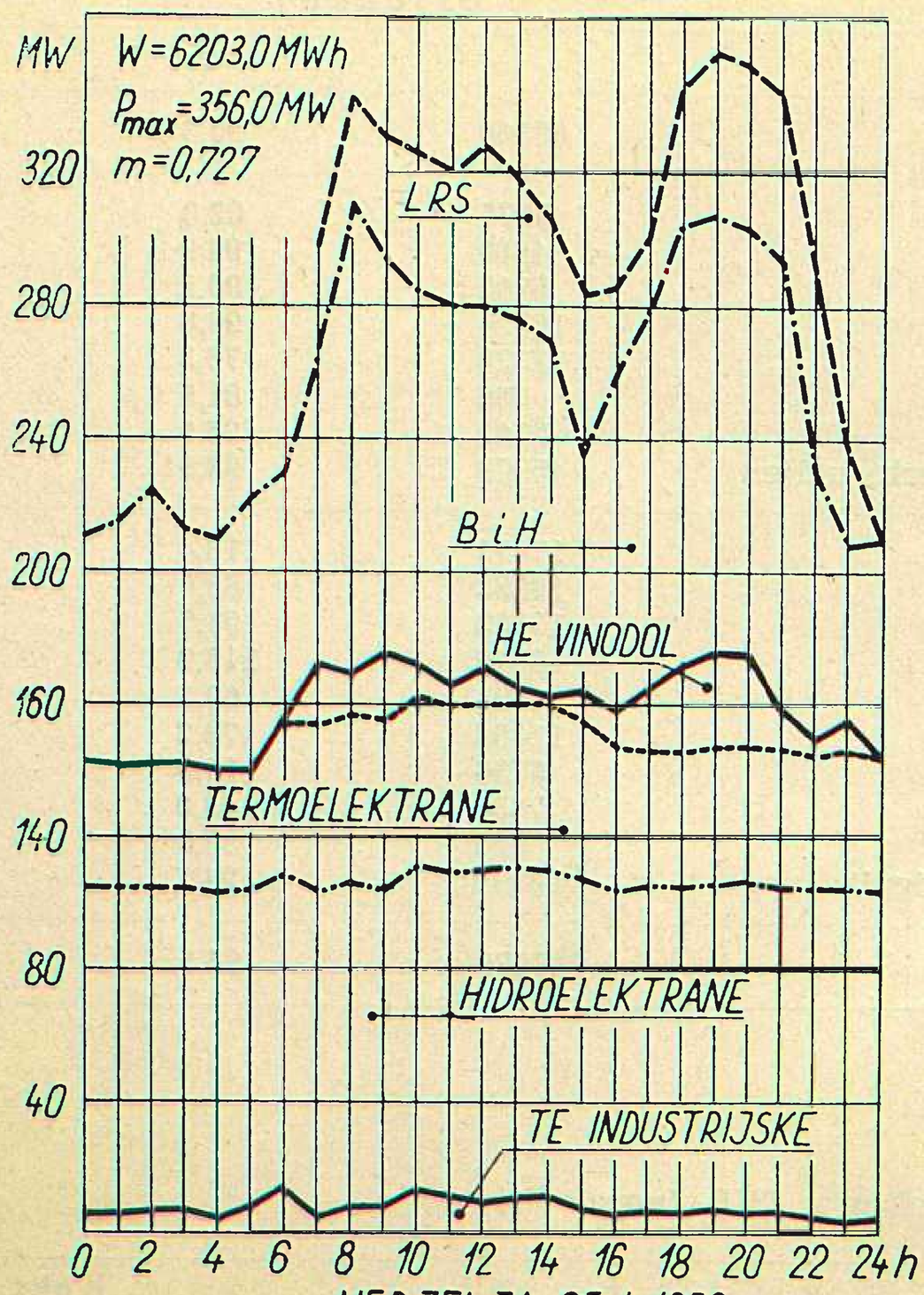
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	1. 1959	41156	4416	94811	16820	550	4604	26993	3250	186
Indeks na bazi	1. 1958	111,3	113,2	103,0	86,8	186,4	76,5	126,6	88,8	111,3

Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji

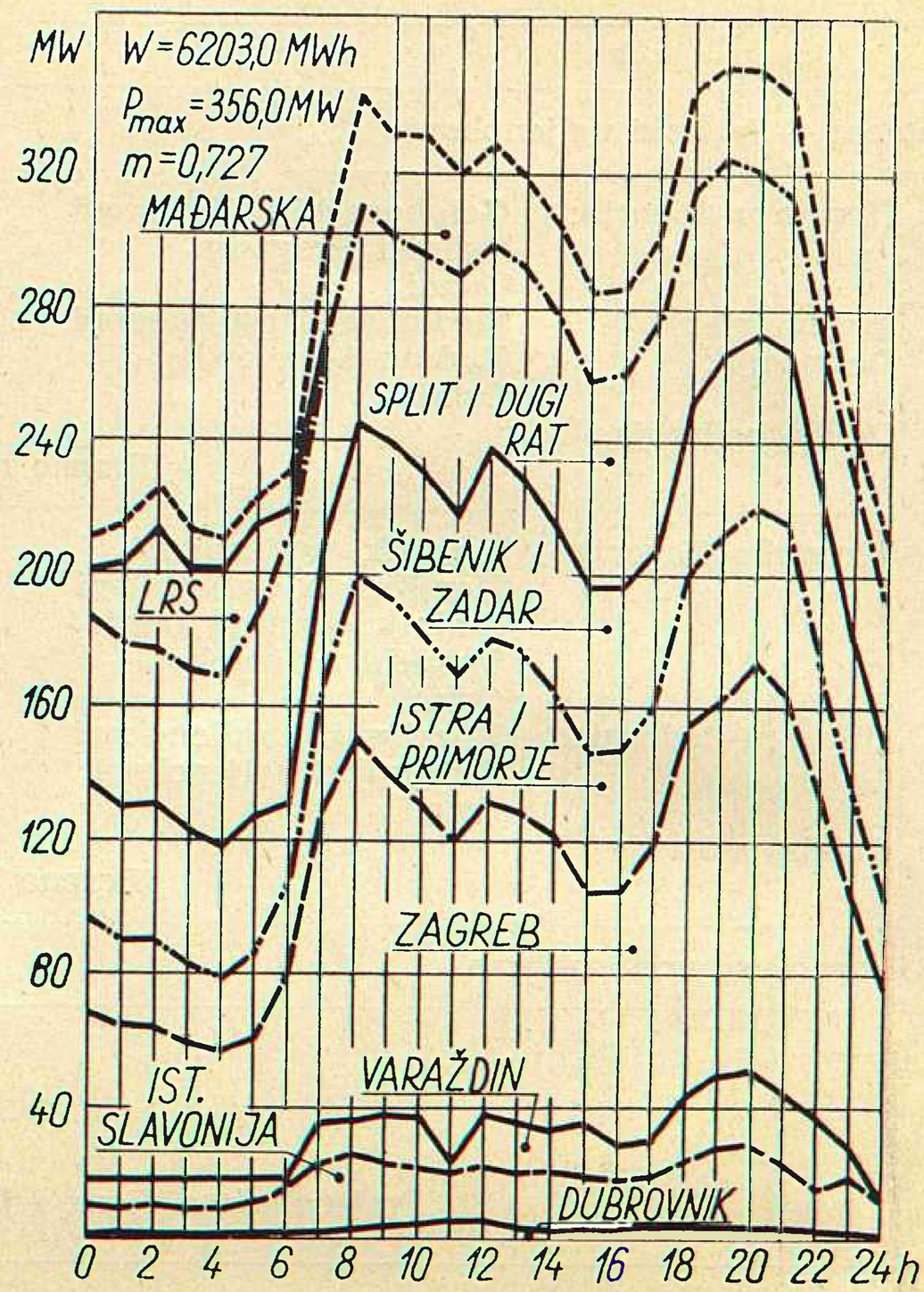
Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
1. 1958	87	84	87	91	92	81	73	74	90	90
1. 1959	92	88	93	96	100	93	79	78	96	94

SRIJEDA 21. I. 1959.

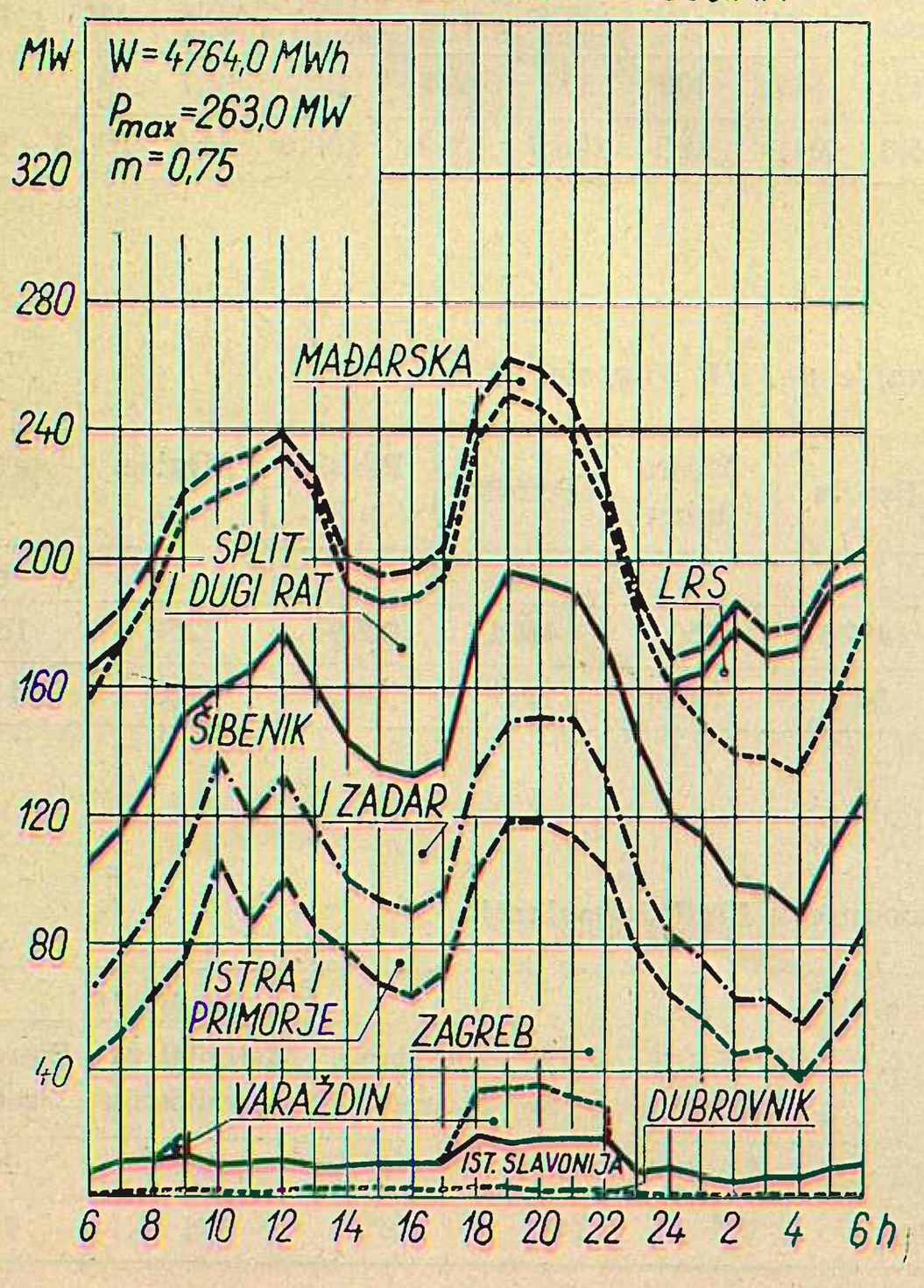
PO IZVORIMA ENERGIJE



PO PODRUČJIMA

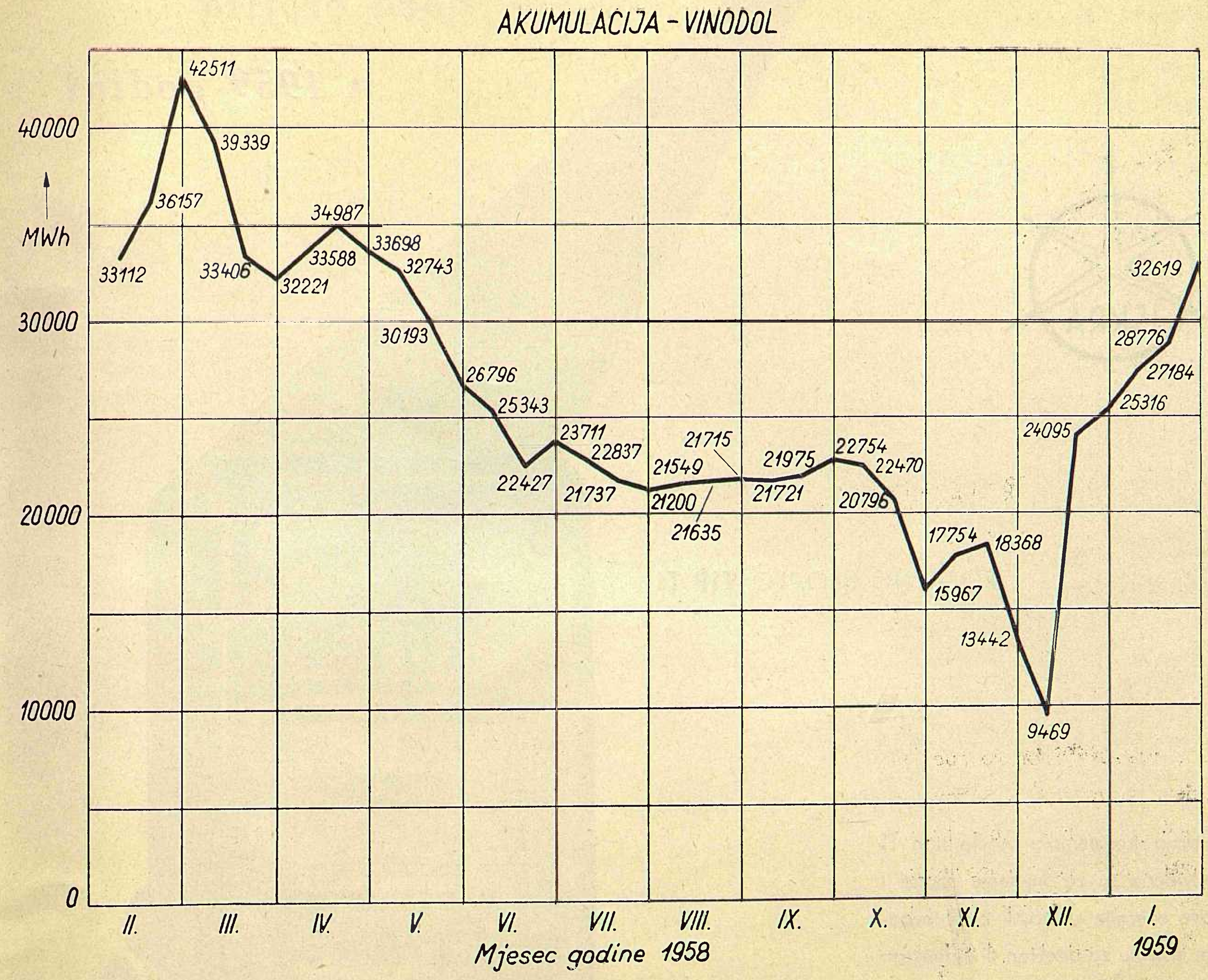


NEDJELJA 25. I. 1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA



Srednje dnevne protoke u mjesecu siječnju 1959

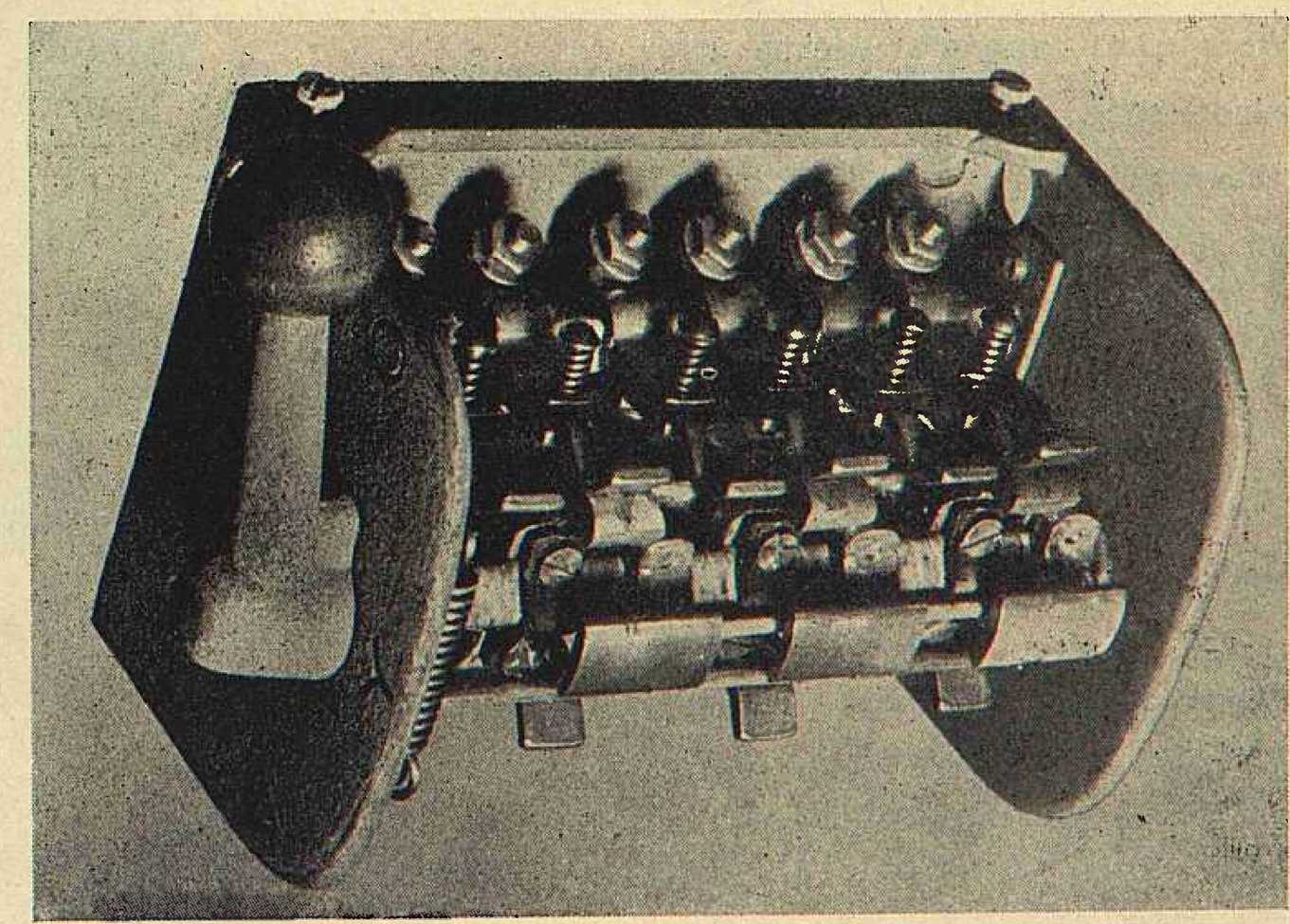
Datum	Cetina	Krka		Lokvarka	Ličanka	Kupa
	Kraljevac	Miljacka	Jaruga	Vinodol	Vinodol	Ozalj
	m³/s	m³/s	m³/s	MW	MW	MW
1	332,0	49,0	114,0	2,3	3,4	3,5
2	322,0	42,0	107,0	2,0	3,5	2,8
3	309,0	50,0	100,0	7,9	8,4	3,0
4	305,0	50,0	118,0	2,1	4,0	4,1
5	292,0	40,0	107,0	3,0	4,3	4,3
6	260,0	37,0	93,0	3,0	4,0	3,7
7	245,0	37,0	87,0	35,0	52,0	3,3
8	259,0	71,0	94,0	13,0	28,0	4,0
9	292,0	68,0	128,0	15,0	25,0	4,0
10	284,0	59,0	132,0	11,0	20,0	4,0
11	251,0	51,0	114,0	6,0	11,0	4,0
12	228,0	45,0	100,0	5,0	9,0	4,0
13	230,0	42,0	107,0	3,1	6,9	4,0
14	218,0	40,0	100,0	4,2	7,8	4,0
15	205,0	58,0	100,0	54,0	106,0	4,0
16	269,0	55,0	143,0	15,0	105,0	4,1
17	335,0	73,0	158,0	8,0	17,2	5,2
18	312,0	67,0	142,0	5,3	9,9	5,0
19	258,0	67,0	125,0	3,4	8,5	4,5
20	230,0	47,0	110,0	7,0	8,7	4,1
21	209,0	46,0	100,0	7,1	13,5	4,9
22	195,0	47,0	96,0	34,3	52,0	4,6
23	181,0	46,0	96,0	46,0	71,0	3,7
24	195,0	48,0	93,0	30,0	54,8	3,9
25	216,0	49,0	96,0	18,0	29,8	4,3
26	205,0	48,0	93,0	12,0	17,4	4,9
27	192,0	48,0	90,0	7,2	9,7	5,0
28	181,0	43,0	87,0	3,3	4,5	5,0
29	163,0	43,0	77,0	4,2	6,3	4,3
30	152,0	38,0	74,0	2,9	4,1	4,0
31	135,5	37,0	68,0	1,3	2,9	3,3
Mjesečni prosjek	240,7	49,7	104,8	12,0	22,9	4,1



KVALITETNE SKLOPKE I PREKLOPKE

„Zvijezda - trokut"	40 A
„Zvijezda - trokut"	25 A
„Lijevo - desno"	40 A
„Lijevo - desno"	25 A
„Tekstilne"	25 A
„Tlačne" I - 7 Atm	10 A
„Plovne"	10 A

PROIZVODI:



Preklopka »Zvijezda-trokut« 380V, 25A: proizvod »Elektrostroj«

„Elektrostroj"

ELEKTROTEHNIČKA ZANATSKA ZADRUGA

ZAGREB, PETRINJSKA ULICA 59

nova brojila

u 1959 godini

TROFAZNO BROJILO **TIP T1**

Trofazna trosistemska brojila tipa T1 predviđena su za mjerenje radne i jalove energije u tro-ili četvorovodnom sistemu za direktan ili indirektan priključak. Brojila jalove energije izvedena su sa naponskim svicima u umjetnom spoju, a sva su opremljena kočnicom za sprečavanje okretanja rotora u suprotnom smjeru.

TEHNIČKI PODACI:

Nazivni naponi: od 3 × 57/100 . . . 3 × 291/500 V
Nazivne struje: 5 A, 5 (10) A, 5 (15) A, 10 (20) A, 10 (30) A, 20 (40) A, 20 (60) A
Vlastita potrošnja naponskog svitka: . . . . . cca 1,1 W
Vlastita potrošnja strujnog svitka (I_n) . . . . . cca 0,2 W
Osjetljivost (cos $\varphi = 1$) . . . . . cca 0,35 % I_n
Zakretni moment kod I_n . . . . . 8,2 cmgr
Ispitni napon . . . . . 2000 V
Težina brojila . . . . . cca 3 kg

ISKRA

TVORNICA ELEKTROTEHNIČKIH I FINOMEHANIČKIH PROIZVODA **KRANJ**

GOD. 8 (1959) energija BROJ 5 — 6

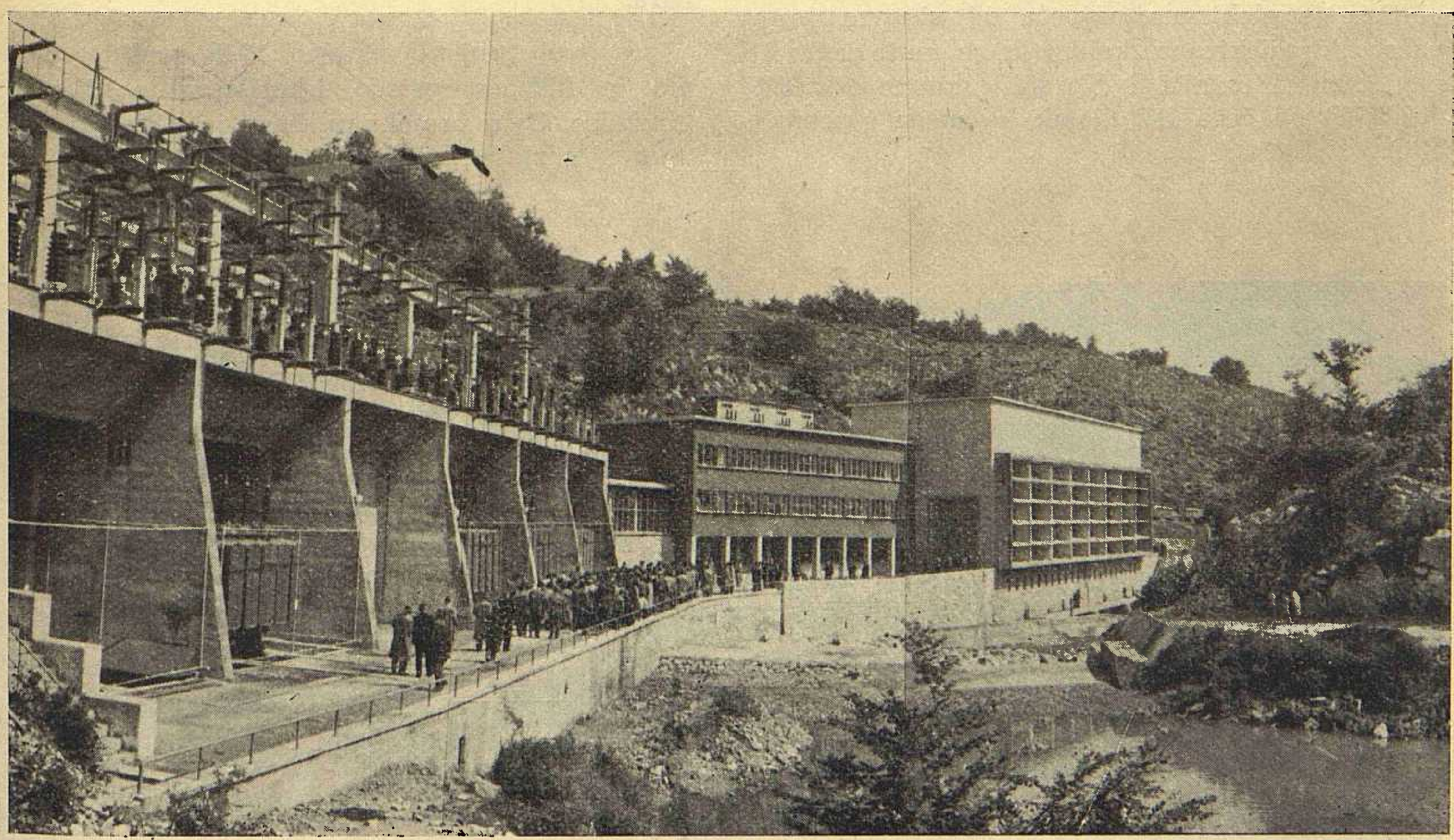
BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

PUŠTENA U POGON HIDROELEKTRANA GOJAK

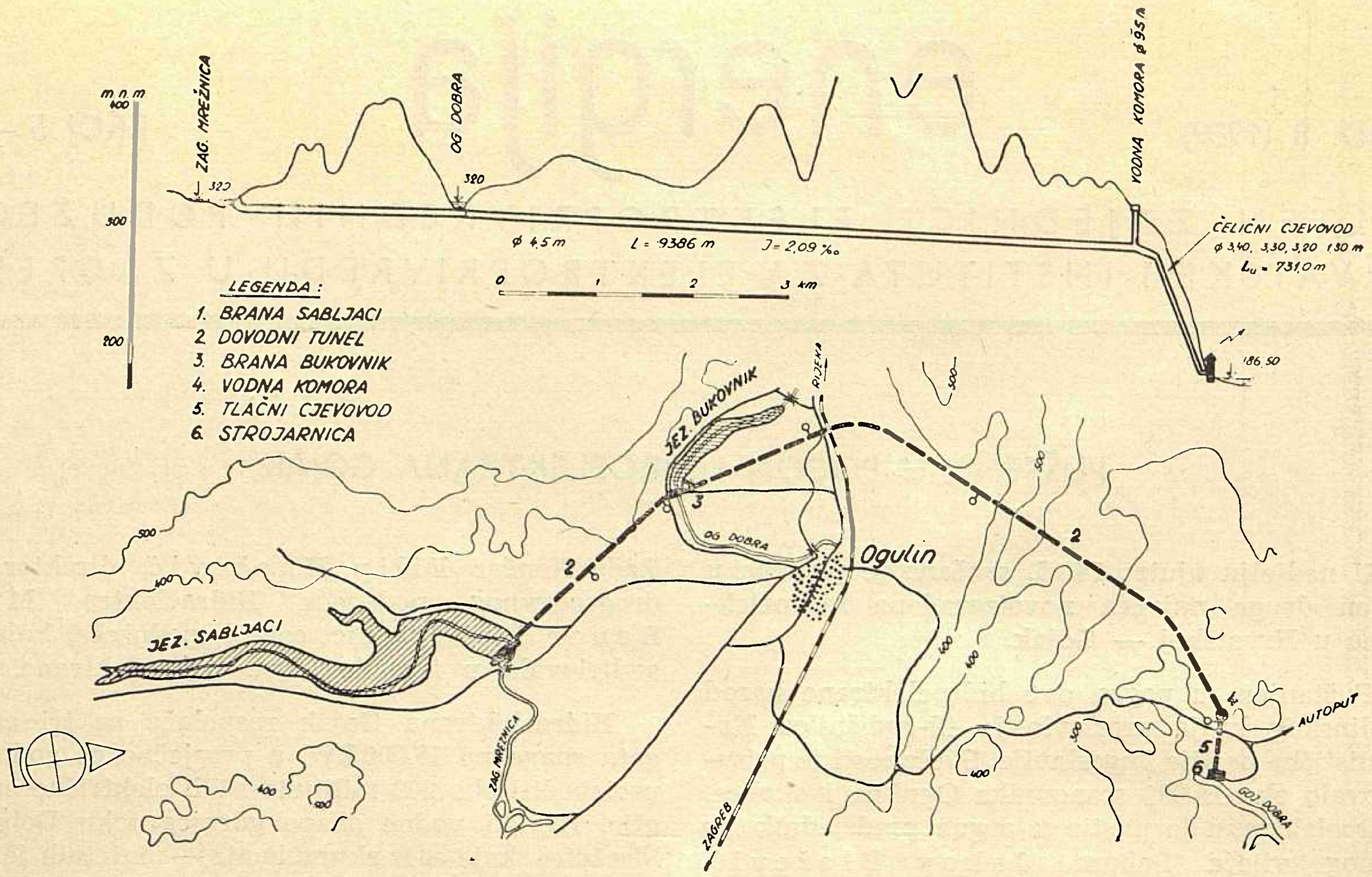
U nedjelju ujutro 24. 5. svečano je puštena u pogon druga najveća novoizgrađena hidroelektrana u Hrvatskoj — Gojak.

Puštanjem u pogon ove hidroelektrane narod ogulinskog kraja proslavio je 40-godišnjicu Komunističke partije Jugoslavije. Svečanosti je prisustvovalo oko 15.000 stanovnika Ogulina i okolice. Hidroelektranu je pustio u pogon predsjednik Izvršnog vijeća Sabora Jakov Blažević. Svečanosti su također prisustvovali predsjednik Republičkog vijeća Sabora Zlatan Sremec, članovi Izvršnog vijeća Marin Cetinić i Anton Pavlinić, direktor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede Ante Raos, direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske Miloš Damjanić, direktor tvornice Rade Končar Filip Knežević, direktor hidrograđevnog poduzeća Hidroelektra Mišo Bauer i predstavnici ostalih poduzeća, koja su sudjelovala u izgradnji ove hidroelektrane.

Hidroelektrana Gojak raspolaže sa tri agregata snage po 16.000 kW, a prosječno će godišnje proizvoditi oko 200 milijuna kWh električne energije. Koristi vodne snage gornjeg toka Dobre i Mrežnice, koje se iz akumulacija — umjetnih jezera Bukovik i Sabljaci kod Ogulina — dovode u strojarnicu, 130 metara niže, kroz sada najduži dovodni tunel u zemlji od oko 10 km. Tokom probijanja ovog tunela iskopano je 282.000 m³ kamena, a ugrađeno je 106.000 m³ betona, 327 tona armiranog željeza i 11.082 tone cementne mase za injektiranje. Na vanjskim radovima



Sl. 1. Strojarnica i elektroprenosno postrojenje hidroelektrane Gojak na donjem toku rijeke Dobre.



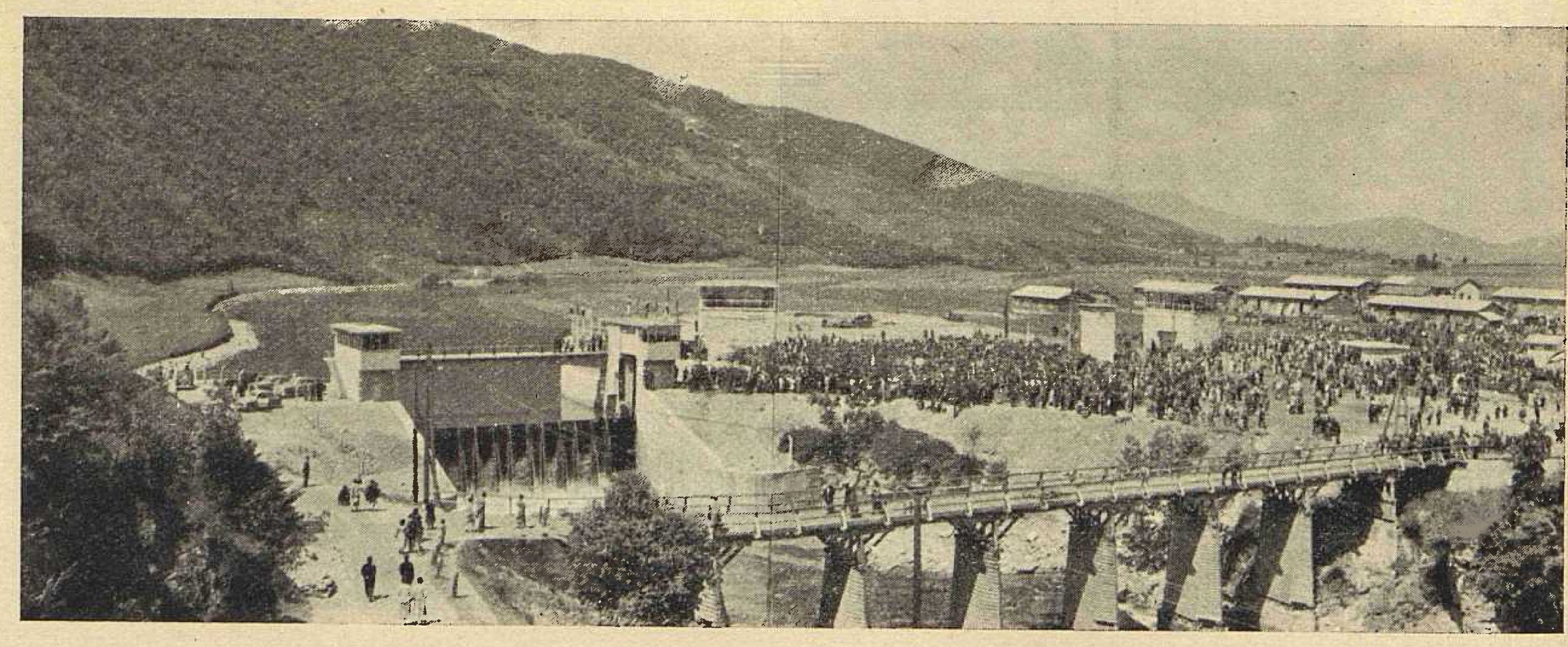
Sl. 2. Položaj elektrane Gojak

(brane, strojarnica, rasklopnica, pristupne ceste) iskopano je 63.000 m³, nasuto 49.000 m³ i ugrađeno 30.000³ m betona, 507 tona željezne armature i 8.000 m³ materijala za zidarske radove.

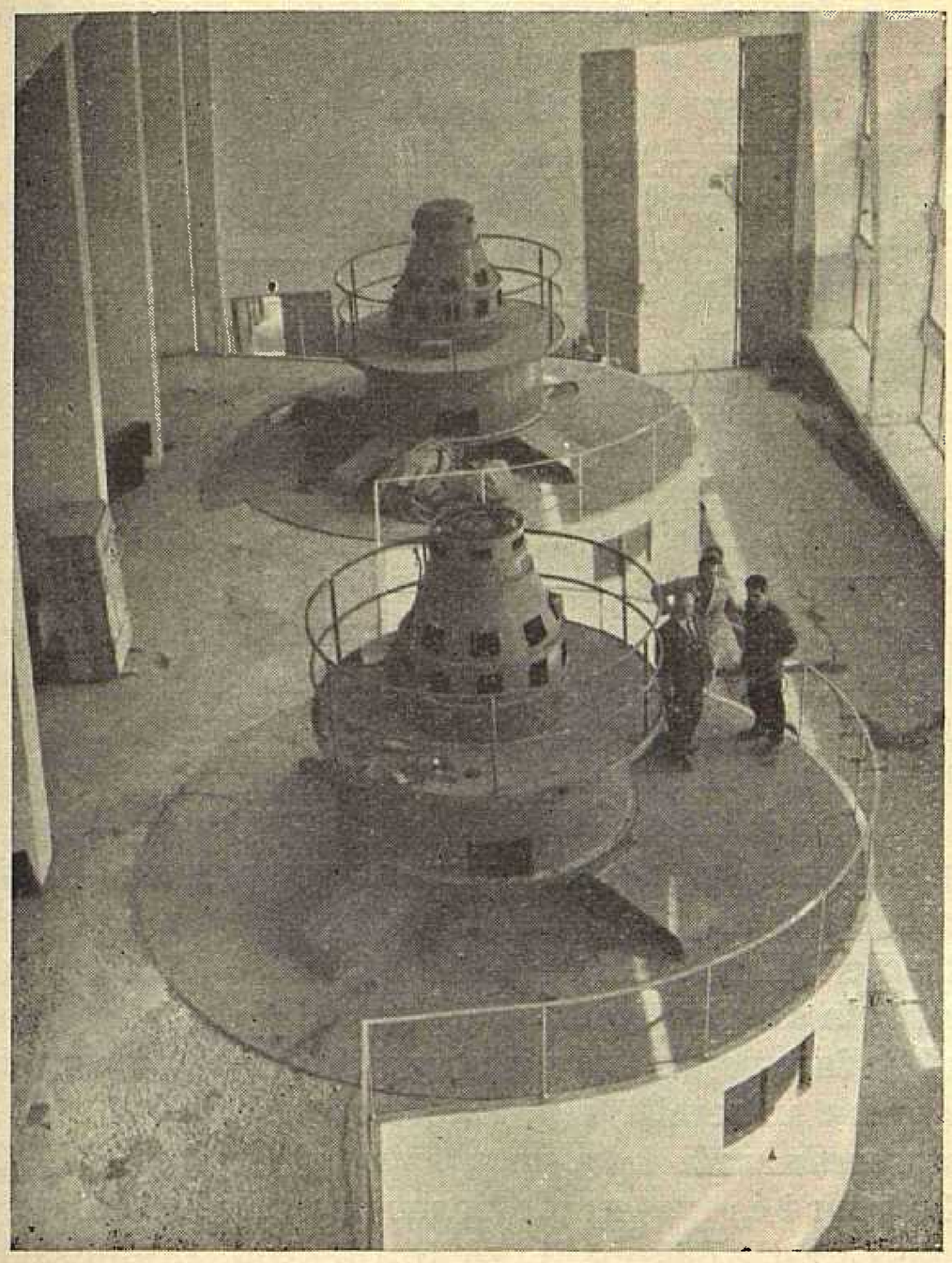
Ova je elektrana najveća od ukupno osamnaest hidroelektrana, koliko ih se može izgraditi na Dobri, Mrežnici i Korani (ukupno 150 MW, 600 GWh od čega HE Gojak 1/3 snage i produkcije).

Izgradnja ove hidroelektrane trajala je sa pripremnim radovima oko šest i po godina, a ukupni troškovi dosegli su 8,5 milijardi dinara. Ukupni troškovi izgradnje iznosit će oko 9 milijarda dinara.

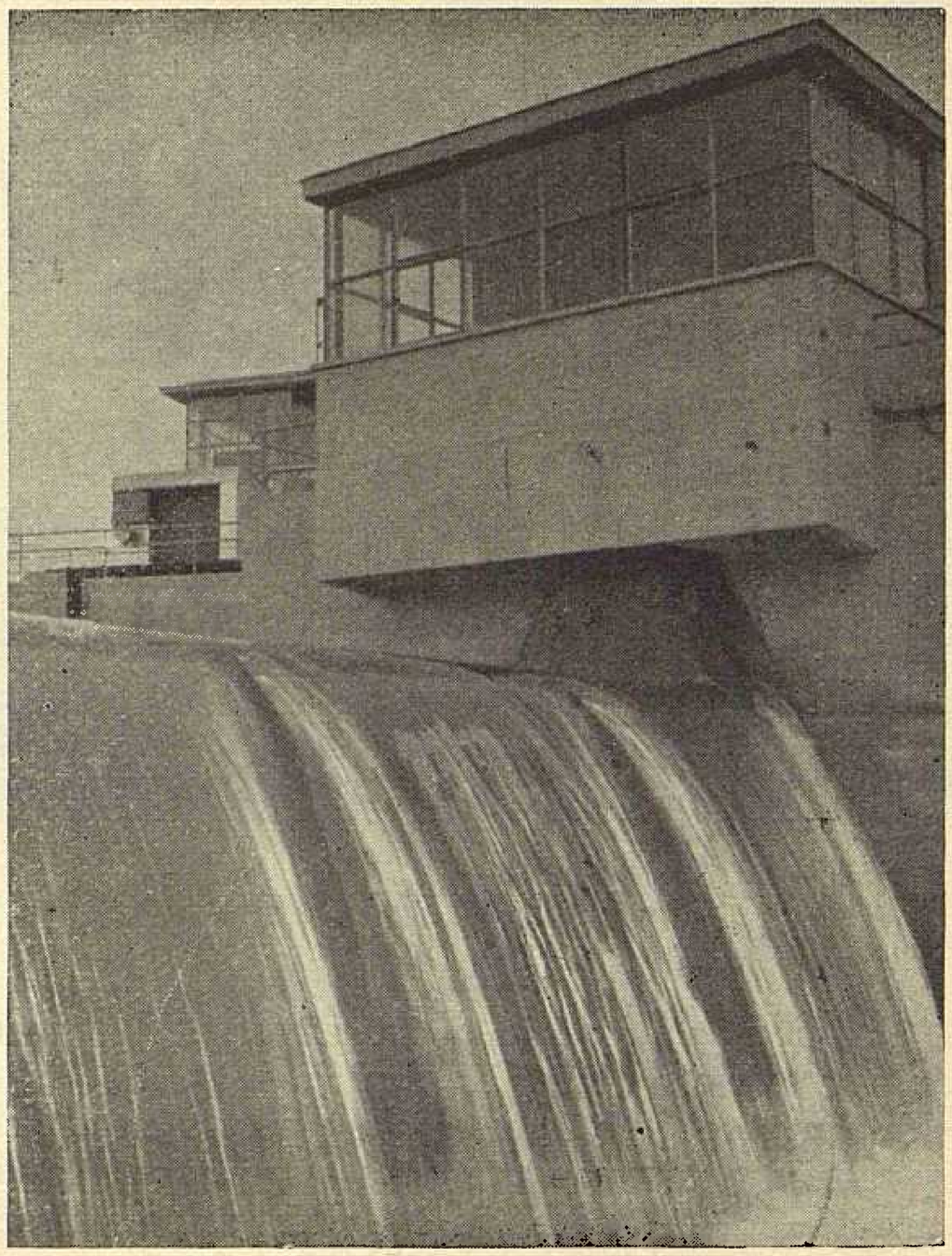
Osnovni projekt, izrađen 1948. godine, obradio je hidroenergetsko iskorištavanje Dobre i Mrežnice. Ovaj projekt proširen je u godini 1951. osnovnim rješenjem korištenja vodotoka Korane.



Sl. 3. Brana i jezero Bukovik na Ogulinskoj Dobri



Sl. 4. Strojarnica, generatori



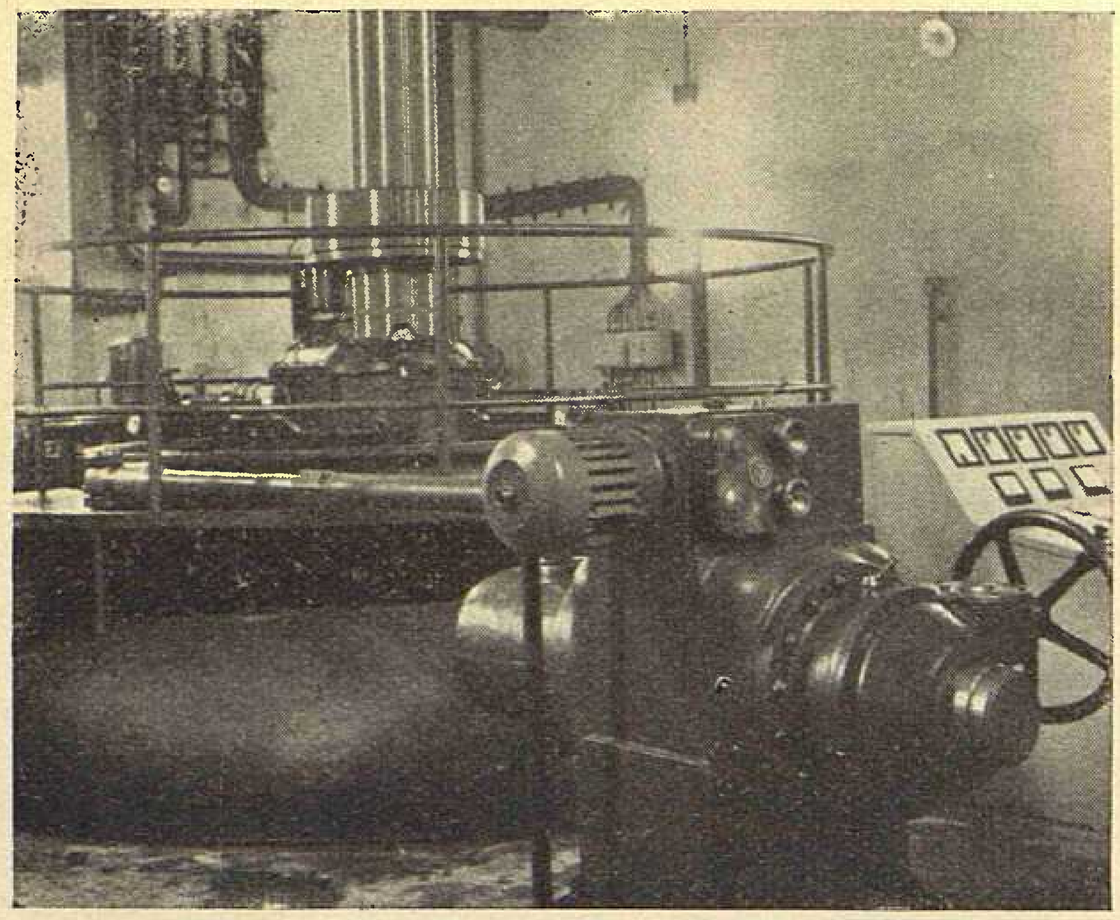
Sl. 5. Preljev na brani Sabljaci

Projekt je razradio alternativnu mogućnost korištenja Ogulinske Dobre i Zagorske Mrežnice u varijanti na Tounjčicu sa glavnim postrojenjem HE Kamenica, odnosno na Gojačku Dobru sa glavnim postrojenjem HE Gojak.

Komisija za reviziju projekata pri tadanjoj Glavnoj direkciji elektroprivrede NRH, razmatrajući osnovni projekt donijela je rješenje od 26. 7. 1952., kojim je projekt usvojen, a odlučeno je, da se vode Ogulinske Dobre i Zagorske Mrežnice koriste u varijanti na Tounjčicu, sa glavnim postrojenjem HE Kamenica ili HE Kukača.

Komparacijom provedenom u svrhu izbora varijante Kamenica ili Kukača pokazano je, da varijanta Kukača ne dolazi u obzir iz ekonomskih i pogonskih razloga.

Sl. 6. Svečani čin: predsjednik Izvršnog vijeća Sabora Jakov Blažević pušta u pogon prvi agregat hidroelektrane Gojak



Sl. 7. Strojarnica, turbina

Prilikom studiranja i istraživanja za izradu idejnog projekta HE Kamenica pokazale su se tehničke poteškoće i mane ovog postrojenja, te je provedena ponovna detaljnija usporedba glavnih postrojenja HE Kamenica i Gojak (elaborat Elektroprojekta od februara 1953.). Rezultati te usporedbe razmotreni su na proširenom Stručnom sasvjetu Elektroprojekta, Zagreb, dne 2. 3. 1953. te je donesen jednoglasan zaključak, da je varijanta Gojak povoljnija u ekonomskom, izvedbenom, pogonskom i energetskom pogledu.

Na sjednici Komisije za reviziju programa pri Drž. sekretarijatu za privredu NRH, od 13. 3. 1953., na osnovu podnesenog elaborata donesen je zaključak, da treba pristupiti projektiranju i predložiti izgradnju HE Gojak, kao glavnog postrojenja čitavog sistema. Konačno, u travnju 1953., odobrilo je i Izvršno vijeće Sabora NRH ovu izgradnju.

Hidroelektrana Gojak centralno je smještena u području 110 kV mreže između Vinodola i Zagreba. Svojom snagom od 48 MW i akumulacijom za tjedno izravnanje imat će značajnu ulogu u energetskom sistemu. Pogotovo se njena uloga ističe u tome, što će od ukupne količine proizvodnje od oko 200 GWh imati veći dio proizvodnje u vremenu, kada se smanjuje proizvodnja u Dravskim elektranama.

Hidroelektrana Gojak je postrojenje, koje je opremljeno u cijelosti domaćom opremom osim manjeg dijela, koji se odnosi na uvoz. Poduzeća Rade Končar, Litostroj, Metalna, postigla su proizvodnjom i ugradnjom postrojenja još jedan uspjeh u nizu već do sada postignutih uspjeha u zemlji i na inozemnom tržištu. To se isto može reći i za montažno poduzeće Braća Kavurić, za građevinsko poduzeće Hidroelektra, Zagreb i za projektnu organizaciju Elektroprojekt, Zagreb.

Uredništvo Energije pridružuje se čestitkama, koje su bile upućene na proslavi projektantima, izvođačima i investitorima.

Iz uredništva

ODREĐIVANJE MOGUĆE PROIZVODNJE VARIJABILNE ENERGIJE U HIDROELEKTRANAMA

Hrvoje Požar, Zagreb

Moguća proizvodnja energije hidroelektrana može se podijeliti na konstantnu i na varijabilnu energiju. Uz zahtjev da se postigne što veća proizvodnja varijabilne energije uz što veću koncentraciju proizvodnje u satima velikih opterećenja, određeni su odnosi iz kojih je moguće odrediti moguću proizvodnju varijabilne energije za sedmično korištenje akumulacije. Na osnovu istih izvoda moguće je uz mala zanemarenja odrediti i mjesečne količine varijabilne energije.

DK 621.311.21.002

Osnovnu poteškoću za analizu prilika u elektroenergetskom sistemu, u kojemu rade i hidroelektrane i termoelektrane, predstavlja promjenljivost opterećenja u elektroenergetskom sistemu, koja se u prvom redu manifestira u promjenljivosti opterećenja tokom dana. Do znatnih pojednostavljenja dolazimo, ako dnevni dijagram opterećenja podijelimo u dva dijela: konstantni i varijabilni dio. Granicu između ta dva dijela čini konstantna snaga P_k (sl. 1), koju određujemo dijeljenjem potrebne energije u razdoblju malih opterećenja s trajanjem tog razdoblja (t_N sati), pa na taj način pretpostavljamo da je opterećenje u razdoblju malih opterećenja konstantno.

Daljnju poteškoću predstavlja različitost dnevnih dijagrama u radnim i neradnim danima, ako zanemarimo manje razlike u dnevnim dijagramima radnih dana. Budući da je potreba energije u neradnim danima znatno manja (oko 70%) u usporedbi s potrebama u radnim danima, može se pretpostaviti — u svrhu pojednostavljenja razmatranja — da je u neradnim danima opterećenje konstantno. Takova pretpostavka iskrivljuje donekle sliku, ali ne može iskriviti rezultate analize, jer je i maksimalno opterećenje u neradnim danima znatno manje od opterećenja u radnim danima.

Kad se radi o elektroenergetskim sistemima, u kojima je značajan udio hidroelektrana, analiza se obično provodi na osnovu srednjih mjesečnih protoka, pa je u tu svrhu najzgodnije promjene opterećenja prikazati mjesečnom krivuljom trajanja opterećenja (sl. 2). Uvođenjem mjesečnih krivulja trajanja pojavljuje se dalj-

nja poteškoća radi različitog broja dana u pojedinim mjesecima. Radi otklanjanja te poteškoće najzgodnije je pretpostaviti da su svi mjeseci međusobno jednaki i da svaki mjesec ima 730 sati (godišnje 8760 sati) i 25 međusobno jednakih radnih dana. Uz te pretpostavke moguće je iz dnevnog dijagrama opterećenja konstruirati mjesečnu krivulju trajanja opterećenja u kojoj trajanje konstantnog dijela dijagrama opterećenja iznosi 730 sati, a trajanje varijabilnog dijela $25 \cdot t_v$, gdje je t_v trajanje varijabilnog opterećenja (sati/dan).

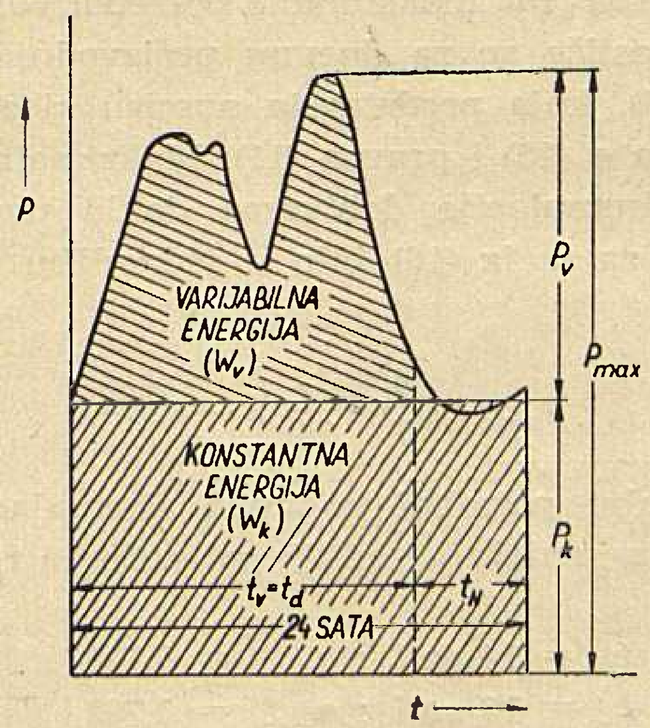
U protočnim hidroelektranama moguće je, bez gubitka još iskoristive vode, proizvoditi energiju samo s konstantnom snagom, dakle protočne hidroelektrane mogu bez gubitaka vode pokriti samo konstantni dio dijagrama.

U akumulacionim hidroelektranama — kad je raspoloživa količina vode manja od veličine izgradnje — može se dio vode ili ukupna količina vode koristiti za proizvodnju varijabilne energije. Udio varijabilne energije u ukupnoj proizvodnji — u promatranoj hidroelektrani — ovisi o količini raspoložive vode i o volumenu akumulacionog bazena. Određivanje količine varijabilne energije svrha je ovog razmatranja.

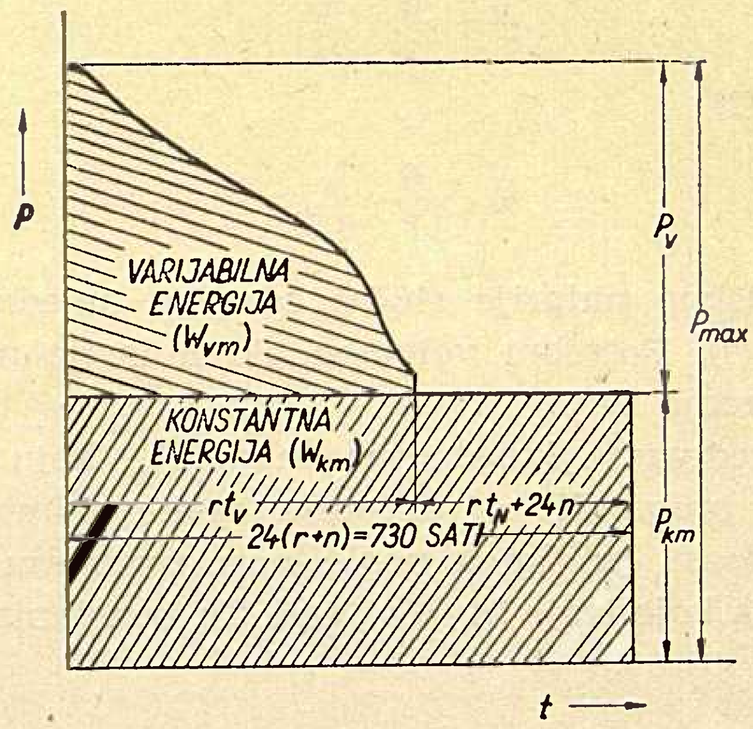
Pri tomu treba imati u vidu, da je potrebno odrediti moguću proizvodnju varijabilne energije uz zahtjev da se postigne najveća moguća koncentracija proizvodnje varijabilne energije. Zadovoljenje prvog zahtjeva postiže se angažiranjem najveće moguće snage za proizvodnju varijabilne energije.

Tako određena varijabilna energija i po korištenju akumulacije i po angažiranoj snazi predstavlja maksimalne mogućnosti hidroelektrane, pa kao takova može poslužiti za analizu prilika u elektroenergetskom sistemu. Nema međutim zapreke da se — ukoliko je to potrebno — voda u hidroelektrani koristi s manjom koncentracijom proizvodnje i s manjom proizvodnjom varijabilne energije, što dovodi do manjeg korištenja akumulacije.

Razmatranja ćemo provesti sa snagama i s energijama mjesto s protocima i s volumenima, jer možemo računati da je tokom sedmice odnosno tokom mjeseca pad konstantan odnosno jednak srednjem padu u promatranom razdoblju. Maksimalnu snagu hidroelektrane P_{max} i moguću proizvodnju hidroelektrane određujemo dakle prema srednjem padu.



Sl. 1. Podjela na varijabilnu i konstantnu energiju



Sl. 2. Mjesečna krivulja trajanja opterećenja: r — broj radnih dana, n — broj neradnih dana, t_v — trajanje varijabilnog opterećenja (sati/dan), t_N — trajanje razdoblja u radnom danu (sati/dan)

SEDMIČNO KORIŠTENJE AKUMULACIJE

Razmatranjem samo dnevnog korištenja akumulacije, koje možemo provesti uz pretpostavku da se svakog dana proizvodi ista količina varijabilne energije, pretpostavljamo da su svi dani — obzirom na potrebe energije — međusobno jednaki. Na taj način zanemaruje se činjenica da je potražnja neradnim danom manja. Korištenje akumulacija uz takovu pretpostavku može dovesti do nepotrebnih gubitaka u proizvodnji, te je neophodno predvidjeti korištenje akumulacija, kojim se postiže mala proizvodnja i u neradnim danima i u razdoblju malih opterećenja radnih dana, a najveća moguća koncentracija proizvodnje u razdoblju velikih opterećenja radnih dana.

Na taj način dolazimo do sedmičnog korištenja akumulacije.

POTREBNI VOLUMEN AKUMULACIJE

Razmotrimo najprije ovisnost potrebnog volumena akumulacije W_a izraženog s energijom koja se može proizvesti akumuliranom vodom, o mogućoj dnevnoj proizvodnji W uz zahtjev da se postigne što moguće veću koncentraciju proizvodnje uz što veću proizvodnju energije u razdoblju velikih opterećenja radnih dana koje traje t_v sati/dan.

Maksimalna sedmična proizvodnja u razdoblju velikih opterećenja radnih dana iznosi $6 \cdot P_{max} \cdot t_v$, pa treba razlikovati dva slučaja. Prvi, kad je ukupna sedmična moguća proizvodnja $(7 \cdot W)$ veća od maksimalne sedmične proizvodnje u razdoblju velikih opterećenja radnih dana, odnosno kad je ispunjena nejednadžba

$$W > t_v \cdot P_{max} \cdot 6/7 \qquad (1)$$

Drugi slučaj kad je zadovoljena nejednadžba

$$W < t_v \cdot P_{max} \cdot 6/7 \qquad (2)$$

Nejednadžbe (1) i (2) možemo pisati u drugom obliku, ako uvedemo za relativnu dnevnu proizvodnju

$$w = \frac{W}{24 \cdot P_{max}} \qquad (3)$$

pa dobivamo mjesto (1) izraz

$$w > \frac{6}{7} \cdot \frac{t_v}{24}, \qquad (4)$$

a mjesto (2)

$$w < \frac{6}{7} \cdot \frac{t_v}{24}. \qquad (5)$$

Razmotrimo najprije slučaj određen nejednadžbama (1) i (4). Potrebni volumen akumulacije možemo odrediti prema sl. 3.

Za određivanje konstantne snage P_k, koju hidroelektrana proizvodi u razdoblju malih opterećenja, mjerodavne su prilike u nedjeljnom razdoblju malih opterećenja koje traje $24 + t_N$ sati. Ta konstantna snaga iznosi

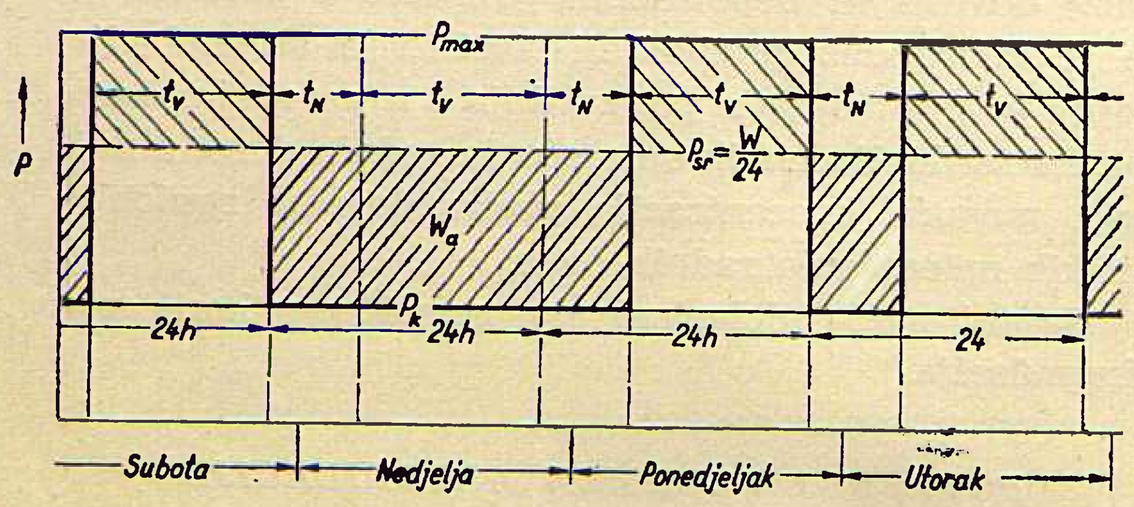
$$P_k = \frac{W}{24} - \frac{W_a}{24 + t_N}. \qquad (6)$$

pa je ukupna sedmična proizvodnja u razdobljima malih opterećenja prikazana jednadžbom

$$(6 \cdot t_N + 24) \cdot P_k = 7 \cdot W - 6 \cdot t_v \cdot P_{max} \qquad (7)$$

jer sedmično trajanje malih opterećenja iznosi $6 \cdot t_N + 24$ sati. Iz jednadžbi (6) i (7) možemo odrediti potrebni volumen akumulacije

$$W_a = t_v \cdot \frac{6(t_N + 24)}{6t_N + 24} (P_{max} - W/24), \qquad (8)$$



Sl. 3. Raspored proizvodnje za slučaj da je moguća sedmična proizvodnja veća od moguće proizvodnje u razdoblju velikih opterećenja u šest radnih dana; W_a – potrebni volumen akumulacije uz zahtjev da se postigne najveća moguća proizvodnja i najveća koncentracija proizvodnje energije u razdoblju velikih opterećenja u šest radnih dana

odnosno nakon uvođenja relativnog volumena akumulacije

$$a = \frac{W_a}{24 \cdot P_{max}}, \qquad (9)$$

te uvaživši da vrijedi relacija

$$t_N = 24 - t_v, \qquad (10)$$

dobivamo

$$a = \frac{t_v}{24} \cdot \frac{6(2 \cdot 24 - t_v)}{7 \cdot 24 - 6 \cdot t_v} (1 - w) \qquad (11)$$

Za slučaj kad je ispunjena nejednadžba (2), odnosno (5), način pogona je prikazan na sl. 4. Potreban volumen akumulacije određujemo sada iz jednadžbe

$$W_a = 1 + \frac{t_N + t''_v}{24}, \qquad (12)$$

a budući da je

$$t_v' = \frac{7}{6} \cdot \frac{W}{P_{max}}, \qquad (13)$$

jer se sva proizvodnja mora ostvariti u šest razdoblja po t_v' sati sa snagom P_{max}, te budući da je $t_v'' = t_v - t_v'$ dobivamo

$$W_a = W \cdot \left(2 - \frac{7}{6} \cdot \frac{W}{24 \cdot P_{max}}\right), \qquad (14)$$

odnosno nakon uvođenja relativnih veličina

$$a = w \cdot (2 - w \cdot 7/6) \qquad (15)$$

Maksimalni potrebni volumen akumulacije prema (11) postiže se za dnevnu proizvodnju w, za koju još vrijedi jednadžba (11), dakle za

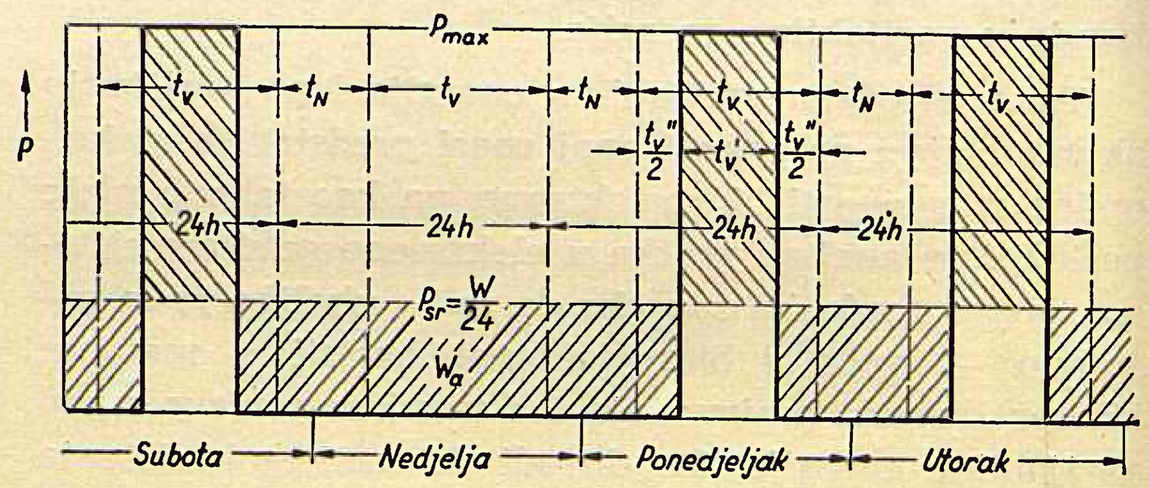
$$w = \frac{6}{7} \cdot \frac{t_v}{24}, \qquad (16)$$

dok je maksimalni potrebni volumen akumulacije prema (15) — određen deriviranjem tog izraza — jednak

$$a'_{max} = 6/7, \qquad (17)$$

koji je potreban za slučaj dnevne proizvodnje

$$w' = 6/7. \qquad (18)$$



Sl. 4. Raspored proizvodnje za slučaj da je moguća sedmična proizvodnja manja od moguće proizvodnje u razdoblju velikih opterećenja u šest radnih dana; W_a – potrebni volumen akumulacije uz zahtjev da se postigne najveća moguća proizvodnja i najveća koncentracija proizvodnje energije u razdoblju velikih opterećenja u šest radnih dana

Budući da je dnevna proizvodnja w' za koju je potreban najveći volumen akumulacije a'_{max}, uvijek veća od najveće dnevne proizvodnje za koju još vrijedi jednadžba (15), maksimalno potrebni volumen akumulacije postiže se za dnevnu proizvodnju određenu izrazom (16), koja predstavlja apscisu sjecišta krivulje (sl. 5) za a (15) i pravca (11). Maksimalno potrebni volumen akumulacije dobivamo dakle uvrštavanjem vrijednosti za w iz (16) bilo u jednadžbu (11) bilo u (15), pa je

$$a_{max} = \frac{6}{7} \cdot \frac{t_v}{24} (2 - t_v/24) \qquad (19)$$

Maksimalni potrebni volumen akumulacije ovisan je o trajanju razdoblja velikih opterećenja t_v, pa iznosi za

$t_v = 14$ sati : $a_{max} = 0{,}706$
$t_v = 16$ sati : $a_{max} = 0{,}762$
$t_v = 18$ sati : $a_{max} = 0{,}803$

Na sl. 5 prikazana je ovisnost potrebnog relativnog volumena akumulacije o relativnoj dnevnoj proizvodnji u slučaju sedmičnog korištenja akumulacije.

Volumen akumulacije možemo definirati i vremenom t_a potrebnim za pražnjenje akumulacije uz maksimalno opterećenje hidroelektrane, pa je trajanje pražnjenja određeno izrazom

$$t_a = W_a/P_{max}. \tag{20}$$

Maksimalno potrebno vrijeme trajanja iznosi dakle — uvaživši (19) —

$$t_{a\,max} = \frac{6}{7} \cdot t_v\,(2 - t_v/24) \tag{21}$$

odnosno

$$t_{a\,max} = 24 \cdot a_{max} \tag{22}$$

MOGUĆA PROIZVODNJA VARIJABILNE ENERGIJE

Treba razlikovati dva slučaja: prvi, kad je korisni volumen akumulacije manji od maksimalno potrebnog volumena ($a_k < a_{max}$) prema izrazu (19) i drugi kad je $a_k > a_{max}$.

Razmatranjem prvog slučaja dolazimo do zaključka da je relativna varijabilna energija

$$w_v = w \cdot 7/6, \tag{23}$$

jer sedmičnu proizvodnju treba raspodijeliti na šest radnih dana, kad je dnevna proizvodnja unutar slijedećih granica

$$0 \leqq w \leqq w_1, \tag{24}$$

gdje je

$$w_1 = (1 - 1 - a_k \cdot 7/6) \cdot 6/7, \tag{25}$$

koja je određena iz (15).

Za dnevne proizvodnje veće od w_1 — kad je korisni volumen manji od potrebnog volumena akumulacije — moguće je ostvariti pogon prema sl. 6. Iz jednadžbi za konstantnu snagu

$$P_k = \frac{W}{24} - \frac{W_{ak}}{2 \cdot 24 - t'_v} \tag{26}$$

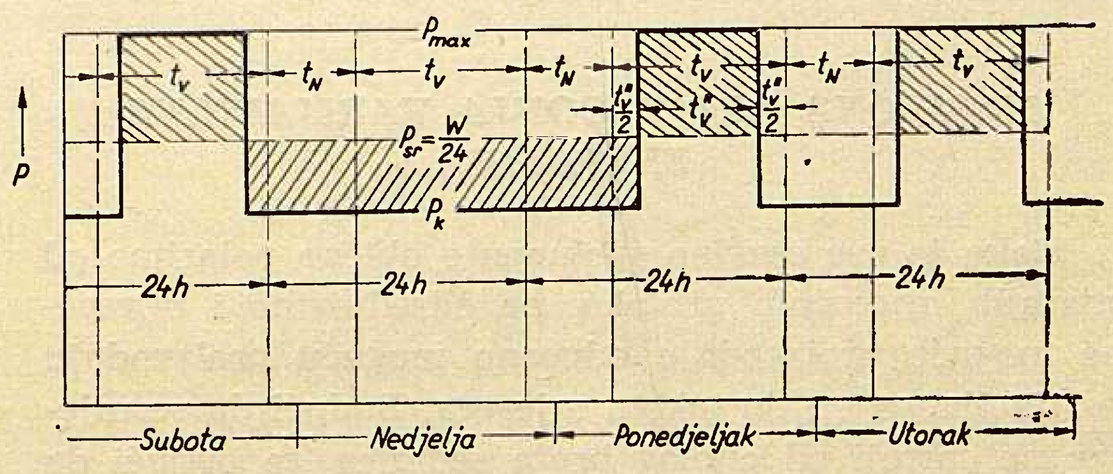
i za ukupnu sedmičnu energiju

$$7 \cdot W = 6 \cdot t_v' \cdot P_{max} + P_k\,(7 \cdot 24 - 6 \cdot t'_v) \tag{27}$$

koje dobivamo iz sl. 6, kad uzmemo u obzir relaciju $t''_v = t_v - t'_v$, možemo odrediti trajanje t'_v, koje određujemo iz izraza

$$t'_v = 12 \left[\left(2 + \frac{a_k}{1 - w}\right) - \sqrt{\left(2 + \frac{a_k}{1 - w}\right)^2 - 4 \cdot \frac{7}{6} - \frac{a_k}{1 - w}}\right] \tag{28}$$

Dnevnu količinu varijabilne energije možemo tada odrediti pomoću izraza



Sl. 6. Raspored proizvodnje za slučaj kad je moguća dnevna proizvodnja veća od proizvodnje prema izrazu (25), a korisni je wolumen W_{ak} manji od potrebnog volumena akumulacije W_a za postizanje maksimalne koncentracije u razdoblju velikih opterećenja

$$W_v = t'_v\,(P_{max} - P_k) \tag{29}$$

pa uvrštavanjem za P_k vrijednosti iz (26), dobivamo relativnu količinu varijabilne energije

$$w_v = \frac{t'_v}{24}\left(1 - w + \frac{24 \cdot a_k}{2 \cdot 24 - t'_v}\right) \tag{30}$$

Izraz (30) vrijedi za

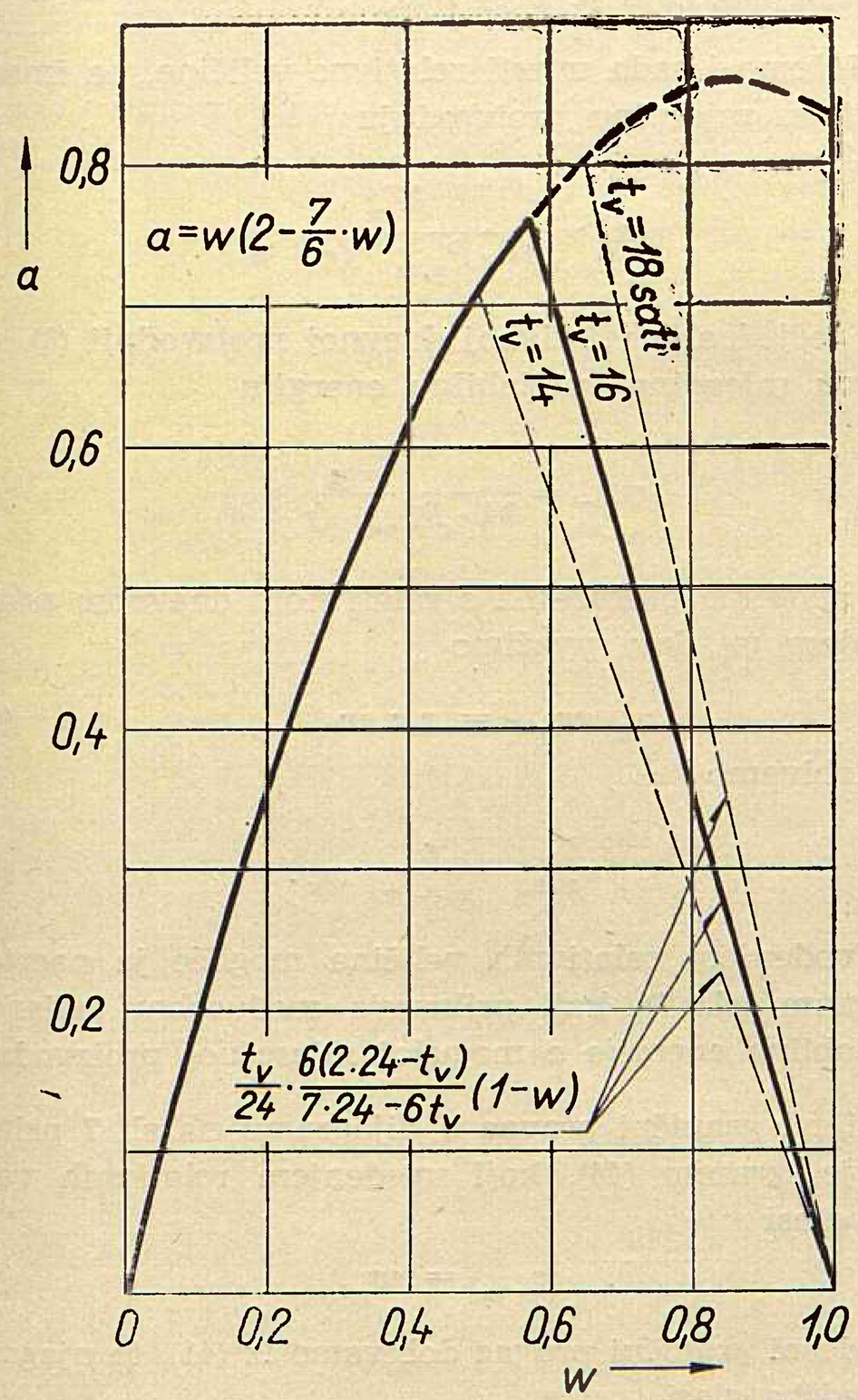
$$w_1 \leqq w \leqq w_2, \tag{31}$$

gdje je w_2 relativna dnevna proizvodnja, koja se može odrediti iz (11)

$$w_2 = 1 - \frac{24}{t'_v} \cdot \frac{7 \cdot 24 - 6\,t_v}{6\,(2 \cdot 24 - t_v)} \cdot a_k \tag{32}$$

Za relativnu dnevnu proizvodnju

$$w_2 \leqq w \leqq 1 \tag{33}$$



Sl. 5. Ovisnost potrebnog relativnog volumena akumulacije (*a*) o mogućoj relativnoj dnevnoj proizvodnji *w* za postizanje maksimalno moguće koncentracije proizvodnje u razdoblju velikih opterećenja u radnim danima

relativnu varijabilnu energiju možemo dalje odrediti iz izraza

$$W_v = t_v (P_{max} - P_k) \tag{34}$$

i (7), a prema načinu pogona koji je prikazan na sl. 3, jer je sada t'_v postalo jednako t_v. Pri tomu treba imati na umu da je korisna akumulacija ili jednaka ili veća od potrebne akumulacije. Dobivamo dakle da je relativna varijabilna energija jednaka

$$w_v = \frac{t_v (1 - w)}{24 - t_v \cdot 6/7}. \tag{35}$$

Sve navedeno vrijedi kad je korisni volumen akumulacije manji od a_{max} definiranog prema (19), ako je međutim korisni volumen a_k veći od spomenutog a_{max}, razmatranje postaje znatno jednostavnije, jer na proizvodnju varijabilne energije sada nema više utjecaja korisni volumen akumulacije. Ako je naime dnevna relativna proizvodnja

$$0 \leqq w \leqq \frac{6}{7} \cdot \frac{t_v}{24}, \tag{36}$$

relativnu varijabilnu energiju određujemo prema izrazu (23), a ako je relativna dnevna proizvodnja

$$\frac{6}{7} \cdot \frac{t_v}{24} \leqq w \leqq 1, \tag{37}$$

za određivanje varijabilne energije treba upotrebiti jednadžbu (35).

MJESEČNA PROIZVODNJA VARIJABILNE ENERGIJE

Kako je već uvodno spomenuto obično polazimo od srednjih mjesečnih protoka, pa određujemo i mjesečne moguće proizvodnje odnosno moguću proizvodnju varijabilne energije tokom mjeseca. Budući da se mjesec ne sastoji od cijelog broja sedmica, te budući da osim nedjelja ima i drugih neradnih dana, nije moguće za određivanje mjesečne količine varijabilne energije neposredno upotrijebiti izraze određene na osnovu razmatranja u točki 3. Osim toga — da se izbjegne posebna analiza prilika u svakoj sedmici — potrebno je uvesti neke aproksimacije, kako bi rezultate uskladili s pretpostavkom da svaki mjesec ima 730 sati i r radnih dana, što odgovara prosjeku.

Uz navedene pretpostavke o broju sati i broju radnih dana u mjesecu možemo nejednadžbe (1) i (2) pisati u slijedećem obliku

$$W_m > r \cdot t_v \cdot P_{max} \tag{38}$$

i

$$W_m < r \cdot t_v \cdot P_{max}, \tag{39}$$

gdje je W_m moguća mjesečna proizvodnja

Ako je korisni volumen akumulacije jednak ili veći od maksimalnog potrebnog volumena, varijabilnu energiju — za slučaj kad je ispunjena nejednadžba (38) — možemo odrediti iz izraza za mjesečnu varijabilnu energiju

$$W_{vm} = r \cdot t_v (P_{max} - P_k) \tag{39a}$$

i izraza za konstantnu snagu, koji je određen analogno izrazu (7)

$$(r \cdot t_N + n \cdot 24) P_k = (r + n) \cdot W - r \cdot t_v \cdot P_{max} \tag{40}$$

a gdje n znači broj neradnih dana u mjesecu. Dobivamo dakle, da je mjesečna varijabilna energija

$$W_{vm} = \frac{r \cdot t_v}{24 (r + n) - r \cdot t_v} (W_{m\,max} - W_m), \tag{41}$$

gdje je

$$W_{m\,max} = 24 (r + n) \cdot P_{max} \tag{42}$$

maksimalna moguća mjesečna proizvodnja, a

$$W_m = (r + n) \cdot W \tag{43}$$

moguća proizvodnja u promatranom mjesecu.

U slučaju kad je ispunjena nejednadžba (39) mjesečna varijabilna energija jednaka je mogućoj mjesečnoj proizvodnji

$$W_{vm} = W_m. \tag{44}$$

Tako jednostavne odnose nije moguće postaviti za slučajeve kad je korisni volumen akumulacije manji od maksimalno potrebnog volumena. Osim toga — kako je već spomenuto — potrebno je uvesti aproksimacije radi prosječno većeg broja neradnih dana u mjesecu nego što je broj nedjelja.

Možemo i sada uvesti relativne veličine, pa imamo relativnu mjesečnu proizvodnju

$$w_m = \frac{W_m}{24 \cdot P_{max} \cdot (r + n)} \tag{45}$$

koja je jednaka relativnoj dnevnoj proizvodnji (3), relativnu mjesečnu varijabilnu energiju

$$w_{v\,m} = \frac{W_{v\,m}}{24 \cdot P_{max} \cdot (r + n)} \tag{46}$$

koju možemo prikazati i s relativnom dnevnom proizvodnjom w_v, kad uvažimo

$$w_{vm} = r \cdot w_v, \tag{47}$$

pa dobivamo

$$w_{v\,m} = \frac{r}{x + n} \cdot w_v. \tag{48}$$

Uvođenjem relativnih veličina moguće je nacrtati dijagram (sl. 7), koji prikazuje međusobnu ovisnost varijabilne energije o mogućoj mjesečnoj proizvodnji.

Lijevi granični pravac u dijagramu na sl. 7 prikazan je izrazom (44), koji uvođenjem relativnih veličina glasi

$$w_{v\,m} = w_m, \tag{49}$$

dok desni granični pravac dobivamo iz (41), te njegova jednadžba glasi

$$w_{v\,m} = \frac{r t_v}{24 (r + n) - r t_v} (1 - w_m) \tag{50}$$

Za određivanje relativne mjesečne varijabilne energije u slučaju kad je $a_k < a_{max}$ vrijedi i sada izraz (30), ali nakon što je uzeta u obzir relacija (48), pa dobivamo

$$w_{v\,m} = \frac{r}{r+n} \cdot \frac{t'_v}{24} \left(1 - w_m + \frac{24}{2 \cdot 24 - t'_v} \cdot a_k\right) \qquad (51)$$

Granične vrijednosti relativne mjesečne proizvodnje u ovisnosti o volumenu akumulacije a_k dobivamo iz sjecišta krivulje (51) s pravcem (49) odnosno (50). U prvom slučaju dobivamo da je

$$w_{1\,m} = \frac{r}{r+n} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{r+n}{r} a_k}\right). \qquad (52)$$

pa je tom veličinom određena granica važnosti relacije (49) za određivanje relativne mjesečne varijabilne energije. Naime u granicama

$$O \leqq w_m \leqq w_1\,m \qquad (53)$$

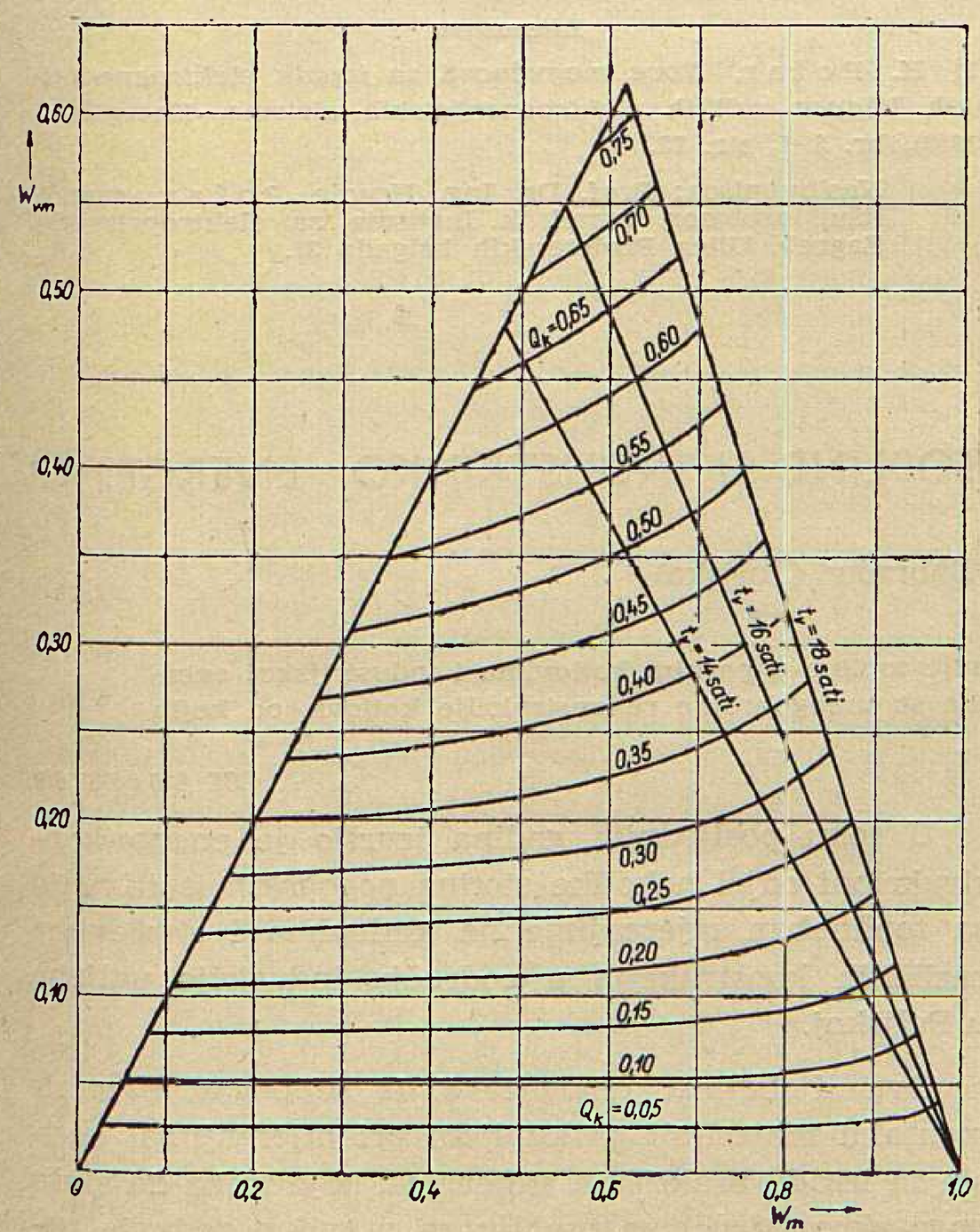
vrijedi relacija (49).

U drugom slučaju — kao sjecište krivulje (51) i pravca (50) — kad postavimo $t'_v = t_v$ dobivamo drugu graničnu vrijednost

$$w_{2\,m} - 1 - \frac{24}{t_v} \cdot \frac{24\,(r+n) - r t_v}{r\,(2 \cdot 24 - t_v)} a_k \qquad (54)$$

pa jednadžba (51) vrijedi u granicama

$$w_{1\,m} \leqq w_m \leqq w_2\,m', \qquad (55)$$



Sl. 7. Ovisnost relativne varijabilne energije w_v o relativnoj mjesečnoj proizvodnji w_m za različite relativne korisne volumene akumulacije a_k i za t_v = 14;16 i 18 sati

a jednadžba (50) u granicama

$$w_{2\,m} \leqq w_m \leqq 1. \qquad (56)$$

Veličinu t'_v u (51) određujemo sada iz jednadžbe analogne izrazu (27), koji sada glasi

$$(r + n) \cdot W = r \cdot t'_v \cdot P_{max} + P_k \left[(r + n) \cdot 24 - r \cdot t'_v\right] \qquad (57)$$

pa uvrštavanjem vrijednosti za P_k iz izraza (26), dobivamo

$$t'_v = 12 \left[\left(2 + \frac{a_k}{1 - w_m}\right) - \sqrt{\left(2 + \frac{a_k}{1 - w_m}\right)^2 - 4\,\frac{r+n}{r}\left(2 + \frac{a_k}{1 - w_m}\right)}\right] \qquad (58)$$

Maksimalno potrebni volumen akumulacije iznosi sada — analogno jednadžbi (19) —

$$a_{max} = \frac{r+n}{r} \cdot \frac{t_v}{24} (2 - t_v/24). \qquad (59)$$

Kao što se vidi pri prijelazu na određivanje mjesečne proizvodnje varijabilne energije bilo je potrebno radi usklađenja međusobnih odnosa unekoliko odstupiti od stvarnih prilika, jer u jednadžbama (58) i (59) mjesto odnosa radnih dana prema neradnim danima u sedmici (6/7) dolazi taj odnos u mjesecu $\left(\frac{r}{r+n}\right)$ odnosno njihove recipročne vrijednosti. Potrebni volumen akumulacije određivan je uz pretpostavku omjera 6/7, pa se prema (59) dobiva pogreška za 4,2%. Grješka, koja nastaje prilikom određivanja veličine t'_v prema (58) u usporedbi s jednadžbom (28), manja je od 4,2% jer omjer $(r + n)/r$ dolazi pod korijenom.

Na sl. 7 prikazana je ovisnost relativne mjesečne varijabilne energije $w_{v\,m}$ o relativnoj mjesečnoj proizvodnji w_m za različite relativne volumene akumulacije a_k. Trajanje razdoblja velikih opterećenja utječe samo na desni granični pravac, dok to trajanje nema utjecaja na lijevi granični pravac (49) ni na krivulju prema (51), jer veličina t'_v (58) ne ovisi o t_v.

NUMERIČKI PRIMJER

Potrebno je odrediti moguću mjesečnu proizvodnju varijabilne energije u hidroelektrani maksimalne snage P_{max} = = 50 MW s energetskom vrijednošću akumulacije W_{ak} = = 480 MWh. Relativni volumen akumulacije iznosi dakle (9)

$$a_k = \frac{480}{24 \cdot 50} = 0{,}40.$$

pa je potrebno postupiti prema jednadžbama (49) do (59), jer je $a_k < a_{max}$.

Međutim pomoću dijagrama na sl. 7 možemo neposredno odrediti ovisnost mjesečne varijabilne energije o mogućoj mjesečnoj proizvodnji, pa iz dijagrama na sl. 8 za svaku mjesečnu proizvodnju očitati pripadnu količinu varijabilne energije. Da dođemo do sl. 8 treba i ordinate i apscise na sl. 7 množiti s maksimalno mogućom mjesečnom proizvodnjom promatrane hidroelektrane

$$730 \,.\, 50 = 36\,500 \text{ MWh} = 36{,}5 \text{ GWh}.$$

Točka 1 (na sl. 8) određena je relativnom proizvodnjom prema (52)

$$w_{1m} = \frac{25}{30417}(1 - \sqrt{1 - 30.417 \cdot 0{,}4/25}) = 0{,}232$$

odnosno

$$W_{1m} = 36{,}5 \;.\; 0{,}232 = 8{,}47 \text{ GWh}.$$

Ordinata točke (1) jednaka je s apscisom, jer za točku (1) još vrijedi relacija (49).

Apscisa točke (2) određena je jednadžbom (54), pa iznosi za $t_v = 16$ sati

$$w_{2m} = 1 - \frac{24}{16} \cdot \frac{24 \cdot 30{,}417 - 25 \cdot 16}{25(2 \cdot 24 - 16)} \cdot 0{,}4 = 0{,}752$$

odnosno

$$W_{2m} = 36{,}5 \;.\; 0{,}752 = 27{,}45 \text{ GWh}.$$

Ordinatu točke (2) određujemo iz (50) uvrštavanjem izračunate vrijednosti za w_{2m}

$$w_{v^2m} = \frac{26 \cdot 16}{24 \cdot 30{,}417 - 25 \cdot 16}(1 - 0{,}752) = 0{,}301$$

odnosno

$$W_{v^2m} = 36{,}5 \;.\; 0{,}301 = 10{,}99 \text{ GWh}.$$

Prema tomu za moguću proizvodnju

$$0 \leqq W_m \leqq 8{,}47 \text{ GWh}$$

varijabilna energija jednaka je mogućoj proizvodnji (49), dok za moguću proizvodnju

$$27{,}45 \leqq W_m \leqq 36{,}50 \text{ GWh}$$

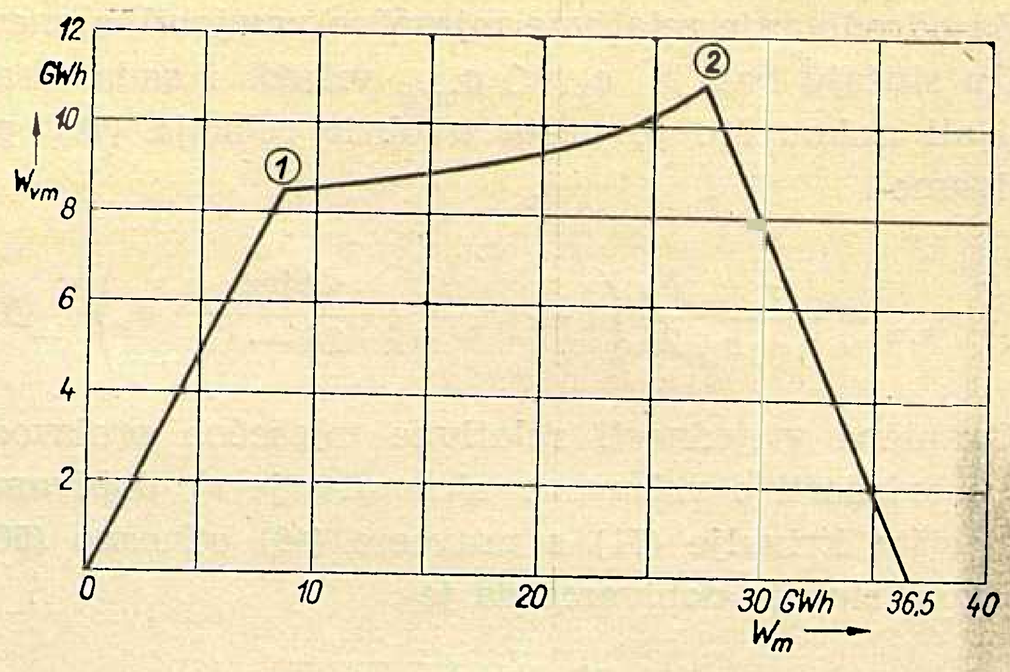
varijabilnu energiju određujemo prema (50), koja za promatrani slučaj glasi

$$W_{vm} = 1{,}212\,(36{,}5 - W_m).$$

Za moguću proizvodnju

$$8{,}47 < W_m < 27{,}45 \text{ GWh}$$

varijabilna energija određuje se prema (51) i (58).



Sl. 8. Ovisnost mjesečne varijabilne energije W_{vm} o mogućoj proizvodnji W_m za energetsku vrijednost akumulacije $W_{ak} = 0{,}480$ GWh i maksimalnu snagu $P_{max} = 50$ MW, te za trajanje razdoblja velikih opterećenja $t_v = 16$ sati

ZAKLJUČAK

Na prikazani način moguće je za svaku hidroelektranu odrediti moguću proizvodnju varijabilne energije, a odatle i neophodnu proizvodnju konstantne energije W_{km} i izraza

$$W_{km} = W_m - W_{vm}, \tag{60}$$

uvaživši pri tom utjecaj veličine izgradnje hidroelektrane, volumena akumulacije i trajanje razdoblja velikih opterećenja.

Podjela na varijabilnu i konstantnu energiju daje mogućnost analize prilika u elektroenergetskom sistemu na osnovu metode [1], koja se osniva na toj podjeli.

Literatura

[1] H. Požar, *Nove mogućnosti za izradu elektroenergetskih bilanca velikih elektroenergetskih sistema*, Energija 8 (1959), br. 3–4, str. 75.

Naslov pisca: Prof. Dr. Ing. Hrvoje Požar, sveučilišni profesor, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

SREDSTVA ZA POBOLJŠANJE EKONOMIJE TOPLINE U INDUSTRIJSKOJ ENERGETICI

Stefan Kasprzyk, Chorzów (Poljska)

U ovom članku date su smjernice za poboljšanje ekonomije topline u parnim kotlovima i industrijskoj energetici uopće. Na temelju sistematskih ispitivanja izvršene su mnogobrojne rekonstrukcije kotlova, od kojih su tipični primjeri prikazani.

DK 620.9:662.6/9

Poduzeće za montažu energetskih postrojenja u industriji ugljena[1] osnovano je poslije rata u Poljskoj sa zadatkom da vrši obnovu i izgradnju energetskih postrojenja na ugljenokopima.

U okviru poduzeća postoji energo-konstrukcioni odjel, koji se bavi poboljšanjem toplinskog gospodarstva, kao i izradom za to potrebnih projekata i konstrukcionih nacrta. Ovo je garancija za pravilno izvršenje radova, koji su obuhvaćeni racionalizatorskim prijedlozima.

U toku posljednjih godina izvršio je energo-konstrukcioni odjel nekoliko stotina pogonskih ispitivanja sa toplinskim mjerenjima na kotlovima i strojevima različitih konstrukcija u području industrije ugljena u Poljskoj.

Ova djelatnost omogućava da se bogati eksperimentalni materijali, prikupljeni pri mjerenjima, koriste za izradu praktičnih smjernica, koje treba da služe pogonskom stručnom osoblju za pravilno vođenje pogona. Ove mu olakšavaju iznalaženje glavnih izvora gubitaka i ukazuju na najjednostavnije načine kako se ovi daju u praksi sprečavati ili smanjivati.

[1] Przedsiębiorstwo Energomontażowe Przemysly Węglowego Chorzów (P. En. P. W.)

Vrijednost rezultata pogonskih mjerenja ne leži samo u iskazivanju ustanovljenog pogonskog stanja pojedinih dijelova postrojenja. Glavna prednost leži u tijesnoj povezanosti mjerenja i neposrednih pogonskih opažanja pri realizaciji racionalizatorskih prijedloga. Time se stiče prisan uvid u rezultate modernizacije industrijskih energetskih postrojenja.

Ovom suradnjom između projektantskog, eksperimentalnog i montažnog dijela stvoreni su preduvjeti za konkretno formuliranje prijedloga za poboljšanje, kompletirano sa pregledom sredstava potrebnih za njegovo ostvarenje.

Na ovoj osnovi ostvaren je racionalni oblik suradnje između konstrukcionog biroa, odjela za toplinska mjerenja i montažnih izvedbenih grupa. Na ovaj način stiče se konzekventni razvojni put za modernizacije koje odgovaraju pogonskim ostvarenjima.

U zapadnim evropskim zemljama nije popularan princip moderniziranja postrojenja. Razlog tome ne treba tražiti u racionalnom ekonomskom opravdanju; on je posljedica težnje koja je usmjerena na uvođenje novih serijski proizvedenih postrojenja vlastite proizvodnje.

U našim privrednim prilikama je zahtjev za štedljivim gospodarenjem u pogledu racionalne eksploatacije postojećih postrojenja centralni problem, koji modernizaciju starih kotlova i strojeva stavlja u prvi plan.

Tek detaljna uporedbena ekonomska analiza predloženog projekta za modernizaciju sa alternativnim rješenjem putem ovih postrojenja omogućuje odgovor na pitanje racionalnog rješenja.

Bogati materijal, stečen na temelju mnogih mjernih rezultata, dozvoljava nam postavljanje općih termo-tehničkih karakteristika za tipične jedinice kotlova i strojeva koji se primjenjuju u industriji.

Pored rezultata mjerenja, koja se postižu kod pravilnog vođenja pogona, mogu se promatrati i razna odstupanja koja se mogu objasniti u vezi sa pogrešnim radom pojedinih dijelova postrojenja.

Radovi u cilju poboljšanja ekonomije topline mogu se podijeliti u 3 etape:

1. Pogonske mjere za poboljšanje koje se mogu provesti jednostavnim sredstvima putem pogonskog osoblja i to mijenjanjem načina vođenja pogona kotlova, strojeva i drugih pomoćnih postrojenja. Pri tome treba vršiti reparature u cilju uklanjanja grubih griješaka (na pr. kod parnih kotlova čišćenje ogrjevnih površina, brtvenje pukotina i netijesnih mjesta, mijenjanje pomaka roštilja i t. d.).

2. Poboljšanja koja se mogu vršiti prilikom održavanja i remonta pri dužem obustavljanju kotlovskih i strojnih jedinica, pri čemu su prijedlozi za poboljšanje izrađeni na temelju opažanja stečenih u dužem pogonskom razdoblju. Ovakove promjene uključuju već neke bitne dijelove konstrukcije koje treba zamijeniti i pri tome poboljšati.

3. Temeljita pregradnja kotlova i strojeva, kao i cijelih termo-agregata, kada se prilikom pogonskih opažanja utvrdi nužnost izvršenja većih promjena konstrukcija ili toplinske sprege sa ciljem da se time postigne ekonomičnije vođenje pogona.

Detaljne konstruktivne pripreme odgovarajućih projekata i izvedbenih nacrta predstavljaju redovno polaznu fazu za temeljnu pregradnju. Navedene 3 etape jedne akcije poboljšanja su međusobno povezane, te nije preporučivo pristupiti modernizaciji većih razmjera prije nego se detaljno ispitaju i provjere jeftina sredstva.

Praksa nas je, naime, poučila da se često osjetno velike uštede goriva daju postići pomoću srazmjerno jednostavnih pogonskih poboljšanja, a koje treba konzekventno provoditi na način da se postepeno uklanjaju griješke koje su posljedica nepravilnog vođenja pogona.

Tek nakon toga možemo prijeći na prijedloge za veće pregradnje (rekonstrukcije), dakle, kad se unatoč pravilnog vođenja pogona utvrdi analizom mjernih rezultata da je rekonstrukcija neizbježna.

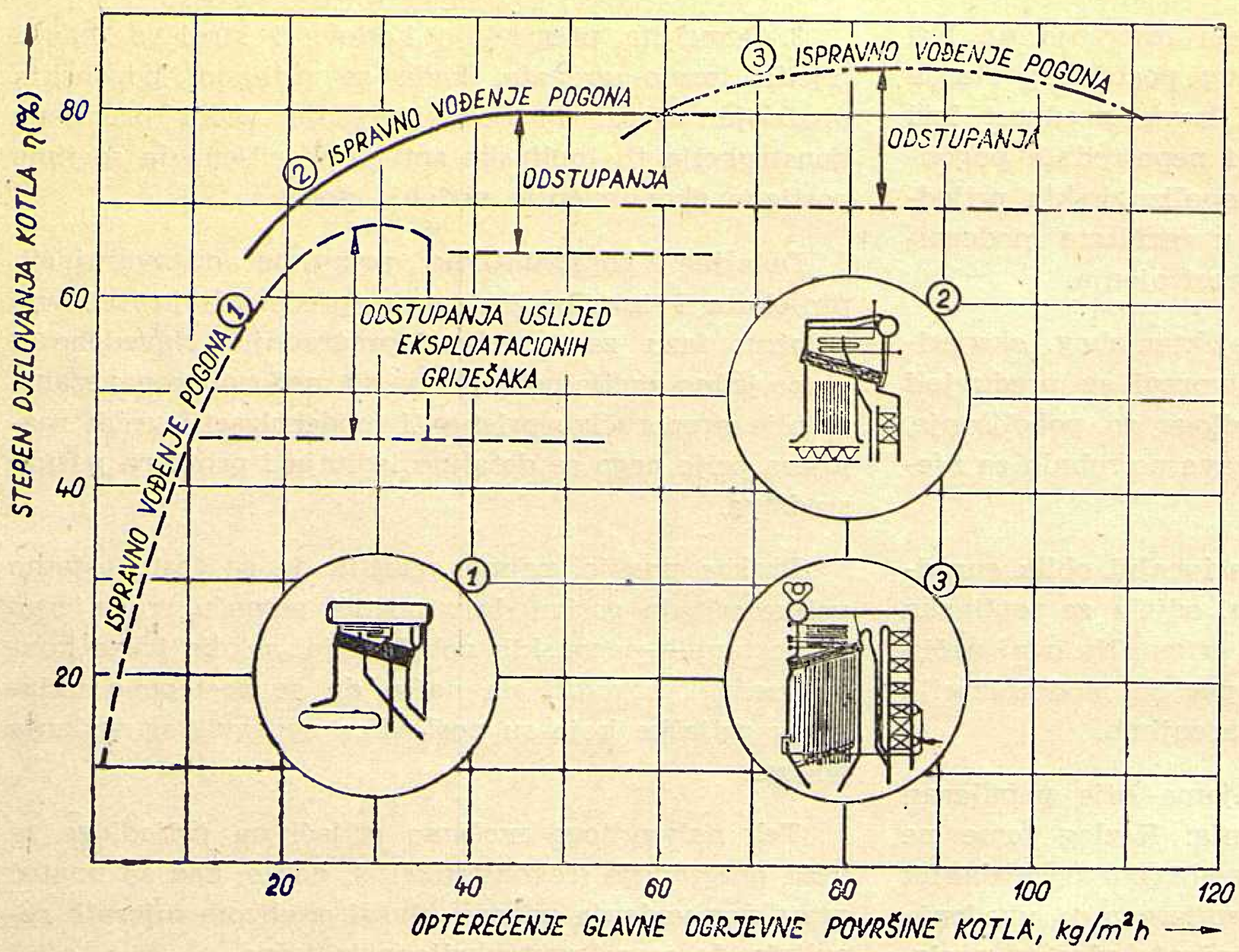
Primjeri iz prakse, koji su u daljnjem tekstu prikazani, neka ukažu na putove i metode koje vode k racionalnoj štedljivoj i izdašnoj ekonomiji topline (goriva).

Početnu točku razmatranja predstavljaju termotehničke karakteristike kotlova u ovisnosti od opterećenja. To, međutim, nisu pogonski rezultati posebnih jedinica, već karakteristike koje su sastavljene na temelju mnogobrojnih rezultata mjerenja izvršenih na mnogim sličnim jedinicama tipova kotlova, koji su najviše zastupani u industriji. Krivulje dijagrama odnose se na pravilno vođenje pogona. Niži stepeni djelovanja među njima odnose se na pogonske griješke koje će biti u daljnjem analizirane na temelju pogonskih iskustava u cilju ustanovljenja uzroka koje treba ukloniti putem modernizacije postrojenja.

Toplinsko-ekonomski rezultati i smjernice za pogon manjih, starijih vodocijevnih kotlova (komornih i sekcionalnih), sa lančastim roštiljem bez potpuha, kao i sa potpuhom bez pojasne raspodjele

Navedeni tip kotla kapaciteta 4 do 12 t/h premda zastario on je u industriji dosta uveden. Često nalazimo još i na niske komorne kotlove sa krutim priključcima na bubanj, sa ograničenom mogućnosti opterećenja, a koji su predmet prigovora inspekcija parnih kotlova.

Pored ovih postoje, međutim, mnogi dobro uščuvani kotlovi uglavnom sekcionalni čije današnje stanje omogućava još dugogodišnji pogon. Ipak ovi kotlovi obično rade pogrešno, ako ih razmatramo sa termo-ekonomskog stanovišta. Pogrešan rad ovih kotlova sastoji se uglavnom u djelovanju starih putujućih roštilja bez pojasne raspodjele (obično nemaju ni potpuh), koji se lože sitnim vrstama ugljena.



Sl. 1. Termo-tehničke karakteristike stepena djelovanja parnih kotlova
1 - - - - Stari komorni i sekcionalni kotlovi sa putujućim roštiljem bez potpuha; *2* — radijacioni kotlovi sa putujućim roštiljima, pojasnom raspodjelom i potpuhom sa ekonomajzerom; *3* — . — suvremeni radijacioni kotlovi na ugljenu prašinu, srednje veličine sa ekonomajzerom i zagrijačem zraka

Termo-tehničku karakteristiku stepena djelovanja ovih kotlova prikazuje krivulja *1* na slici 1. Mjerenja na kotlovima (bez ekonomajzera) vršena su kod loženja sitnim ugljenom 0 do 10 mm u kojem je udio zrnatosti 0 do 3 mm bio u granicama 40 do 70%. Ogrjevna vrijednost ugljena bila je 4500 do 6000 kcal/kg pri relativnom sadržaju pepela 20 do 60 gr/1000 kcal[2]. Područje optimalnih toplinskih vrijednosti leži u području opterećenja ogrjevne površine od 25 do 30 kg/m²h. Najviše postizive vrijednosti stepena djelovanja iznosile su 67% kod pretička zraka od oko 1,8. Kod loženja orašastim ugljem iznosio je optimalni stepen djelovanja oko 74%.

Kod opterećenja ispod 15 kg/m²h pada stepen djelovanja do 50% čak i niže u vezi sa porastom pretička zraka (3,0) i porastom gubitaka u ložištu.

Tablica 1.

Mjerene vrijednosti	Jedinica	*A* Roštiljke točno obrađene, zazor 1 do 2 mm cca 5% površine roštilja	*B* Roštiljke iz sirovog materijala, zazor cca 4 do 8 mm cca 30 mm% površine roštilja
Opterećenje roštilja	kg/m²h	139	155
Jačina sloja	m/m	40	100
Opterećenje kotla	t/h	7,7	4,7
Opterećenje ogrjevne površine	kg/m²h	30,9	21,6
CO_2 — sadržaj u dimnim plinovima	%	10,4	6,7
Promaja u ložištu	mm V.S.	6	9
Stepen djelovanja ložišta	%	92,1	74,6
Stepen djelovanja kotla (bez eka)	%	67,2	45,5
Potrošnja ugljena	kg/t	156	253

[2] Autor ovog članka temelji podatke i zaključke obilježene ovom oznakom na upotrebi šleskog kamenog ugljena. Pri upotrebi mrkih ugljena postoje izvjesne razlike (Opaska uredništva).

Tipična odstupanja od normalnih pogonskih stanja (područje ispod krivulje optimalnih stepena djelovanja) posljedice su nedovoljno tijesnih ložišta (slabo brtvenje), koji rade kod prevelikog sloja sitnog uglja i povećane promaje iznad roštilja, kod presporog pomaka, a nekad pretjerano onečišćenih ogrjevnih površina. To su dakle griješke koje se mogu u izvjesnim granicama spriječiti pomoću preciznog održavanja i pravilnog vođenja pogona.

Štetni upliv na stepen djelovanja, uslijed prekomjerne promaje u ložištu ovih kotlova starije izvedbe, prikazan je na slici 2, a na temelju mnogih mjerenja. Preduvjet da bi se postigli zadovoljavajući rezultati je pažljivo preuzimanje i montaža točno odlivenih i precizno obrađenih roštiljki. To dokazuju usporedni pogonski rezultati navedeni u tablici 1.

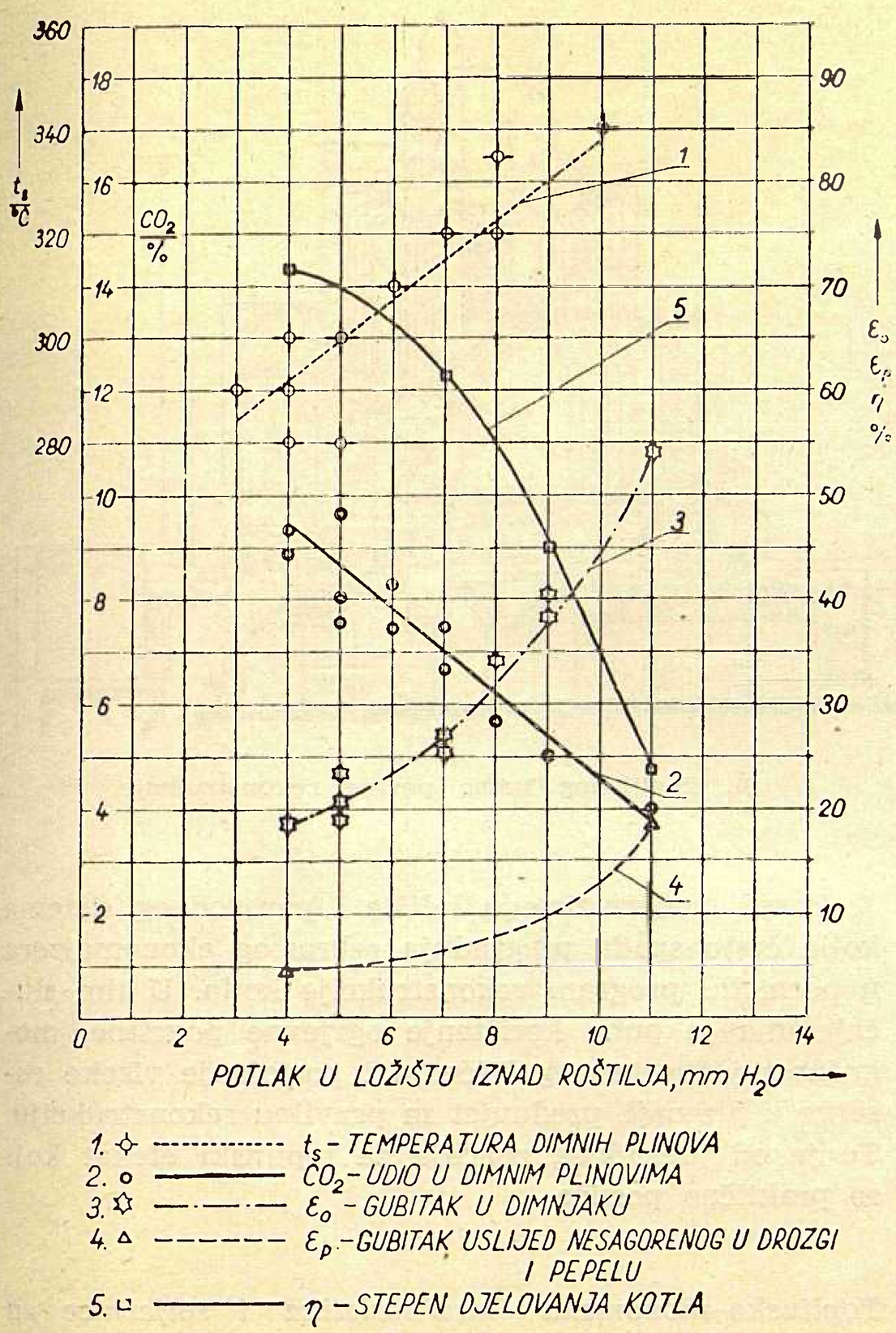
U oba slučaja *A* i *B* loženo je sitnim ugljenom 0 do 10 mm ogrjevne vrijednosti oko 5800 kcal/kg, sa sadržajem pepela oko 13%[2]. Udio zrnatosti 0 do 3 mm iznosio je 70%. Jedina razlika sastojala se u različitoj točnosti u izvedbi roštilja, kako se to vidi iz tablice 1. Karakteristično je kod toga da je u slučaju *A* bilo moguće voditi pogon sa tankim slojem 40 mm pri ubrzanom pomaku, dok je u slučaju *B*, radi prevelikih zazora između roštiljki, ložač prisiljen održavati debeo sloj sa usporenim pomakom roštilja. Posljedica toga nije samo povećani propad, već i pogoršano dogorijevanje na kraju roštilja pri neizbježno pretjeranom pretičku zraka. Ovo utječe nepovoljno na temperaturu u ložištu, i uslijed toga znatno povećava gubitak osjetnom toplinom dimnih plinova. Ne zadovoljava pri tome vraćanje propada na roštilj, jer se time pogoršava dogorijevanje.

Precizna i tijesna izvedba ložišta je, kako vidimo, neizbježivi preduvjet za postizavanje zadovoljavajućih rezultata.

Poteškoće u pogonu pri izgaranju sitnih vrsta ugljena na putujućim roštiljima rastu sa povećanjem udjela pepela i vlage u gorivu. Ipak do 25%[2] pepela mogu se kod pravilnog vođenja pogona postići zadovoljavajući rezultati. Kod većeg sadržaja pepela nastaju tipične pogonske smetnje i to:

a) Kao posljedica nepropusnosti zraka kroz predebeo sloj uglja pri malim brzinama pomaka roštilja.

b) Kao posljedica sklonosti prekidanja izgaranja kod velikih brzina pomicanja roštilja.



Sl. 2. Upliv promaje na stepen djelovanja

U prvom slučaju nastoje ložači savladati ovu teškoću primjenom jedne obljubljene metode, koja se sastoji u tome da se sa prednje strane roštilja uguraju motke od plosnog željeza da bi se sloj uglja učinio propusan za zrak. Pri tome nastaju u ugljenu na roštilju u dužinskom smjeru užareni žljebovi u koje se onda na dijelu roštilja žaračem utrpaju dijelovi nedogorenog ugljena.

Potreba ručne intervencije pomoću žarača dovodi sa sobom povećanje pretička zraka. To je razlog da se za povećanje propusnosti zraka primjenjuju i druge metode, koje pomoću poprečnih greda ugalj na roštilju gomilaju i prevrću. Takve grede (slika 3), po potrebi hlađene vodom, ne smiju biti previsoke da bi iza njih bilo omogućeno puno pokrivanje roštilja. Na ovaj način se mogu postići pozitivni rezultati, ali samo ako postoji potpuh i ako je roštilj dovoljno tijesno montiran.

Ove metode ne dolaze u obzir kad je konstrukcija roštilja nedovoljno brtvena te propušta zrak. U drugom slučaju, ako se primijete teškoće u paljenju treba kao prvo ispitati kako radi prvi pojas potpuha. Naime, često je prekid plamena paljenja posljedica pogrešnog smjera duvanja prvog pojasa (slika 4a) i to kad se sloj produva i hladi neposredno ispod ravnača sloja.

U tom slučaju postoji mogućnost poboljšanja paljenja putem sprečavanja pristupa zraka u pravcu ravnača sloja (slika 4b).

Iz ovih razmatranja slijedi da prilagođivanje starijih putujućih roštilja na sagorijevanje sitnih ugljeva predstavlja težak problem. Zato je najbolje, u slučajevima gdje treba provesti takvo sagorijevanje u većem obimu, da se stari roštilji zamijene suvremenim ljuskastim putujućim roštiljem.

Odgovarajući povećanoj mogućnosti opterećenja treba u tom slučaju opskrbiti ložište dodatnom radijacionom površinom. Ovo je najlakše izvedivo na strmocijevnim kotlovima kod kojih nije potrebno povisiti konstrukcije kotla.

Tipična modernizacija ove vrste, pomoću ugradnje jednog ljuskastog roštilja i novih rashladnih površina za ložište jednog Stirling kotla (slika 5) prikazana je na slici 6.

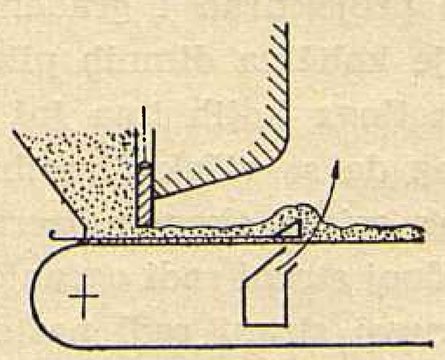
Tipična modernizacija ove vrste, pomoću ugradnje ustanovljena pomoću mjerenja, prikazana je u dijagramu na slici 7.

Na slici 8 dato je upoređenje rezultata prije i poslije modernizacije ovog kotla.

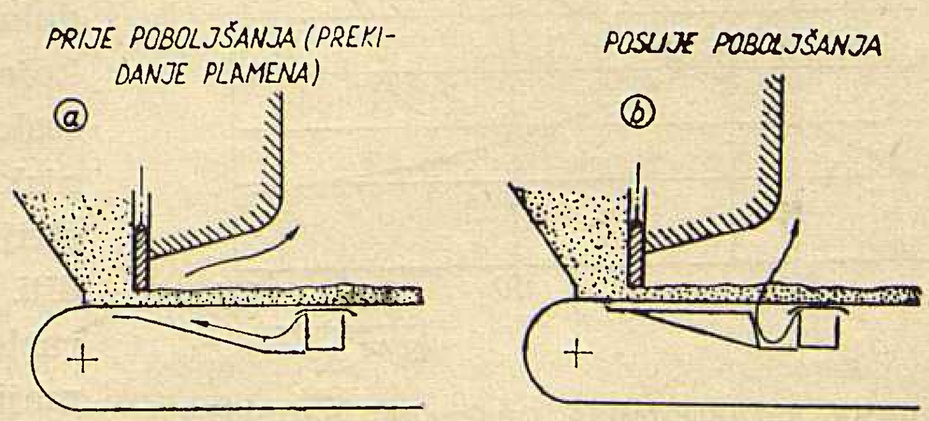
Iz ovih dijagrama slijedi da ekonomsko opterećenje roštilja za sitnozrnaste ugljene 0 do 10 mm (sa oko 50% zrnatosti 0 do 3 mm) nije visoko. Ono leži u granicama 100 do 140 kg/m²h². Isto tako ne treba opterećenje 160 kg/m²h prekoračiti (ukoliko se ne loži boljim vrstama ugljena).

Ipak konačni rezultati ove modernizacije, kojom je maksimalni učinak kotla od 17 t/h porastao na 10 t/h, a pri tome stepen djelovanja od 52% porastao na 78%, su dokaz da ovaj pregrađeni kotao ne zaostaje za kotlovskim jedinicama nove izvedbe.

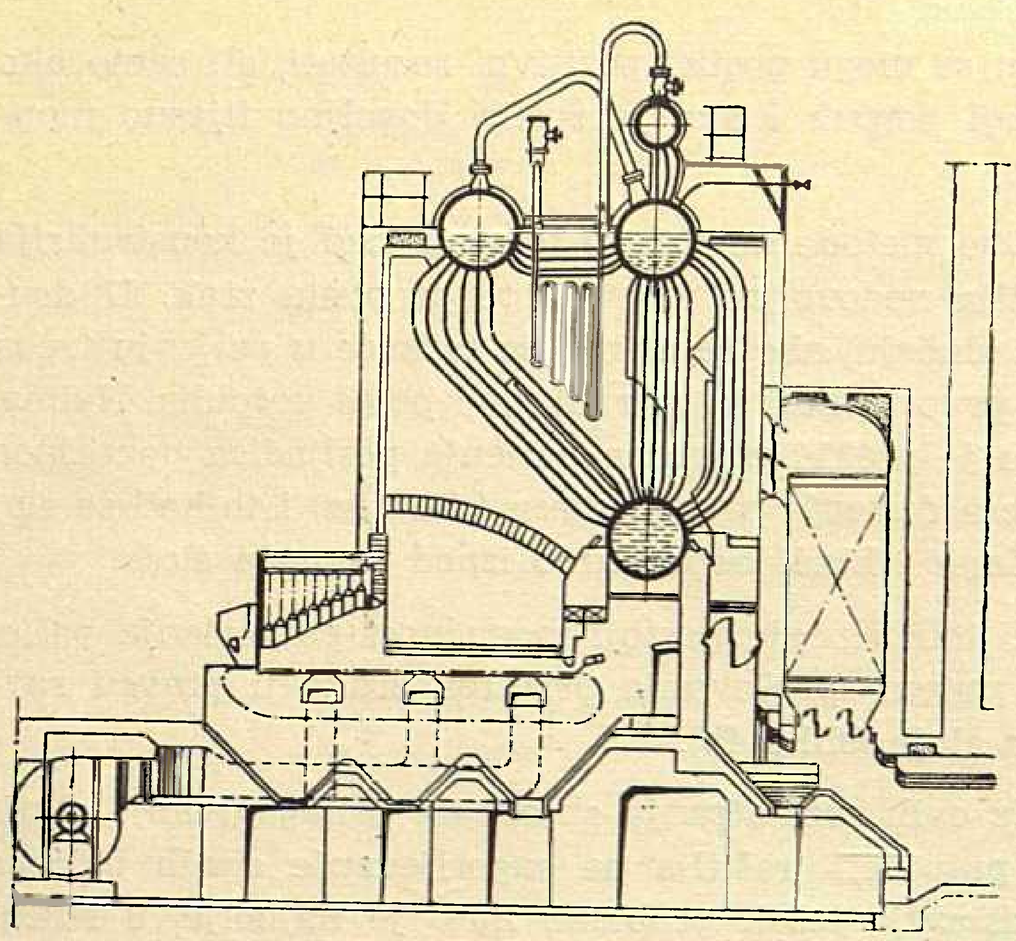
Srodno, premda nešto drukčije, postavlja se problem modernizacije u cilju omogućavanja spaljivanja manje vrijednih goriva. U tim slučajevima upotre-



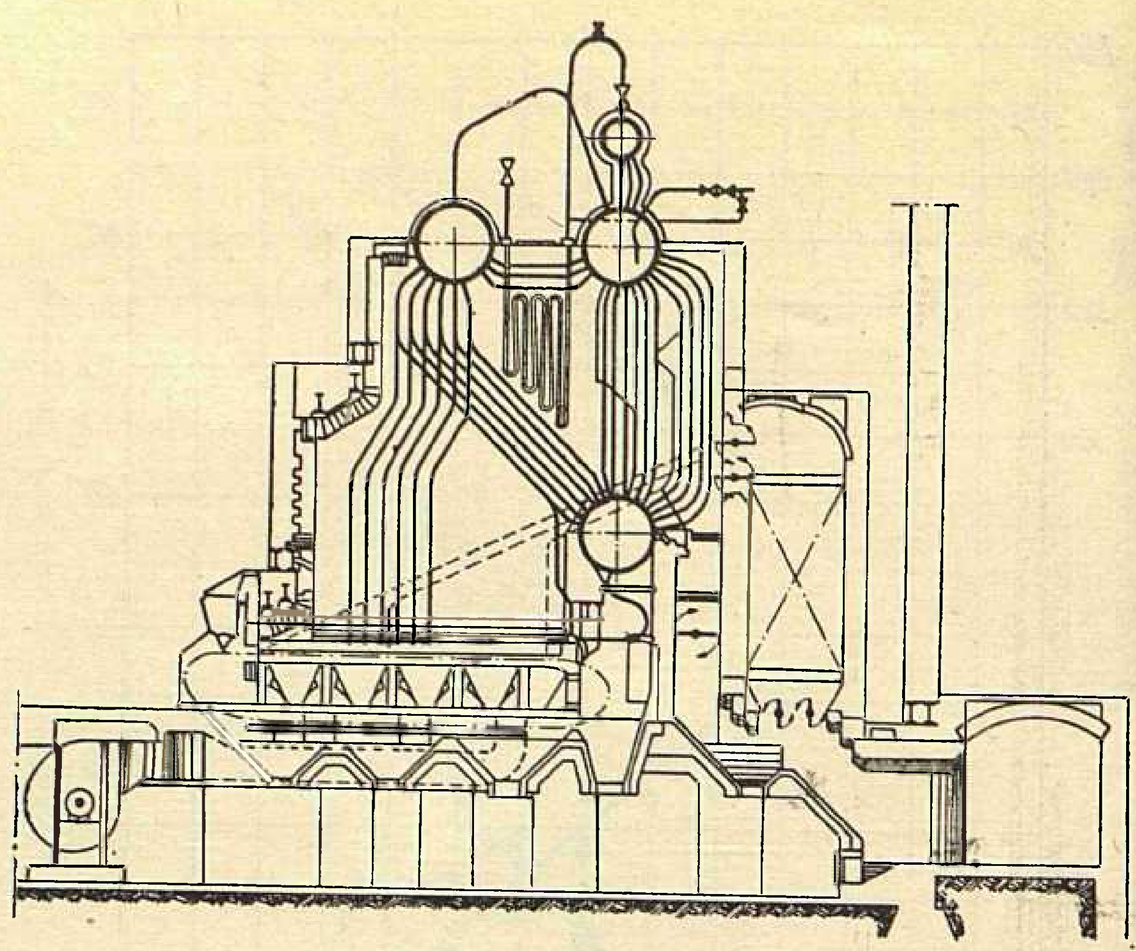
Sl. 3. Način poboljšanja paljenja ugljena



Sl. 4. Način poboljšanja paljenja ugljena



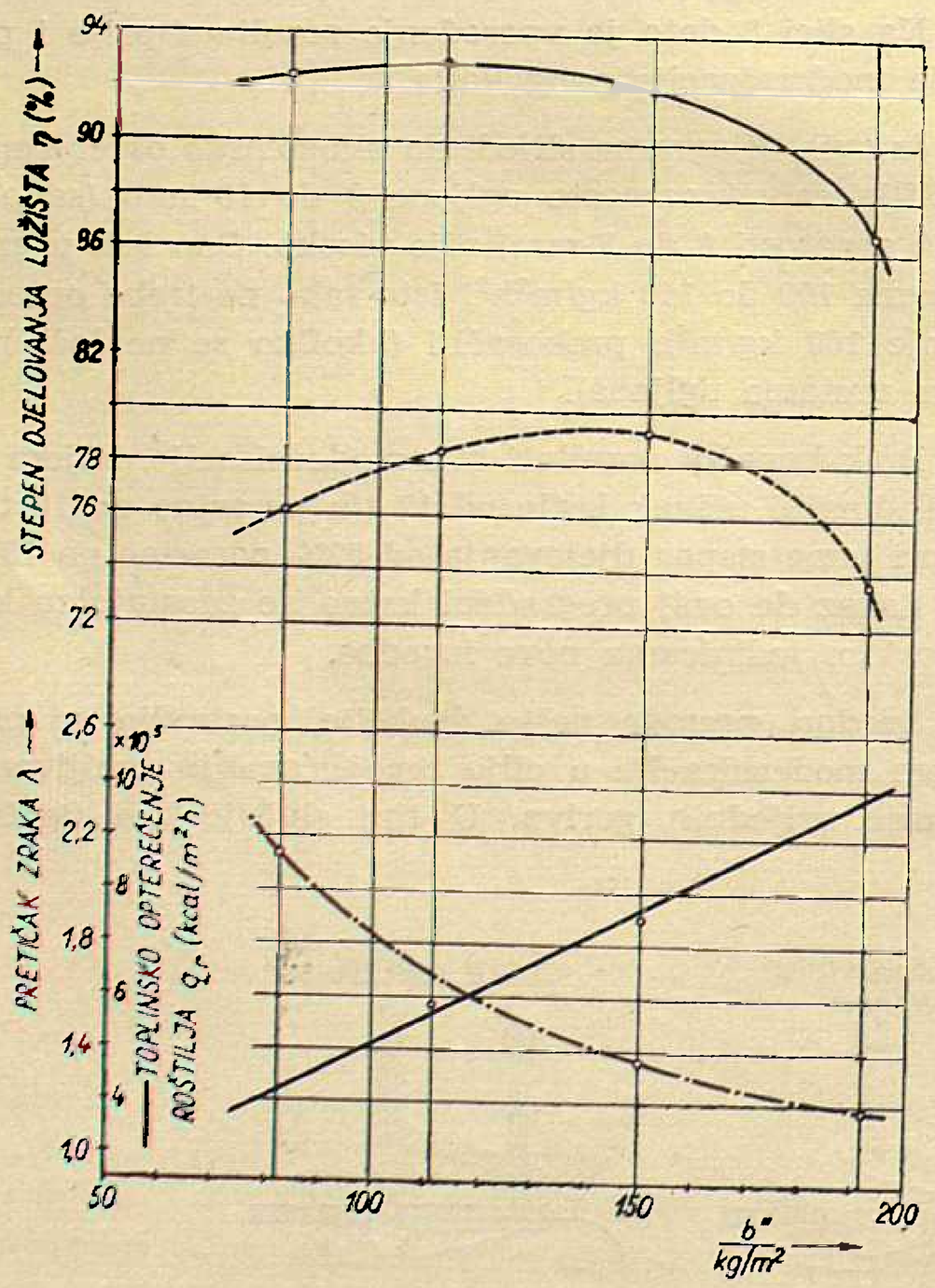
Sl. 5. Stirling kotao prije rekonstrukcije



Sl. 6. Stirling kotao poslije rekonstrukcije

bljavaju se često, namjesto ljuskastih putujućih roštilja, većinom kaskadni ili roštilji sa natražnim djelovanjem.

Jedan tipični primjer na ovaj način izvršene modernizacije predstavlja *Doebler-kotao* koji je prvobitno bio opremljen malim starim putujućim roštiljem (slika 9a). Modernizacijom pregrađen je ovaj kotao u jedan radijacioni sa povećanim ložištem, opremljenim sa kaskadnim roštiljem za izgaranje manje vrijednih ugljena sa velikim sadržajem pepela (slika 9b).



Sl. 7. Termotehničke karakteristike ljuskastog putujućeg roštilja u ovisnosti od opterećenja roštilja

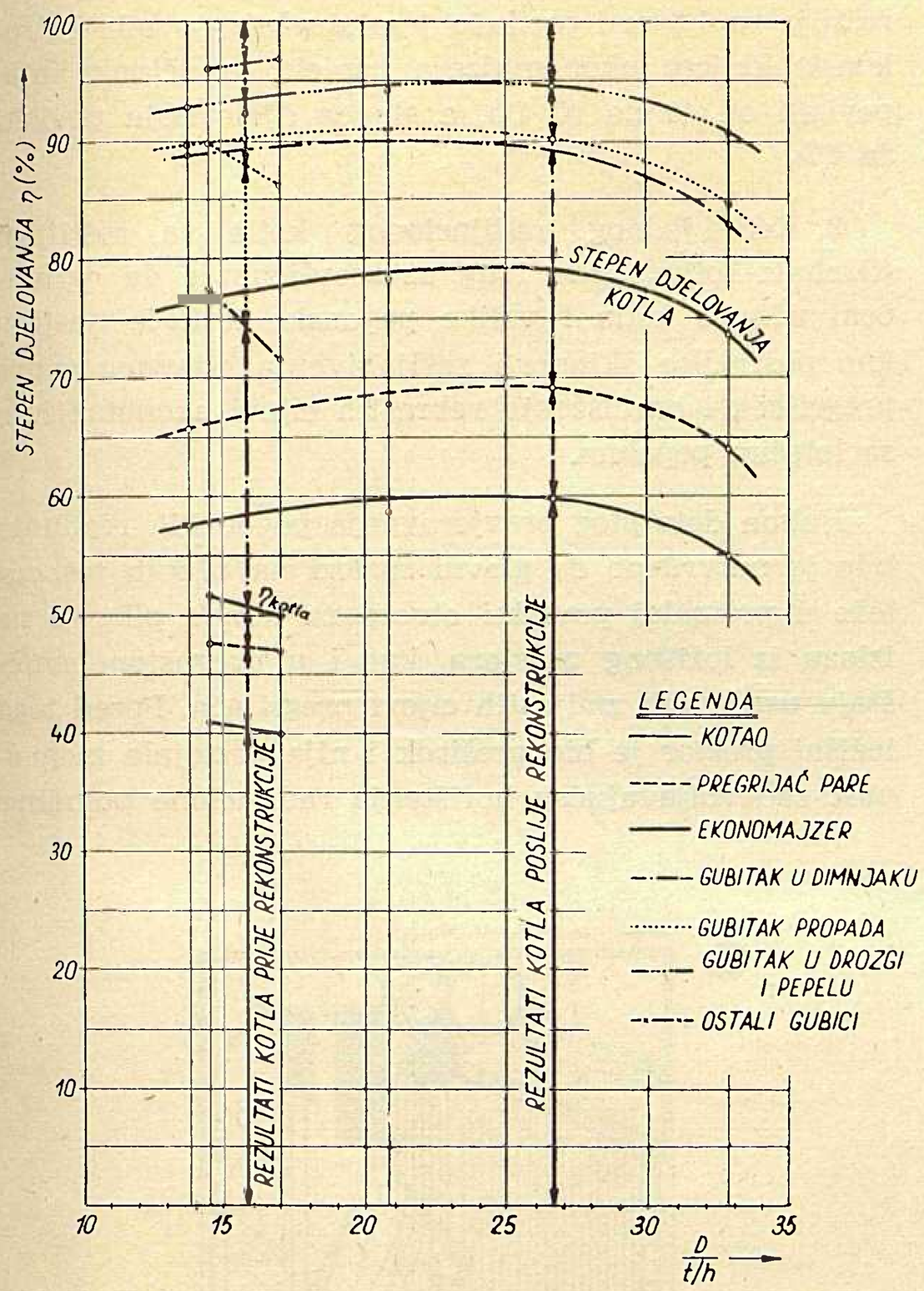
Pored moderniziranja ložišta i parovodnog sistema kotla često spada pregradnja rebrastog ekonomajzera u normalni program rekonstrukcije kotla. U tim slučajevima je puno korištenje ogrjevne površine, mogućnost jednostavnog čišćenja i postojanje visoke rezerve u promaji, preduvjet za pravilnu rekonstrukciju. To je od presudnog značaja za toplinski efekat koji se praktično postiže.

Toplinsko-ekonomska karakteristika i smjernice za pogon novih sekcionalnih kotlova sa radijacionim površinama i ekonomajzerima

Navedeni primjeri modernizacije važe kao poboljšanje konstrukcija starih kotlova. Međutim, i noviji sekcionalni kotlovi sa radijacionim površinama, koji su opremljeni podesnim ljuskastim roštiljima sa pojasnim potpuhom, te ekonomajzerima, imaju konkretno ograničena područja primjene koja su zavisna od pogonskih prilika.

Termo-tehnička karakteristika ovih kotlova kod dobrog vođenja pogona, prikazana je na slici 1 u obliku krivulje stepena djelovanja 2, u ovisnosti od opterećenja. Najbolji stepeni djelovanja leže u granicama opterećenja 40 do 60 kg/m²h i iznose 80 do 82% kod pretička zraka od 1,6 iza kotla.

Ipak u praksi nailazimo na pogoršanje stepena djelovanja (nekad do 65%). Glavni razlozi ovih griješaka su (pored propusnosti radi netočne montaže) okolnosti da uslijed nastojanja spaljivanja loših vrsta ugljena dolazi do povećanja pretička zraka iznad granica za koje je kotao projektiran i građen. Uslijed toga nastalo povećanje količina dimnih plinova (naročito kod niskotlačnih kotlova kojih ima još veći broj u industriji) je razlog da se višak dimnih plinova mora voditi u dimnjak mimo ekonomajzera. To nastaje iz 2 razloga: na jednoj strani radi ograničene rezerve u promaji, a na drugoj strani radi nastojanja da se u rebrastom ekonomajzeru ostane ispod točke ključanja.



Sl. 8. Uspoređenje Stirling kotla prije i poslije rekonstrukcije u zavisnosti od učinka proizvodnje pare

Na ovaj način se većinom gubitak osjetne topline dimnih plinova udvostručava (jer istovremeno raste količina i temperatura).

To je dovelo do primjene visokotlačnih kotlova sa mogućnošću visokog preopterećenja ekonomajzera. Na ovo se konzekventno nadovezuje tendenca razvoja toplinskog gospodarstva u pravcu postepenog prijelaza na rad sa visokotlačnim kotlovima u sprezi sa protutlačnim turbinama, što omogućava puno korištenje topline ispušne pare za tehnološke svrhe, ili za grijanja. U prelaznom stadiju su pri tome potrebne redukcione stanice za prigušivanje tlaka sa hladionicima pare, da bi bio omogućen rad visokotlačnih kotlova na niskotlačnu parovodnu mrežu.

Uporedo s time postoji većinom kao preduvjet za povoljne pogonske uspjehe industrijskih kotlova da usisni ventilatori imaju, po mogućnosti, što veće rezerve. Pri tome su kotlovi na ugljenu prašinu i kotlovi sa većim roštiljem opremljeni uređajima za oprašivanje. Međutim, to kod malih kotlovskih jedinica (ispod 20 t/h) u većini slučajeva nije svrsishodno, jer pruža male efekte pri velikim gubicima promaje.

Toplinsko-ekonomska karakteristika i pogonsko-tehničke smjernice suvremenih kotlova na ugljenu prašinu

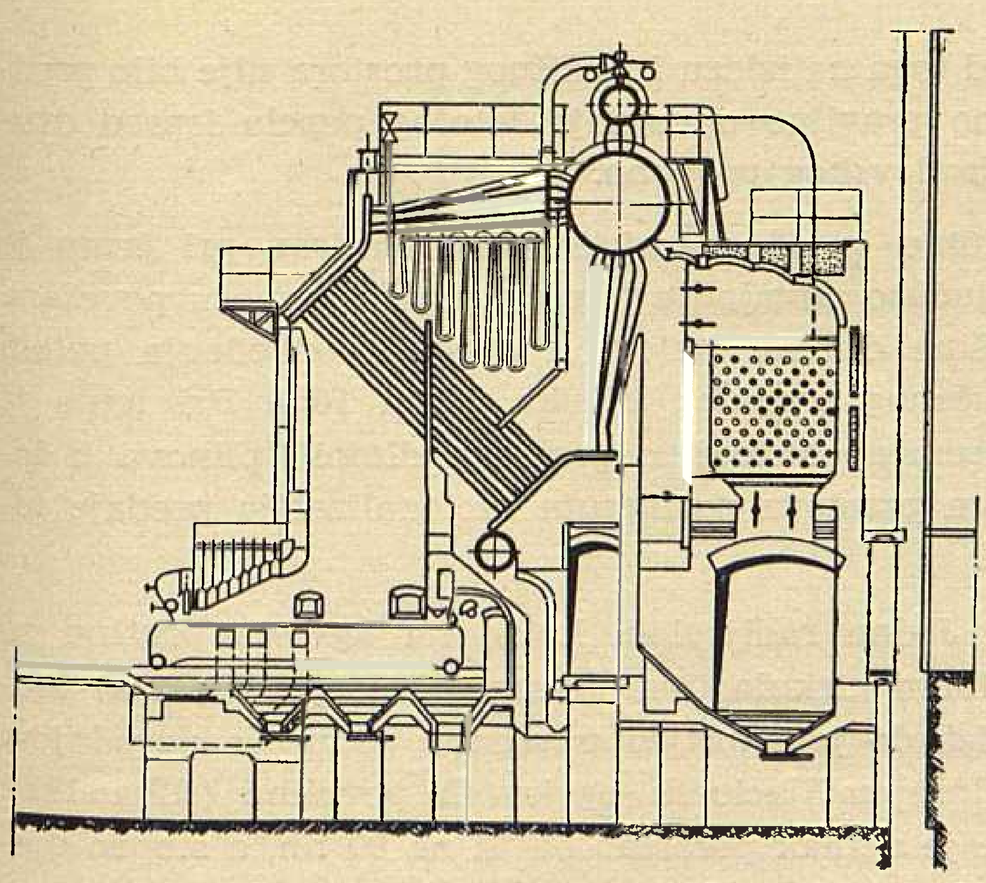
Krivulja 3 slike 1 predstavlja jednu karakteristiku prosječnih pogonskih rezultata kod pravilnog vođenja pogona kotlova na ugljenu prašinu srednje veličine. Kotlovi posjeduju rebraste i čelično-cijevne ekonomajzere i zagrijače zraka. Optimalni pogonski rezultati pokazuju stepen djelovanja do 84% kod opterećenja kotlovske ogrjevne površine u granicama 80 do 100 kg/m²h.

Tipična odstupanja koja uzrokuju pogoršanje stepena djelovanja (u graničnim slučajevima čak do 70%) nastaju kao posljedica griješaka u eksploataciji kao:

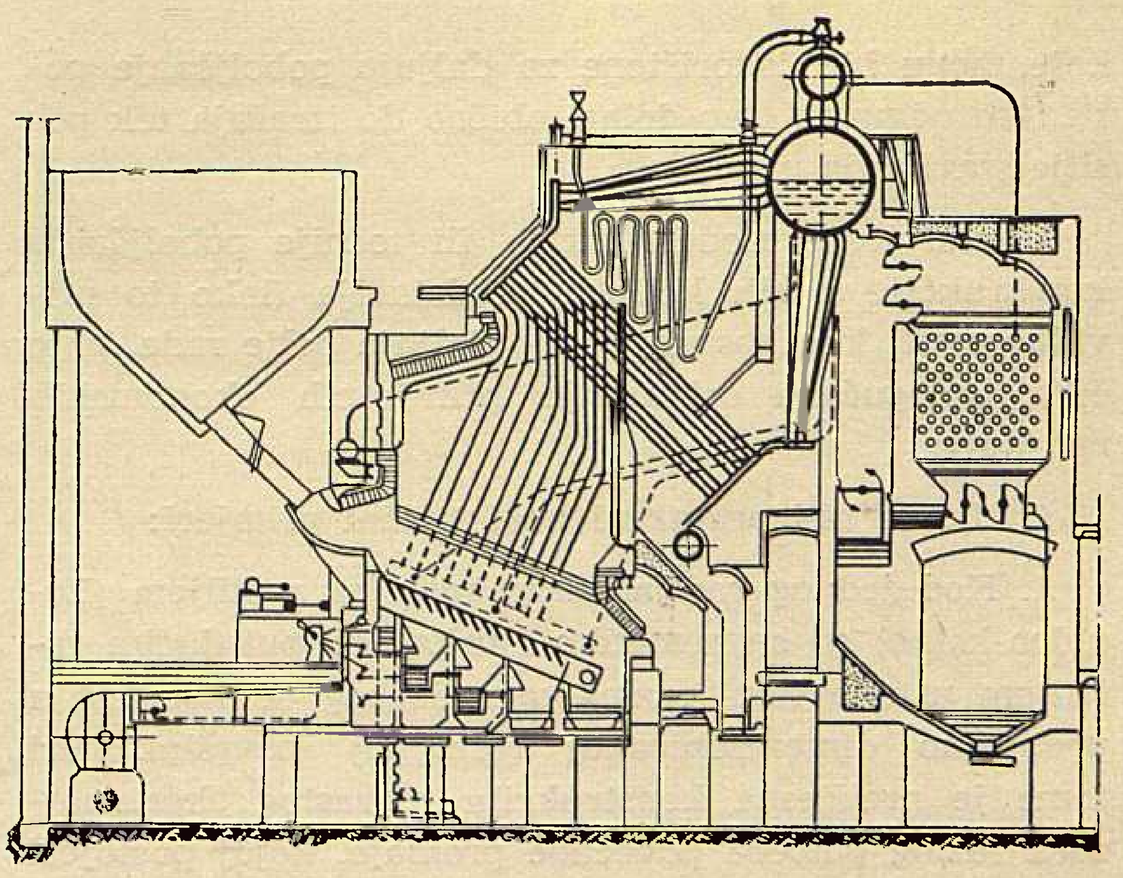
a) Uslijed pogrešnog djelovanja mlinova koji daju prekrupna zrna i uzrokuju loše dogorijevanje u letećem pepelu.

b) Loše konzerviranje i podešavanje naprava za sekundarni zrak, čime nastaje intenzivno povlačenje krupnijih zrna ugljena u primarnoj zračnoj struji. Time nastaje tendenca zašljakivanja većih dijelova ogrjevne površine.

c) Nedovoljno brtvenje zagrijača zraka (nekad izgaranje njegovih elemenata) kao posljedica nedostatka zraka u ložištu, pri čemu istovremeno nastaje bloki-



Sl. 9a. Doebler–kotao prije rekonstrukcije



Sl. 9b. Doebler–kotao poslije rekonstrukcije

ranje promaje kotla na zagrijaču uslijed neposrednog prolaza velikih količina zraka kroz pukotine i njegovo miješanje sa dimnim plinovima. Pri tome nastaju gubici uslijed neizgorenog u dimnim plinovima nepotpunog izgaranja (CO i gubici u letećem pepelu), a time je povezano osjetno smanjenje učinka kotla sa tendencom prekida, odnosno vraćanja plamena.

Svi navedeni nedostaci daju se ukloniti pomoću odgovarajućeg temeljitog održavanja postrojenja mlinova i — za opskrbu zrakom.

Daljnji razvoj modernizacije suvremenih radijacionih kotlova sa roštiljnim loženjem i ugljenom prašinom

Proces modernizacije ne odnosi se samo na stara postrojenja. Naprotiv svaka nova i suvremena jedinica posjeduje u svojim konstruktivnim pretpostavkama određene slabosti, odnosno neiskorištene mogućnosti, koje mogu biti iskorištene za daljnje poboljšanje postizivih učinaka. Ovo dolazi obično do izražaja tek poslije stavljanja u pogon.

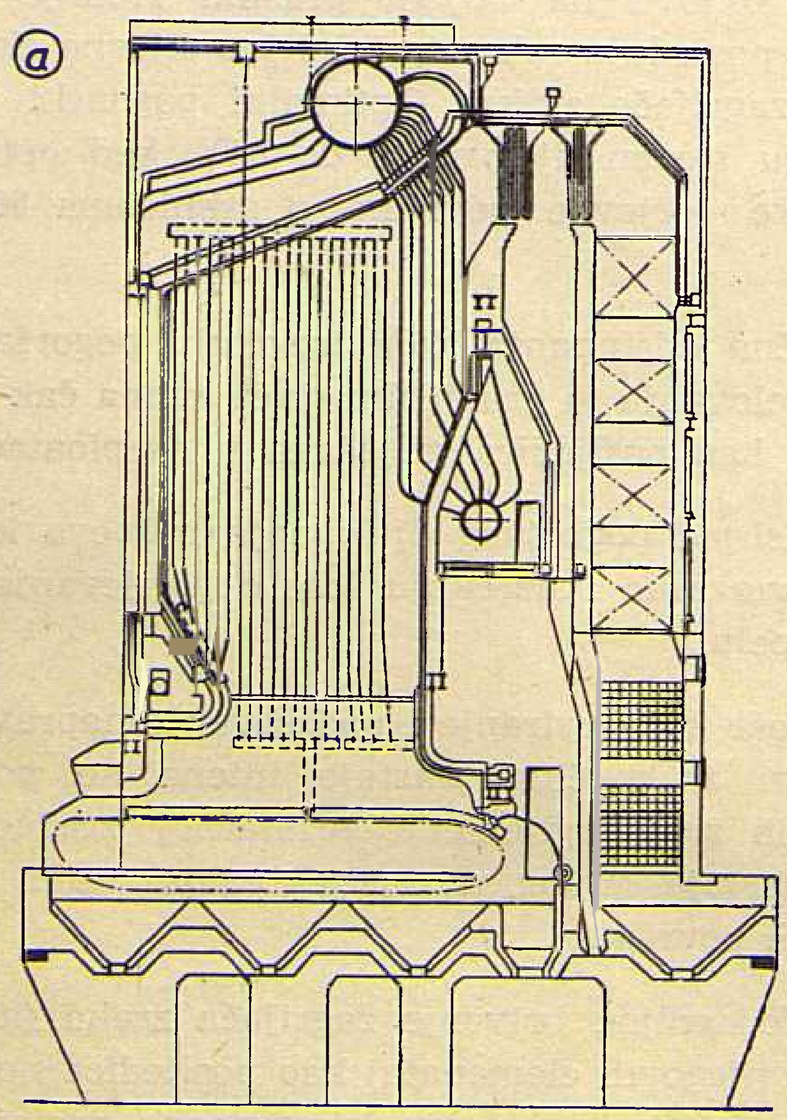
Prema tome modernizacija ili točnije poboljšanje konstrukcije novih kotlova predstavlja (iako to prividno zvuči kao apsurd) jedno daljnje polje rada, koje često omogućava ostvarenje primjetnih ekonomskih rezultata.

Ovdje će biti prikazani neki tipični primjeri:

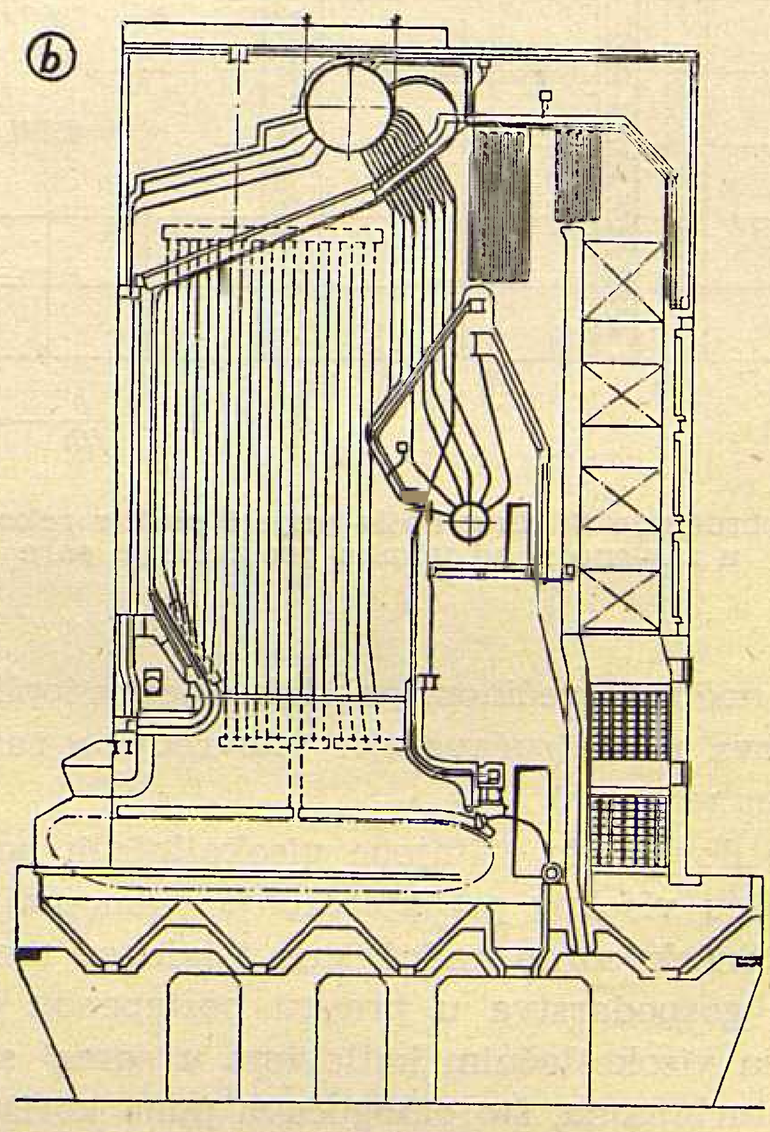
1. Kod jednog radijacionog kotla sa roštiljem (Lopulco-kotao) sa savremenim ljuskastim putujućim roštiljem ustanovljeni razlog ograničenog učinka leži u pretijesno dimenzioniranoj roštiljnoj površini. Pri tome je pretijesna konstrukcija rebrastog ekonomajzera razlog potrebe povećane promaje, kojoj postojeći usisni ventilator nije mogao udovoljiti. Produženjem roštilja za 1,3 m i produženjem stražnjeg svoda sa rekonstrukcijom ekonomajzera uspjelo je učinak kotla povisiti od 40 na 50 t/h, a stepen djelovanja povisiti za 4%.

2. Kod jednog radijacionog kotla sa roštiljem (Oschatz-kotao, slika 10a), ustanovljeno je da ograničeni učinak kotla i velike pogonske teškoće nastaju kao posljedice sklonosti zašljakivanja cijevnog snopa pregrijača i onečišćenju rebrastih cijevi ekonomajzera sa letećim pepelom.

Nakon detaljnog provjeravanja pogonskih rezultata bilo je uutvrđeno da glavni razlozi navedenih teškoća leže u premaloj površini otvora za dimne plinove na izlazu iz ložišnog prostora, kao i u pregustom smještaju uspravnih zmijastih cijevi pregrijača. Pored toga ložišni prostor je bio preširok i nije postojala mogućnost zadovoljavajućeg korištenja radijacione površine.



Sl. 10a. Oschatz–kotao prije rekonstrukcije



Sl. 10b. Oschatz–kotao poslije rekonstrukcije

Pored toga na izlazu iz ložišnog prostora nije bilo predviđeno pravilno odvajanje letećeg pepela ispred drugog kotlovskog propuha.

Kotao je odgovarajuće rekonstruiran pri čemu je omogućeno odvajanje letećeg pepela pomoću povećane površine dimnih putova i njegova odvođenja putem uključenog srednjeg lijevka (slika 10b). Pri tome je istovremeno suženjem presjeka dimnih plinova u ložišnom prostoru postignuta racionalizacija predaje topline.

3. Jedan radijacioni kotao na ugljenu prašinu sa prisilnom cirkulacijom (Benson-kotao, slika 11a) moderniziralo je naprijed navedeno poduzeće ugradnjom dodatnih radijacionih ogrjevnih površina (slika 11b). Time je učinak porastao od 72 na 80 t/h, a stepen djelovanja od 81 na 83%.

Problemi poboljšanja ekonomije pare i vode u industriji

Racionalna ekonomija goriva nije ovisna samo od pravilnog pogona kotlova; bitni preduvjet za to je također racionalna ekonomija pare. Područje ovih zadataka je tako veliko da je na ovom mjestu moguće prikazati samo neke izabrane probleme, koji su naročito tipični za industrijsku ekonomiju energije.

Važno je, prije svega, da pogonski parametri pare, koji su izabrani za postrojenje (pritisak, temperatura pare, potlak) budu zaista i održavani, i da svi strojevi rade kod njihovih ekonomičnih opterećenja. U tu svrhu trebao bi svaki stroj posjedovati karakteristiku stepena djelovanja, da bi u slučaju paralelnog rada više strojeva podjela opterećenja odgovarala minimalnoj ukupnoj potrošnji pare.

Zahtjevu za održavanje parametara pare treba posvetiti naročitu pažnju kod kotlova na kojima su vršene rekonstrukcije. Naime, dodavanje ekonomajzera na kotlove uzrokuje u načelu sniženje temperature pare, koju treba kompenzirati povećanjem površine pregrijača pare. Naprotiv, obično raste temperatura pregrijane pare kad uslijed povećanja opterećenja ložišnog prostora povećavamo opterećenje kotla, što nužno dovodi do smanjivanja površine pregrijača, ili do uključivanja hladionika pare.

U industriji nastaju često pogonske teškoće kao posljedica nepravilnog gospodarenja pojnom vodom. U većini slučajeva su slijedeći uzroci:

1. Loša pojna voda kao posljedica preopterećenja uređaja za pripremu pojne vode.

Povećanje potrošnje dodatne pojne vode nastaje uslijed povećanih gubitaka kondenzata, a kao posljedica nedovoljnog održavanja cjevovoda i uz to lošeg održavanja kondenznih lonaca. Osim toga veliki gubici kondenzata nastaju uslijed gubitaka pare u starijim klipnim parnim strojevima koji rade na ispuh.

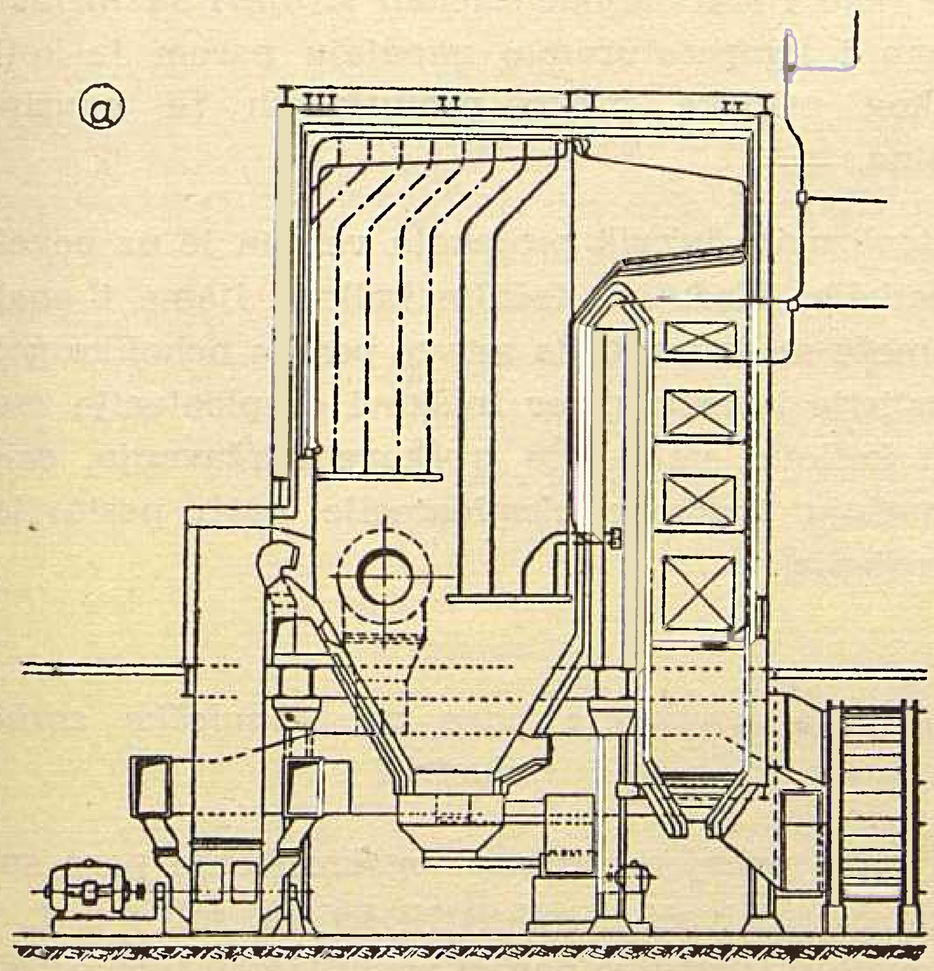
2. Pogoršanje kvalitete pojne vode uslijed onečišćenja kondenzata pomoću rashladne vode kondenzatora, što se često dešava kod nedovoljnog održavanja kondenzacionog postrojenja turbina (propuštanje kondenzatora) ili radi nedovoljnog odvajanja ulja iz ispušne pare ili kondenzata parnih strojeva.

Najčešća posljedica ovih griješaka, pored stvaranja kamenca, je dovlačenje nečistoća u cjevovode, u pregrijač i do turbinskih lopatica. Povremeno može nastati i opasno brektanje kotla, naročito u slučajevima većeg kolebanja opterećenja.

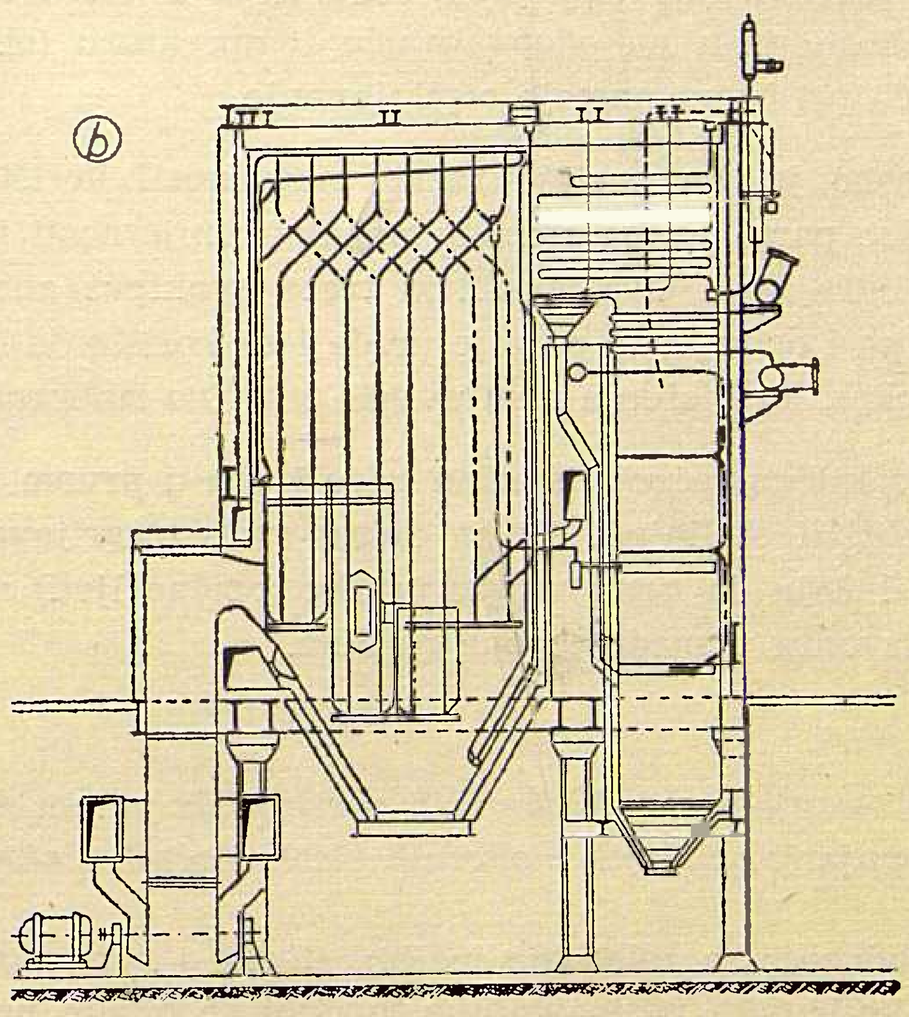
Ovdje navodimo glavne metode sprečavanja:

a) Pravilno rukovanje uređajem za prečišćavanje pojne vode uz strogo pridržavanje norme za pojnu i kotlovsku vodu.

b) Pažljivo održavanje kondenzacijskog postrojenja, kao i kontrola uređaja za odvajanje ulja iz pare i kondenzata.



Sl. 11a. Benson–kotao prije rekonstrukcije



Sl. 11b. Benson–kotao poslije rekonstrukcije

c) Eliminiranje starih klipnih parnih strojeva sa kolebljivim potroškom pare. Tamo gdje je to neprovedivo neka ovi posebno rade u sprezi sa velikoprostornim kotlovima, ili u slučaju potrebe može se između stroja i kotla uključiti toplinski akumulator podešen na postizavanje jednakomjernijeg potroška.

d) Kružni tok kondenzata kotlova visokog učina, koji proizvode paru za turbine, treba potpuno odvojiti od toga kondenzata starih kotlova, koji rade za klipne strojeve sa kolebljivim opterećenjem.

Niz klipnih strojeva (kompresora i izvoznih strojeva) rade na ispuh, što pogon uprošćuje, ali uzrokuje veliki gubitak pare i kondenzata. U vezi s time može zadatak racionalnog korištenja ovakve ispušne topline donijeti osjetne prednosti sa stanovišta toplinske ekonomije.

Naše poduzeće je do sada niz ovakvih postrojenja projektiralo i stavilo u pogon. Principijelno postoji ne-

koliko alternativa za korištenje ispušne pare. Dva rješenja ovog zadatka su naročito tipična i to:

1. Korištenje ispušne pare za pogon niskotlačne odnosno međutlačne turbine. Istina, ovaj način korištenja pruža mogućnost dobivanja povratnog kondenzata, ali je pri tome stepen djelovanja u niskotlačnim strojevima vrlo nizak, jer najveći dio topline odlazi rashladnim sredstvom u okolinu.

2. Korištenje ispušne pare za grijanje predstavlja dalekosežno ekonomsko rješenje, jer se omogućava puno iskorištenje topline isparavanja. Pri tome se može ispušna para upotrebiti direktno ili indirektno za centralna grijanja, i konačno najjednostavnije za predgrijavanje pojne vode u otplinjaču.

Takvo postrojenje za korištenje ispušne pare iz nekoliko klipnih strojeva u svrhu predgrijavanja pojne vode sastoji se od jednog toplinskog sabirnika u koji se ispušna para dovodi kroz jedan odvajač ulja. Iz ovog sabirnika dolazi para u donji dio zvona otplinjača gdje protustrujno zagrijava vodu koja u kaskadama raspršeno pada na odgovarajuću temperaturu (obično 105° C) pri čemu nastaje otplinjavanje.

Jasno je, da postoje razne mogućnosti korištenja ispušne pare, prema stepenu nejednakomjernosti ispušnog strujanja. Ovaj problem treba svakiput analizirati, pa i onda kada postoje uređaji za korištenje ispušne pare, jer rješenja nisu uvijek pravilno izabrana.

Praktično rečeno, ispušnu paru treba u prvom redu koristiti u otplinjaču ili za druge svrhe zagrijavanja, a u slučaju da nema druge prilike (obično ljeti) može se privoditi u međustepene turbina.

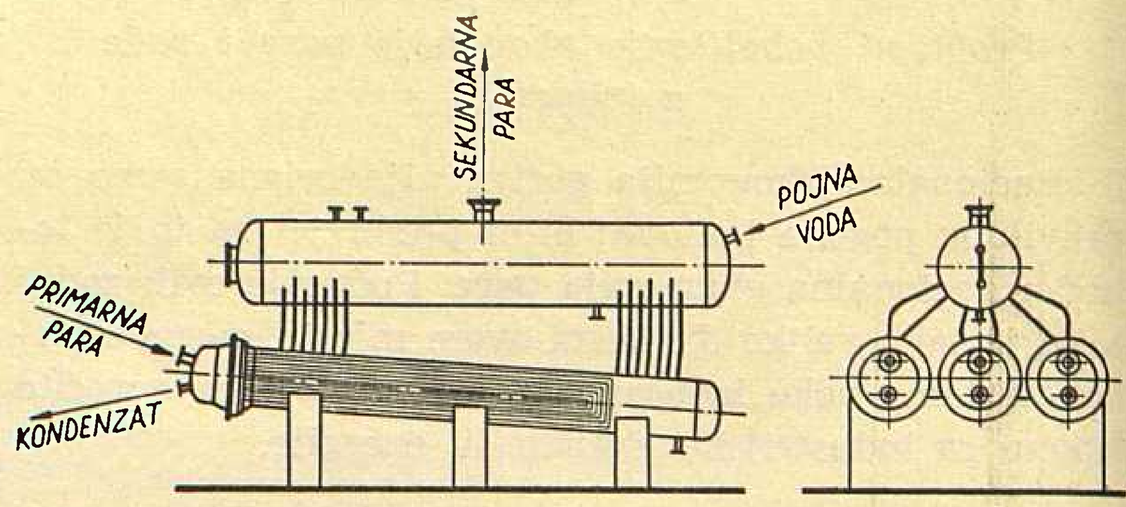
Eliminiranje starih kotlovskih postrojenja putem snabdijevanja iz obližnjih modernih visokotlačnih elektrana

Poduzeća sa relativno malim, starim i neekonomičnim kotlovnim postrojenjima, u čijoj se blizini nalaze velike moderne termoelektrane, došla su na ideju da se putem parovoda iz njih snabdijevaju parom.

Pošto se obično ne radi o velikim količinama pare ne predstavlja ovo naročite zapreke za većinu velikih elektrana, ukoliko se odnosi na povećanje kapaciteta. Problem se obično sastoji u zahtjevu za vraćanjem čistog kondenzata radi održavanja racionalnog vodnog gospodarstva.

Da bi se zadovoljilo ovom zahtjevu potrebno je graditi parne transformatore u obliku toplinskih izmjenjivača, čiji kondenzat se u cijelosti vraća elektrani.

Konstrukcija jednog izvedenog parnog tranformatora vidi se iz slike 12



Sl. 12. Šema transformatora pare

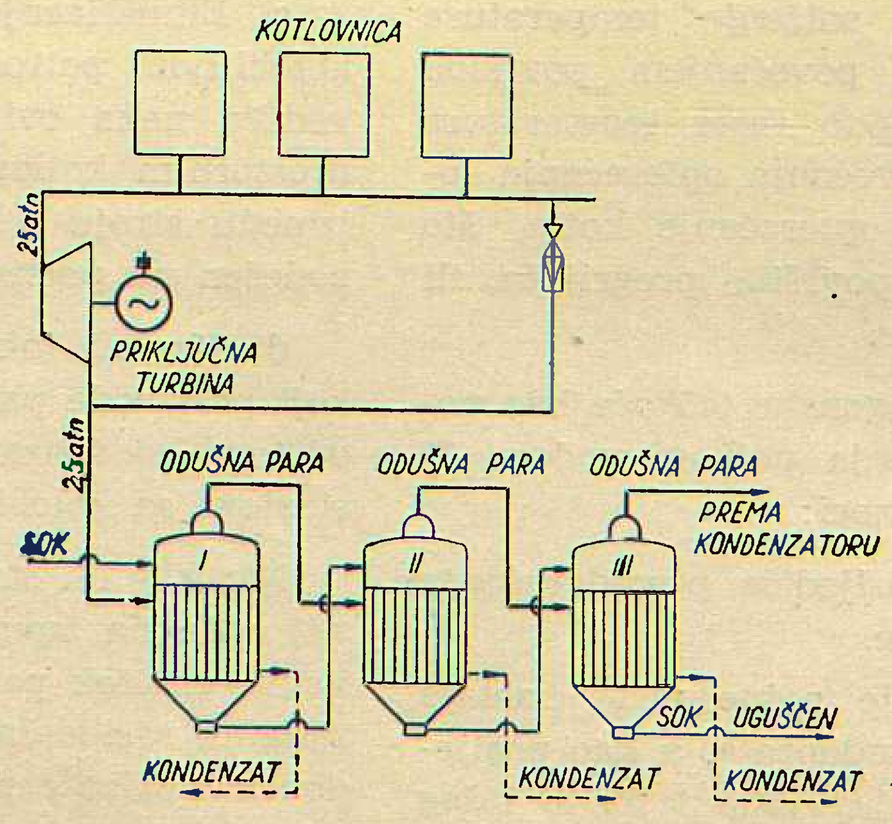
Punije moderniziranje ekonomije pare dopunom kotlovskih postrojenja viših pritisaka na postojeću toplinsku šemu pomoću protutlačnih ili oduzimnih i priključnih turbina

U slučajevima gdje povećane potrebe zahtijevaju dopunu sa novim kotlovskim jedinicama, gdje se para razvodi cijevnom mrežom niskog pritiska, postoji jedini racionalni način koji se sastoji u tome da se potrošači na strani niskog pritiska ogrjevne i tehnološke pare (kao i stari kondenzacioni strojevi sa nižim pritiskom i temperaturama) napajaju parom iz kotlova visokog pritiska preko protutlačnih ili oduzimnih turbina.

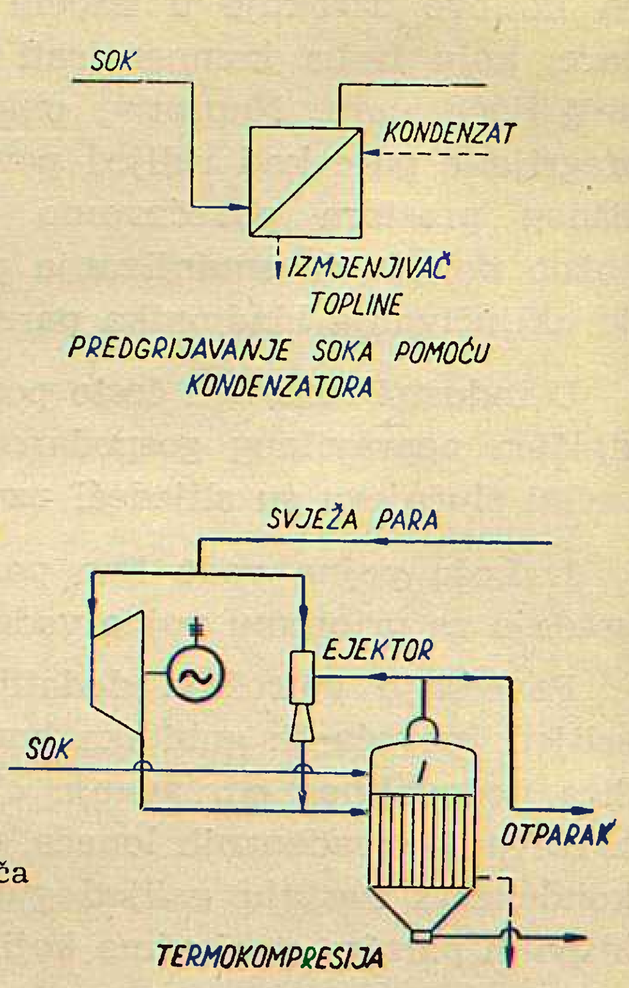
Realizacija takvih projekata vezana je uz povećane investicije. Međutim, točnim kalkulacijama i analizama može se dokazati da se već poslije nekoliko godina investicije isplaćuju, jer troškovi eksploatacije zastarjelih kotlova, uz velike troškove održavanja, osjetno premašuju troškove eksploatacije novo postavljenog postrojenja.

Racionalno korištenje pare za tehnološke svrhe u industriji

Tipični primjeri racionalnog korištenja pare su višestruki otparivači u industriji šećera, soli i t. d., koji se napajaju ispušnom parom protutlačnih turbina (slika



Sl. 13. Šema djelovanja višestepenih otparivača



13). Mjerenja, koja su vršena u vezi izrade toplinske bilance, su dokazala da za postizavanje optimalnih uvjeta važnu ulogu igra korištenje topline kondenzata za predgrijavanje sirovog soka. Pored toga postiže se osjetno smanjenje potroška pare primjenom termokompresije otparka, koji se nakon toga ponovno vraća u I. stepen. Istovremenom primjenom obaju sredstava (korištenje kondenzata i termo-kompresije) može se postići ušteda pare od 20 do 25%.

Zaključci

Opisani primjeri predstavljaju tipičan izvadak iz tematike našeg poduzeća (P. En. P. W.) pri čemu su pokazana sredstva i putovi kako nastojimo postići konzekventni pravac razvoja energetske ekonomije u industriji. Postoje često gledišta da »mala« energetika ne će više imati značaja u odnosu na nove uspjehe »velike« energetike, primjenom visokih pritisaka i temperatura, a time i najviših stepena djelovanja.

S obzirom na toplinsko-ekonomsku praksu ovakvo je gledište potpuno pogrešno i štetno, jer se time odvraća pažnja tehničkog svijeta od nebrojeno velikog broja važnih pogonskih problema ekonomije topline u industriji.

Po našem mišljenju ne postoji stvarna razdioba toplinskih problema u »malu« odnosno »veliku« energetiku. Nasuprot tome postoje 2 razvojna pravca energetske ekonomije.

Jedan se bavi problematikom novih konstrukcija i njihovim eksperimentalnim ispitivanjem, drugi postoji u obliku mnogostrukih nastojanja da se postojeća pogonska postrojenja podignu na što višu razinu toplinske ekonomije u eksploataciji. Pri tome je potrebno ova nastojanja, po mogućnosti, svrsishodno koncentrirati, u cilju postepenog uklanjanja nedostataka i griješaka, koji se u pogonu pojavljuju.

Konzekventna akcija na tom području zahtijeva mobiliziranje značajnih snaga i sredstava, koja mogu služiti za pridobivanje velikih energetskih rezervi u našoj industriji.

Predmji članak neka dade mali isječak sistematike metoda i nastojanja putem kojih poduzeće *P. en. P. W.* teži postizavanju ovog cilja.

Naslov pisca: Mr. inž. Stefan Kasprzyk, Przedsiębiorstvo Energomontažove Przemysly Weglowego, Chorzów, Poljska.

O EKONOMICI DALEKOVODA

Božidar Stefanini, Zagreb

Razmatrano je ekonomsko dimenzioniranje vodiča u raznim slučajevima. Već prema tome kako je bio postavljen zadatak, dobivene su ekonomske gustoće struje, koje se među sobom znatno razlikuju. U nekim slučajevima dobiju se tako velike ekonomske gustoće struje, da često prekoračuju termičku granicu.

DK 621.311.1.003

Kod izgradnje i pogona visokonaponskih mreža važno je dimenzioniranje dalekovoda i ispravno korištenje tih dalekovoda u pogonu za prijenos električne energije. Kod toga treba uvažiti ne samo tehničke nego i ekonomske momente, pa treba težiti da usvojena rješenja budu tehnički ispravna i ekonomski najpovoljnija.

U pogledu dimenzioniranja presjeka dalekovoda na temelju ekonomskih momenata, iz literature je dobro poznata metoda pomoću t. zv. ekonomske struje, koja se osniva na *Kelvin*-ovu pravilu, da troškovi gubitaka moraju biti jednaki troškovima kapitala. Međutim neoprezna upotreba tako izvedenih formula može dovesti do neispravnih zaključaka, ako se dobiveni rezultati primijene u širem smislu, nego što to odgovara pretpostavkama za proračun.

Ovdje će biti razmotreno ekonomsko dimenzioniranje presjeka dalekovoda s različitih gledišta, i to:

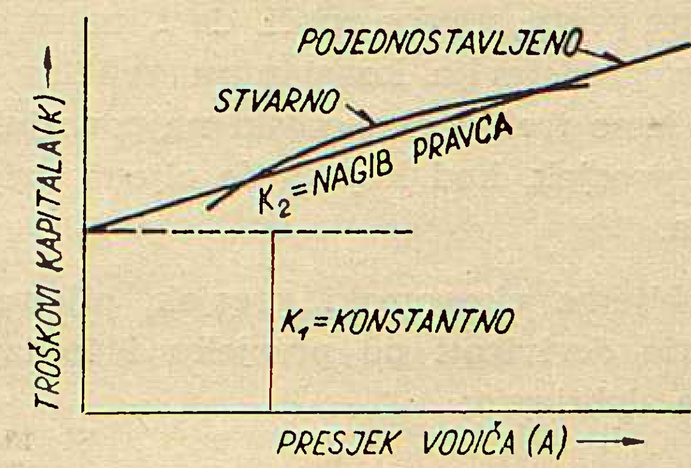
1) ekonomski presjek jednog voda, 2) ekonomski presjek različitog broja vodova, 3) ekonomski teret jednog voda, 4) ekonomski broj vodova.

Kao kriterij za ekonomski najpovoljnije rješenje bit će uzeto, da cijena prijenosa električne energije bude minimalna. Zbog toga prije nego pristupimo analizi pojedinih slučajeva moramo postaviti izraz za cijenu prijenosa električne energije.

CIJENA PRIJENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Cijenu prijenosa električne energije možemo dobiti tako, da ukupne troškove kroz promatrani period podijelimo s brojem prenesenih kilovatsati. Ukupni troškovi sastoje se od troškova kapitala i troškova gubitaka. Budući da promatramo problem dimenzioniranja presjeka dalekovoda, to je dovoljno da u troškove kapitala i gubitaka obuhvatimo samo ono što otpada na dalekovod.

Troškovi kapitala za dalekovod u ovisnosti o presjeku vodiča mogu se prikazati krivuljom kao na slici 1. Ta krivulja — u intervalu interesantnom za praksu — može se dovoljno točno aproksimirati pravcem, čime



Sl. 1. Troškovi kapitala za dalekovod

se dobije pojednostavljenje ovisnosti troškova kapitala o presjeku. Na taj način možemo troškove kapitala prikazati jednostavnim linearnim izrazom, koji ima jedan konstantni član i jedan član linearno ovisan o presjeku vodiča, i to:

$$K = K_1 + K_2 A, \qquad (1)$$

gdje su K troškovi kapitala za dalekovod, K_1 i K_2 konstante, A presjek vodiča.

U gornjem je pretpostavljeno, da je godišnja stopa za troškove kapitala konstantna, pa da ista takva slika ali u drugom mjerilu, prikazuje cijenu voda u ovisnosti o presjeku vodiča.

Troškove gubitaka u vodu možemo također prikazati jednostavnim izrazom. Ako zanemarimo utjecaj kapaciteta i odvoda dalekovoda, i ako pretpostavimo da su napon, faktor snage i vrijeme maksimalnih gubitaka konstantni, onda su troškovi gubitaka u vodu direktno proporcionalni kvadratu maksimalne struje i obrnuto proporcionalni presjeku, pa imamo:

$$G = G_1 \; I^2/A. \qquad (2)$$

Ovdje simboli označuju: G troškove gubitaka u vodu, G_1 konstantu, I maksimalnu struju u vodu.

Cijenu prijenosa za jedan preneseni kilovatsat dobit ćemo, ako ukupne troškove podijelimo s brojem prenesenih kilovatsati u promatranom vremenskom periodu. Uz prijašnje pretpostavke te uz daljnju pretpostavku da je vrijeme maksimalnog opterećenja također konstantno, bit će broj prenesenih kilovatsati proporcionalan s maksimalnom strujom, pa uz pomoć izraza (1) i (2) slijedi:

$$C = C_1/I + C_2 A/I + C_3 I/A, \qquad (3)$$

gdje su cijena prijenosa električne energije, C_1, C_2, C_3 konstante.

Izraz za cijenu prijenosa sastoji se od tri člana. Prva dva člana odgovaraju troškovima kapitala za vod, a treći član odgovara troškovima gubitaka. Od prva dva člana prvi odgovara konstantnom članu troškova kapitala, a drugi članu ovisnom o presjeku vodiča.

Ekonomski presjek jednog voda

Uzmimo, da su za neki prijenos električne energije zadani osnovni podaci, t. j. one veličine, koje smo u gornjim razmatranjima uzeli da su konstantne. Nadalje neka budu zadane energetske prilike u vodu, što uz usvojene pretpostavke znači, da i maksimalna struja u vodu predstavlja konstantnu veličinu. Za takav slučaj možemo tražiti ekonomski najpovoljniji presjek, t. j. onaj presjek, kod kojega će cijena prijenosa biti minimalna.

Da dobijemo ekonomski presjek, cijenu prijenosa ćemo dakle derivirati po presjeku i to izjednačiti s nulom, pa dobijemo:

$$\frac{dC}{dA} = \frac{C_2}{I} - C_3 \frac{I}{A^2} = 0 .$$

Odatle slijedi izraz za ekonomski presjek:

$$A_{ek} = I \sqrt{C_3/C_2}. \qquad (4)$$

Ako struju I podijelimo s ekonomskim presjekom, dobijemo ekonomsku gustoću struje, koja je mjerodavna za izbor presjeka:

$$y_A = \sqrt{C_2/C_3}. \qquad (5)$$

Izrazi (4) i (5) vrijede za ekonomsko određivanje presjeka, ako je zadan jedan dalekovod i maksimalna struja, koja se njime prenosi. Lako je uočiti da izrazi (4) i (5) slijede iz uvjeta, da su drugi i treći član u izrazu (3) međusobno jednaki. To možemo, dakle, postaviti kao kriterij za ekonomsko rješenje kod ovakvog zadatka, pa taj kriterij glasi: presjek će biti ekonomski odabran, ako je onaj dio troškova kapitala, koji je ovisan o presjeku, jednak troškovima gubitaka.

Kao što se vidi, ovaj kriterij traži, da troškovi gubitaka budu jednaki samo jednom dijelu troškova kapitala, i to onom dijelu ovisnom o presjeku, a ne da troškovi gubitaka budu jednaki ukupnim troškovima kapitala. Jedino za slučaj, da je prvi član u izrazu (3) za cijenu prijenosa jednak nuli, dobit ćemo kao ekonomski kriterij, da troškovi gubitaka moraju biti jednaki čitavim troškovima kapitala. Ali to bi značilo da je konstantni član u cijeni dalekovoda jednak nuli, a takav slučaj u praksi izgradnje dalekovoda ne dolazi u obzir.

Primjer 1

Radi ilustracije prikažimo dosadašnja razmatranja na primjeru. Uzmimo najprije da su zadane tri konstante iz izraza (3), i da njihove vrijednosti (izračunate prema stvarnim pojedinačnim vrijednostima za jedan primjer iz prakse) iznose:

C_1 = 48,5 Din. A/kWh, C_2 = 0,282 Din. A/kWh. mm², C_3 = = 0,0839 Din. mm²/kWh. A.

Ekonomska gustoća struje, mjerodavna za izbor presjeka, prema izrazu (5) iznosi y_A = 0,282/0,0839 = 1,83 A/mm².
Neka je nadalje zadano: maksimalna snaga prijenosa: P = = 30 MW, napon prijenosa: U = 110 kV, faktor snage: cos φ = 0,9.
Maksimalna struja u vodu iznosi dakle:

$$I = \frac{30.10^6}{\sqrt{3}.110.10^3.0,9} = 175 \text{ A}.$$

Kao ekonomski presjek dobijemo konačno:

$$A_{ek} = I \,.\, y_A = 175 \,.\, 1,83 = 95,7 \text{ mm}^2.$$

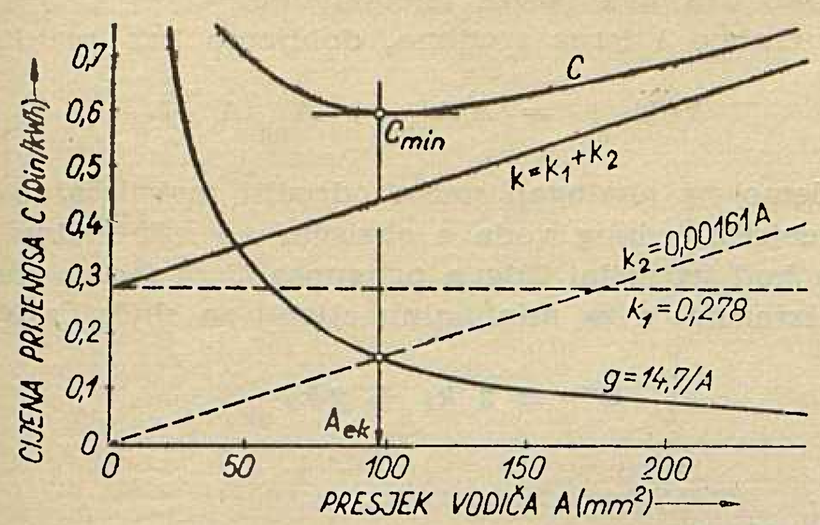
Grafički prikaz

Dobivene rezultate možemo radi veće preglednosti prikazati grafički, kao što je učinjeno na slici 2, gdje je prikazana cijena prijenosa u ovisnosti o presjeku. Posebno su prikazana sva tri člana iz izraza (3), koji prema brojčanim podacima iz primjera 1 iznose: $k_1 = c_1 I$ = 48,5/175 = 0,278; k_2 = = $C_2 A/I$ = 0,282 A/175 = 0,00161 A; $g = C_3 I/A$ = 0,0839 . 175/A = 14,7/A.

Dalje je prikazana suma prvih dvaju članova iz izraza (3), t. j. onaj dio cijene, koji ovisi o troškovima kapitala $k = k_1 + k_2$.

I konačno, prikazana je suma svih triju članova, t. j. cijena prijenosa $C = k + g = k_1 + k_2 + g$.

Ekonomski najpovoljnije rješenje dano je najnižom točkom krivulje za cijenu prijenosa C. Iz slike vidimo, koji ekonomski presjek odgovara toj točki. Isto tako vidimo, da ekonomsko rješenje možemo dobiti prema prije postavljenom ekonomskom kriteriju, t. j. prema sjecištu krivulja k_2 i g.



Sl. 2. Cijena prijenosa u ovisnosti o presjeku

ODSTUPANJE OD EKONOMSKOG PRESJEKA

Iz slike 2 vidimo, da je krivulja za cijenu prijenosa prilično plosnata u području oko minimuma. To znači, da odstupanje od ekonomski najpovoljnijeg rješenja ne će znatno povećati cijenu prijenosa. Bit će dakle od interesa, da to malo detaljnije razmotrimo.

Ako se za presjek vodiča usvoji ekonomsko rješenje prema izrazu (4), možemo za članove u izrazu (3) postaviti:

$$C_1/I = k_1; \; C_2 A_{ek}/I = C_3 \; I/A_{ek} = k_{2\,ek}.$$

Izraz za cijenu prijenosa, ako se usvoji ekonomski presjek, prema tome glasi:

$$C_{ek} = k_1 + 2 \; k_{2\,ek}. \qquad (6)$$

Ukoliko se ne usvoji ekonomski presjek, nego bilo koji drugi presjek, izraz za cijenu prijenosa možemo pisati:

$$C = k_1 + k_{2\,ek} \; A/A_{ek} + k_{2ek} \; A_{ek}/A. \qquad (7)$$

Uvest ćemo faktor povećanja cijene prema izrazu

$$p = C/C_{ek}. \qquad (8)$$

Ako u izraz (8) uvrstimo izraze (6) i (7) i to sredimo, dobit ćemo:

$$p = \frac{k_1/k_{2\,ek} + (A/A_{ek} + A_{ek}/A)}{k_1/k_{2\,ek} + 2} \qquad (9)$$

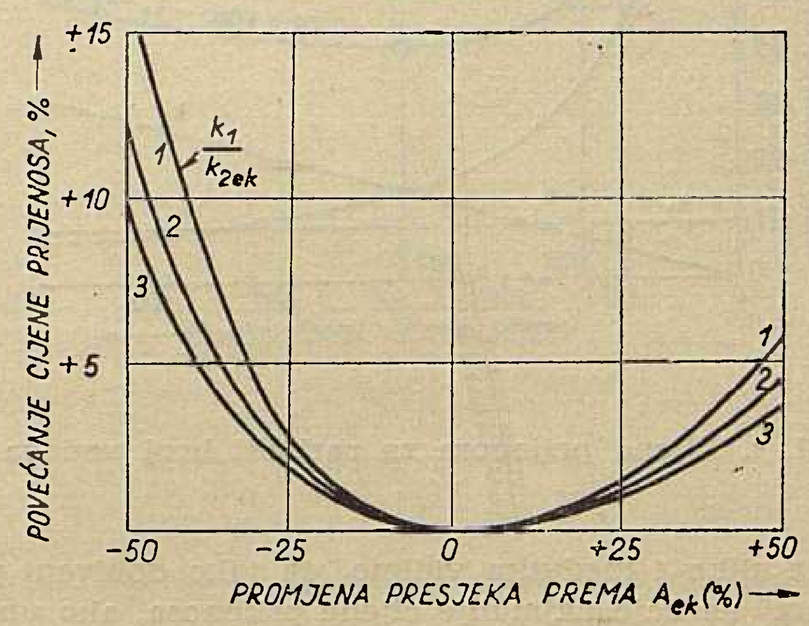
Vidimo da faktor povećanja cijene prijenosa (za slučaj da umjesto ekonomskog presjeka odaberemo drugi neki presjek) ovisi ne samo o odnosu odabranog i ekonomskog presjeka nego i o odnosu veličina k_1 i $k_{2\,ek}$.

Prema izrazu (9) nacrtana je slika 3. Tu je prikazano povećanje cijene prijenosa prema najnižoj mogućoj cijeni u ovisnosti o razlici odabranog presjeka prema ekonomskom presjeku. I povećanje cijene i razlika presjeka dani su u postocima. Nacrtane su tri krivulje za različite vrijednosti odnosa $k_1/k_{2\,ek}$, koje mogu doći u praksi. Iz slike vidimo, da će na pr. smanjenje presjeka za 25% povećati cijenu prijenosa samo za 2 do 3%.

Iz gornjeg razmatranja možemo izvući zaključak, da nije potrebno strogo se držati ekonomski najpovoljnijeg rješenja, jer i znatna odstupanja tek neznatno povećavaju cijenu prijenosa.

Tu se odmah nadaje i pitanje, s kolikom uopće točnošću možemo izračunati cijenu prijenosa. Ne samo da podaci, koje unosimo u račun, ne mogu biti potpuno točni (ekonomski se proračun vrši za vremenski period od nekoliko decenija unaprijed!), nego se osim toga i u izvodima formula kriju razna zanemarenja. Tako se na pr. šutke pretpostavlja, da nam kapital i materijal stoje na raspolaganju u neograničenim količinama, a to u praksi nije ispunjeno.

Iz svega gornjeg slijedi, da se ne moramo držati točno izračunate vrijednosti za ekonomski presjek. I kod znatnog odstupanja ne može se naime pouzdano tvrditi, da to rješenje nije ekonomično. A ako već dopuštamo odstupanje, onda je razumljivo ako radije odaberemo manji presjek, a ne veći presjek od izračunatog, iako kod povećanja presjeka cijena polaganije raste nego kod smanjivanja presjeka. Ako, naime, već ne možemo biti potpuno sigurni, koji nam presjek daje najmanju cijenu prijenosa, to smo kod manjeg presjeka barem sigurni, da smo smanjili investirani kapital.



Sl. 3. Povećanje cijene prijenosa u ovisnosti o promjeni presjeka

EKONOMSKI PRESJEK RAZLIČITOG BROJA VODOVA

Dosada smo promatrali slučaj, da tražimo ekonomski presjek, ako imamo samo jedan vod. Ista razmatranja, dakako, vrijede, ako smo unaprijed odredili broj vodova i ukupnu snagu prijenosa razdijelili s brojem vodova. Međutim, ako broj vodova nije unaprijed određen, onda ne smijemo primijeniti dosadašnje rezultate, nego taj slučaj moramo posebno razmotriti.

Ako broj vodova označimo sa n, to cijenu prijenosa možemo prikazati izrazom:

$$C = n \cdot k_1 + k_2 + g = C_1/I + C_2 \; A/I + C_3 \; I/A. \qquad (10)$$

gdje je n broj vodova, A ukupni presjek vodiča jedne faze za n vodova.

Prvi član u izrazu (10) je n puta veći u izrazu (3), dok su ostala dva člana ista. Ako je broj vodova unaprijed određen, onda je n konstantno, pa se kao uslov za ekonomski presjek dobiva isti kriterij kao prije za jedan vod.

Uvid u prilike, kad broj vodova nije unaprijed određen, možemo najbolje dobiti na jednom konkretnom primjeru, pa ćemo tim putem poći u daljnjem razmatranju.

Primjer 2

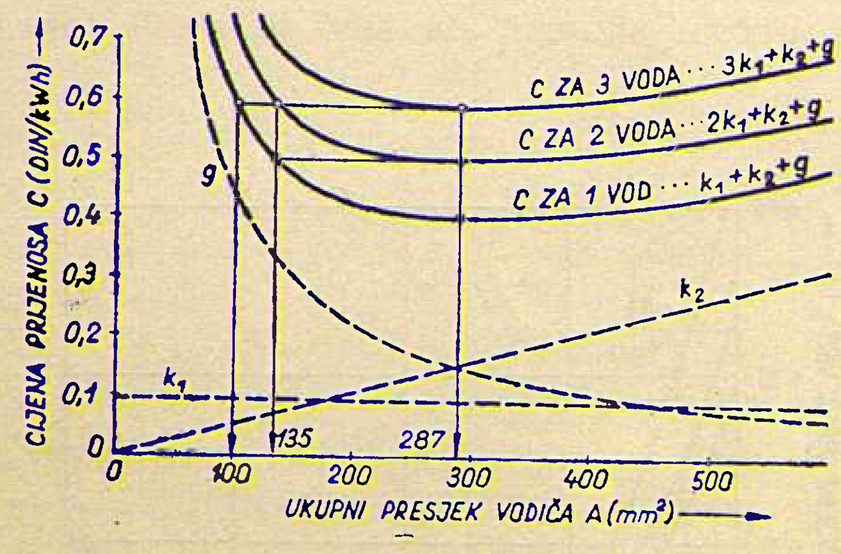
Uzet ćemo iste vrijednosti za konstante C_1, C_2 i C_3 kao u primjeru 1, a za struju ćemo uzeti tri puta veću vrijednost: $I = 3 \cdot 175 = 525$ A.

Izraz za cijenu prijenosa će, dakle, glasiti:

$$C = n \cdot 48{,}5/525 + 0{,}282 \cdot A/525 + 0{,}0839 \cdot 525/A,$$

$$C = 0{,}093\ n + 0{,}000537\ A + 44{,}1/A = k_1\ n + k_2 + g.$$

Prema gornjem izrazu nacrtana je na slici (4) cijena prijenosa u ovisnosti o presjeku vodiča, i to za slučaj kad je ukupni presjek podijeljen na 1, 2 odnosno 3 voda. Vidi se, da se cijene prijenosa za ova tri slučaja međusobno razlikuju za konstantni iznos $k_1 = 0{,}093$. Ako je broj vodova unaprijed zadan, onda ekonomski presjek odgovara najnižoj točki dotične krivulje. Kao što se vidi iz slike, u tom slučaju ekonomski presjek iznosi 287 mm² za sve tri krivulje. Kod takvog postavljanja zadatka rješenje za ekonomski presjek je dakle isto, bez obzira jesmo li unaprijed odlučili da ga podijelimo na 1, 2 ili 3 voda.



Sl. 4. Cijena prijenosa za različiti broj vodova

Iz iste slike 4 međutim vidimo, da tako dobiveni presjek od 287 mm² ne daje najmanje cijene prijenosa, ako unaprijed nije određen broj vodova. Naprotiv, za veoma široko područje različitih vrijednosti presjeka cijena prijenosa u slučaju jednog voda je manja od najniže cijene za slučaj s dva voda, a za još šire područje je manja od najniže cijene prijenosa za slučaj s tri voda. Analogno vrijedi i za cijenu prijenosa u slučaju s dva voda prema najnižoj cijeni u slučaju s tri voda.

Iz slike vidimo, da možemo odabrati kao rješenje samo jedan vod s mnogo manjim presjekom od 287 mm², i to sve do najniže vrijednosti od 135 mm², a da cijena prijenosa još uvijek ne bude veća nego za slučaj s dva voda. Isto tako kod jednog voda možemo presjek smanjiti sve do nekih 100 mm², a da cijena prijenosa bude još uvijek manja od najniže cijene za slučaj s tri voda. Uzrok tome očito leži u činjenici, što u izrazu za cijenu prijenosa imamo i konstantni prvi plan, koji je proporcionalan broju vodova.

Izvod formula

Prilike, ilustrirane u gornjem primjeru, sada ćemo istražiti općenito. Najprije ćemo odrediti, koliko još smijemo promijeniti presjek jednog voda prema prije dobivenom ekonomskom presjeku, a da cijena prijenosa još uvijek bude manja od najniže cijene za slučaj s dva voda.

Cijena prijenosa za jedan vod s bilo kakvim presjekom bila je već dana izrazom (7), koji ćemo ovdje ponoviti:

$$C' = k_1 + k_{2\,ek}\ A/A_{ek} + k_{2\,ek}\ A_{ek}/A.$$

Minimalna cijena prijenosa kod slučaja s dva voda slijedi iz izraza (6) i (10), i to:

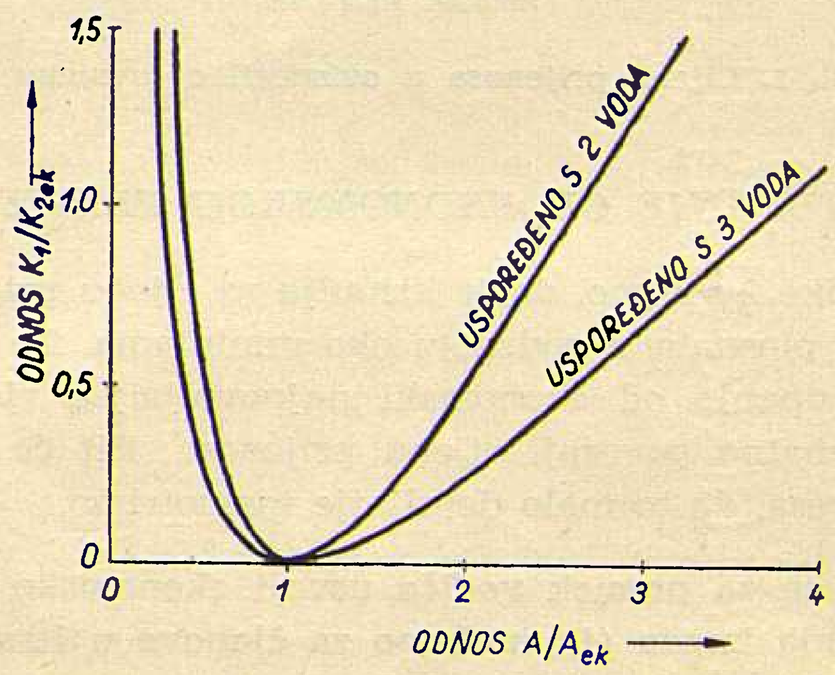
$$C'' = 2\,k_1 + 2\,k_{2\,ek}.$$

Uslov za maksimalno odstupanje presjeka jednog voda dobijemo, ako ova dva izraza izjednačimo: $C' = C''$. Ako to učinimo i izraz sredimo, dobijemo kao rezultat:

$$k_1/k_{2\,ek} = A/A_{ek} + A_{ek}/A - 2. \qquad (11)$$

Sad ćemo na analogan način odrediti maksimalno odstupanje presjeka jednog voda s obzirom na minimalnu cijenu prijenosa kod tri voda. Cijena prijenosa C za jedan vod dana je istim izrazom, a za minimalnu cijenu za slučaj s tri voda vrijedi:

$$C''' = 3\ k_1 + 2\,k_{2\,ek}.$$



Sl. 5. Dopustiva promjena presjeka jednog voda

Uslov za traženo rješenje glasi: $C' = C'''$. Odatle slijedi:

$$k_1/k_{2\,ek} = 0{,}5\ (A/A_{ek} + A_{ek}/A - 2). \qquad (12)$$

Dobiveni izrazi prikazani su na slici 5, gdje je dana ovisnost omjera presjeka A/A_{ek} o omjeru $k_1/k_{2\,ek}$. Primjena ovog dijagrama bit će prikazana u narednom primjeru.

Primjer 3

Brojčane vrijednosti uzete su iste kao u primjeru 2, pa dobijemo:

$$\frac{k_1}{k_{2\,ek}} = \frac{C_1/I}{C_2 \cdot A_{ek}/I} = \frac{C_1}{C_2 \cdot A_{ek}} = \frac{48{,}5}{0{,}282 \cdot 287} = 0{,}60.$$

Ako s tom brojkom uđemo u dijagram na slici 5, dobijemo za usporedbu s dva odnosno tri voda dopušteni odnos presjeka 0,47 odnosno 0,35.

Najmanji dopustivi presjek jednog voda u usporedbi s dva voda iznosi dakle $A'_{min} = 0{,}47 \cdot 287 = 135$ mm², a najmanji dopustivi presjek jednog voda u usporedbi s tri voda iznosi $A''_{min} = 0{,}35 \cdot 287 = 100$ mm².

Kao što se iz gornjih razmatranja vidi, ekonomski će razlozi zahtijevati rješenje s malim brojem vodova, pa makar zbog malog ukupnog presjeka dobili veoma velike gustoće struje i velike gubitke energije. Pri tome se može čak i to dogoditi, da kao ekonomsko rješenje dobijemo takve gustoće struje, koje su zbog termičkog opterećenja vodiča nedopustive. U takvom slučaju, dakako, iz tehničkih razloga ne će biti moguće primijeniti najekonomičnije rješenje. Osim toga kod izbora broja paralelnih vodova igrat će ulogu i drugi momenti, kao što su sigurnost pogona, stabilnost itd.

Ekonomski teret jednog voda

Dosada smo razmatrali prilike, kad je bila zadana struja koja se prenosi vodom, pa se tražilo ekonomsko rješenje za presjek vodiča. Međutim, kad već imamo neki vod sagrađen i u pogonu, postavlja se pitanje, koliko iznosi njegov ekonomski teret. Na prvi pogled može izgledati, da je najekonomičnije opteretiti vod toliko, da se sačuva gustoća struje, koja odgovara proračunu ekonomskog presjeka. Međutim to nije tako, kao što ćemo vidjeti iz daljnjeg razmatranja.

Ako tražimo ekonomski teret dalekovoda, onda ćemo tražiti onu struju u dalekovodu, kod koje je cijena prijenosa minimalna. Polazimo opet od istog izraza (3) za cijenu prijenosa, ali sada uzimamo da je presjek vodiča konstantan. Za rješenje ovog zadatka derivirat ćemo cijenu prijenosa po struji, i to izjednačiti s nulom, pa tako dobijemo:

$$\frac{dC}{dI} = -\frac{C_1}{I} - C_2\frac{A}{I^2} + \frac{C_3}{A} = 0\,.$$

Odatle slijedi izraz za ekonomsku struju u vodu:

$$I_{ek} = A\sqrt{\frac{C_1}{A\cdot C_3}} + \frac{C_2}{C_3}\,. \qquad (13)$$

Ako dobivenu ekonomsku struju podijelimo s presjekom, dobit ćemo ekonomsku gustoću struje, koja je mjerodavna za određivanje ekonomskog tereta:

$$Y_I = \sqrt{\frac{C_1}{A\cdot C_3}} + \frac{C_2}{C_3}\,. \qquad (14)$$

Ako usporedimo izraz (14) s prije dobivenim izrazom (5), vidimo da je gustoća struje, koja je mjerodavna za određivanje ekonomskog tereta, veća od gustoće struje, koja je mjerodavna za izbor ekonomskog presjeka. Te dvije gustoće struje bile bi jednake jedino onda, kad bi konstantni član u troškovima kapitala bio jednak nuli, ali smo već rekli da takav slučaj kod dalekovoda ne dolazi u obzir.

Lako je uočiti da izrazi (13) i (14) slijede iz uvjeta, da je treći član u izrazu (3) za cijenu prijenosa jednak sumi prvih dvaju članova. To možemo, dakle, postaviti kao kriterij za ekonomsko rješenje kod ovako postavljenog zadatka, pa taj kriterij glasi: ekonomski teret u vodu nastupa onda kad su troškovi gubitaka jednaki ukupnim troškovima kapitala.

Primjer 4

Dobivene rezultate ćemo opet ilustrirati na jednom primjeru. Kao presjek, s kojim je izgrađen dalekovod, uzet ćemo onaj isti, koji smo dobili u prijašnjem primjeru kao ekonomski presjek (za ova razmatranja ne smeta, što taj presjek ne odgovara točno standardu). Prema tome imamo $A = A_{ek} = 95{,}7$ mm².

Ekonomska gustoća struje, mjerodavna za ekonomski teret, bit će:

$$Y_I = \sqrt{\frac{48{,}5}{95{,}7\cdot 0{,}0839} + \frac{0{,}282}{0{,}0839}} + 3{,}07 \text{ A/mm}_2.$$

Ekonomski teret, izražen strujom, prema tome iznosi:

$$I_{ek} = A\,.\,y_I = 95{,}7\,.\,3{,}07 = 294 \text{ A}.$$

Ekonomski teret, izražen snagom, uz isti napon i faktor snage kao prije, iznosi:

$$P_{ek} = \sqrt{3}\,.\,110.10^3\,.\,294\,.\,0{,}9\,.\,10^{-6} = 50{,}3 \text{ MW}.$$

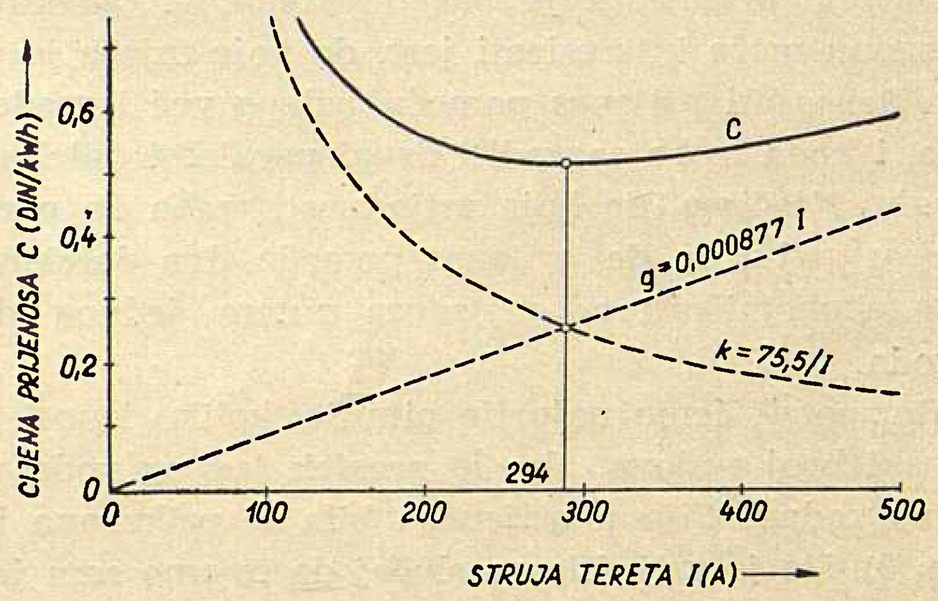
Vidimo, da smo za gustoću struje, te struju – odnosno snagu – dobili znatno veće vrijednosti nego u primjeru 1.

Grafički prikaz

Opet ćemo dobivene rezultate radi veće preglednosti prikazati grafički. Izraz za cijenu prijenosa u ovisnosti o struji, uz brojčane podatke iz primjera 4, dobiva slijedeći oblik:

$$C = 48{,}5/I + 0{,}282\ 95{,}7/I + 0{,}0839\,.\,I/95{,}7 = 75{,}5/I + 0{,}000877\ I = k + g.$$

Prema ovom izrazu nacrtana je na slici 6 cijena prijenosa u ovisnosti o struji, i to kao suma dvaju članova k i g. Najniža točka krivulje C a isto tako i sjecište krivulja k i g, određuju nam struju ekonomskog tereta u iznosu od 294 A.



Sl. 6. Cijena prijenosa u ovisnosti o struji tereta

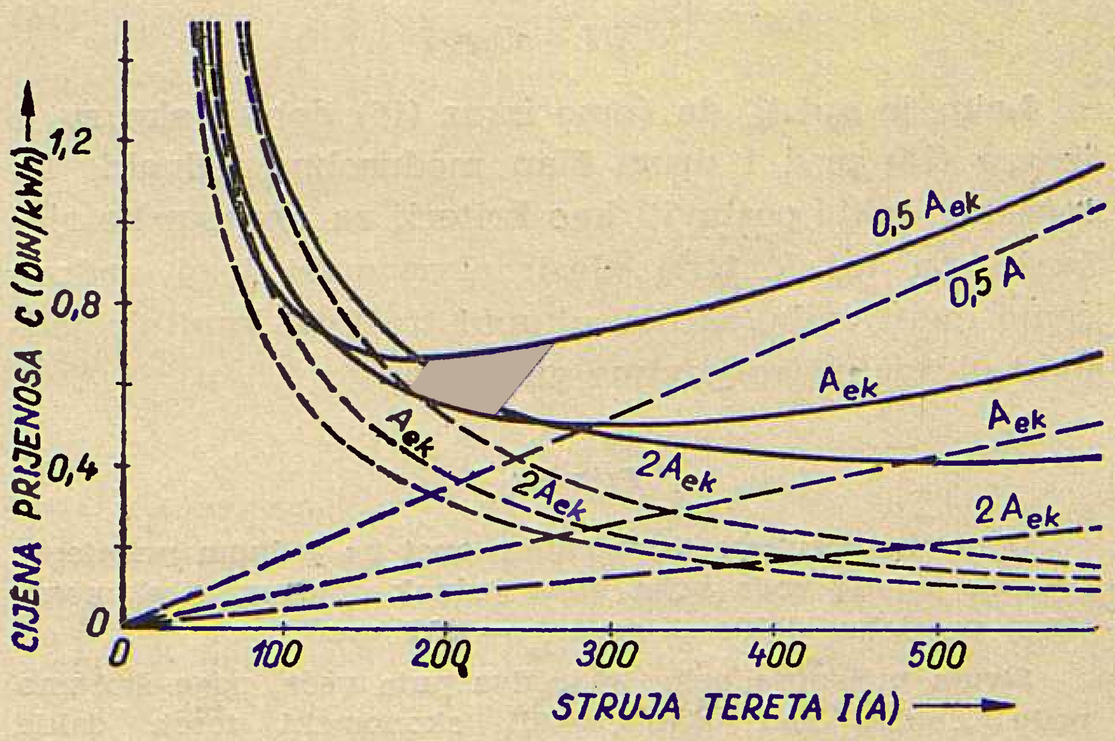
Primjer 5

U prvi čas začuđuje, da smo uz zadanu struju od 175 A dobili ekonomski presjek od 95,7 mm², a uz zadani presjek od 95,7 mm² da smo dobili struju ekonomskog tereta od 294 A. Da jasnije uočimo razloge za to, nacrtat ćemo krivulje za cijenu prijenosa kod različitih presjeka. Uzmimo najprije dva puta manji presjek od ekonomskoga, te imamo $A = 0{,}5\ A_{ek}$.

U tom slučaju izraz za cijenu prijenosa glasi:

$$C_{0,5} = 48{,}5/I + 0{,}282\,.\,0{,}5\,.\,95{,}7/I + 0{,}0839\,.\,I/(0{,}5\,.\,95{,}7) = 62{,}0/I + 0{,}001754\ I.$$

Zatim uzmimo dva puta veći presjek od ekonomskoga, te imamo $A = 2{,}0\,.\,A_{ek}$.



Sl. 7. Cijena prijenosa za različite presjeke vodiča

U tom slučaju izraz za cijenu prijenosa glasi:

$$C_{2,0} = 48{,}5/I + 0{,}282 \,.\, 2{,}0 \,.\, 95{,}7/I + 0{,}00839 \,.\, I/(2{,}0 \,.\, 95{,}7) = \\ = 102{,}5/I + 0{,}0004385 \,.\, I.$$

Na temelju gore dobivenih rezultata nacrtane su na slici 7 krivulje za cijenu prijenosa u ovisnosti o struji, i to za ekonomski presjek, te dva puta manji i dva puta veći presjek. Ako na toj slici pođemo od struje 175 A, vidimo da će cijena prijenosa biti najmanja za slučaj, ako je presjek jednak prije izračunatom ekonomskom presjeku, dakle to je u redu. Ali na krivulji A_{ek} struji 175 A ne odgovara najniža točka te krivulje, nego najnižoj točki odgovara struja 294 A, dakle i to je u redu.

Ustvari na slici 7 smo nacrtali samo tri krivulje jedino iz razloga veće preglednosti. Ta familija krivulja mogla bi se nacrtati mnogo gušće. Njihova anvelopa bila bi geometrijsko mjesto točaka, koje odgovaraju rješenjima za ekonomski presjek. Ali to nam za ova naša razmatranja nije potrebno.

Ekonomski broj vodova

Daljnje pitanje, koje nas u ekonomici dalekovoda u pogonu može interesirati jest, do koje mjere je ekonomično vršiti prijenos pomoću jednog već izgrađenog voda, i kada treba sagraditi drugi paralelni dalekovod. Drugim riječima, do koje vrijednosti treba da poraste teret u vodu, pa da prijenos pomoću dva dalekovoda bude ekonomičniji od prijenosa putem jednog dalekovoda.

Razmotrit ćemo najprije pitanje, koliko iznosi ekonomski broj vodova, ako je presjek jednog voda unaprijed zadan. Cijena prijenosa bila je prikazana izrazom (3), što je vrijedilo za slučaj da imamo sam jedan vod. Ako imamo n vodova, bit će troškovi kapitala toliko puta veći, a troškovi gubitaka toliko puta manji, pa će izraz za cijenu prijenosa glasiti:

$$C_n = n\,(C_1/I + C_2\,A/I) + C_3\,I/(n \cdot A) = nk + g/n \quad (15)$$

Ovdje je A presjek jednog voda, a I ukupna struja prijenosa.

Ako je presjek jednog voda unaprijed zadan, a isto tako je zadana ukupna struja prijenosa, onda ćemo minimum cijene prijenosa dobiti iz uslova, da je derivacija cijene po broju vodova jednaka nuli, pa imamo:

$$\frac{dC_n}{dn} = \frac{C_1}{I} + C_2\frac{A}{I} - \frac{C_3}{n^2} \cdot \frac{I}{A} = 0\,.$$

Odatle slijedi izraz za ekonomski broj vodova:

$$n_{ek} = \sqrt{\frac{C_3 I/A}{C_1/I + C_2 A/I}} = \sqrt{\frac{g}{k}} \quad (16)$$

Lako je uočiti, da ćemo izraz (16) dobiti, ako su u izrazu (15) prvi i drugi član međusobno jednaki. To možemo dakle postaviti kao kriterij za ekonomsko rješenje, pa taj kriterij glasi: ekonomski broj vodova ćemo imati onda, ako su ukupni troškovi kapitala jednaki ukupnim troškovima gubitaka.

Primjer 6

Dobivene rezultate ilustrirajmo opet na jednom primjeru. Presjek jednog voda neka bude jednak dobivenom ekonomskom presjeku, dakle $A = A_{ek} = 95{,}7$ mm².

Struja prijenosa neka bude dva puta veća, nego što smo prije dobili, kad smo tražili ekonomski teret, dakle $I = 2 \,.\, I_{ek} = 2 \,.\, 294 = 588$ A.

Ekonomski broj vodova dobit ćemo na slijedeći način:

$$k_1 = C_1/I = 48{,}5/588 = 0{,}0825;\; k_2 = C_2\,A/I = 0{,}282\;95{,}7/588 = \\ = 0{,}0460;\; g = C_3\,I/A = 0{,}0839\;588/95{,}7 = 0{,}516;\; n_{ek} = \\ = 0{,}516/(0{,}0825 + 0{,}0460) = 2{,}0.$$

Ovaj rezultat smo, dakako, mogli unaprijed i očekivati.

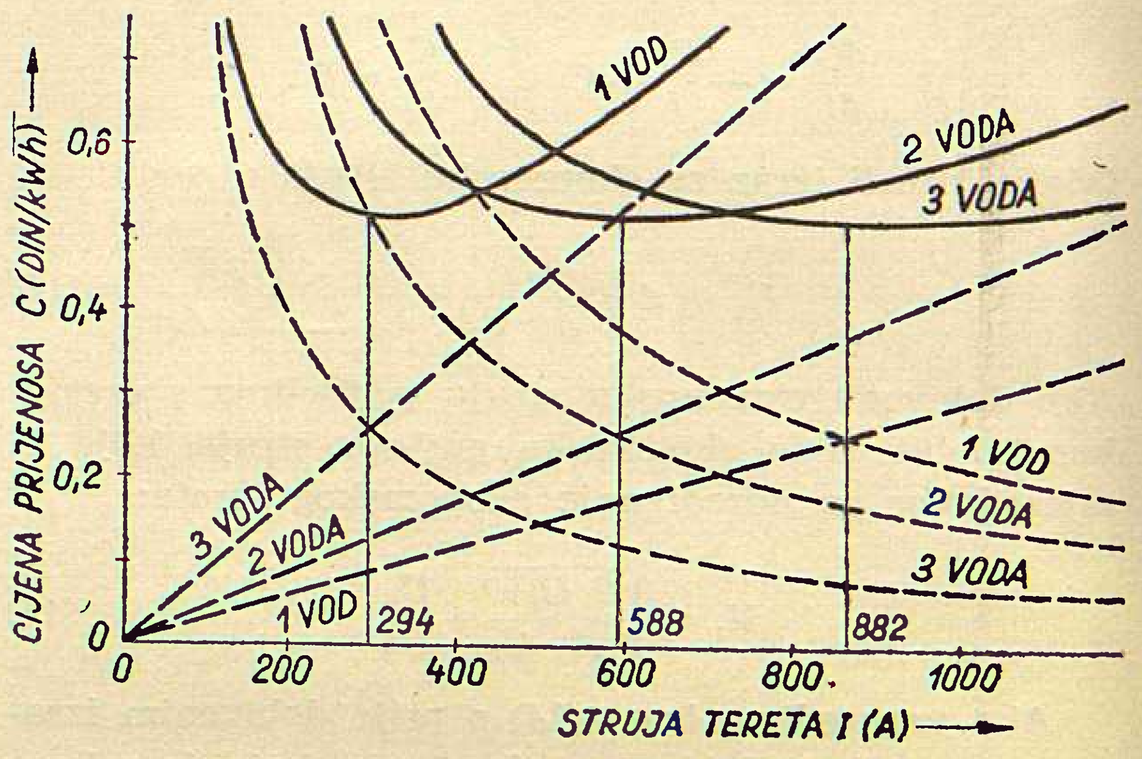
Grafički prikaz

Dobivene rezultate ćemo opet ilustrirati dijagramom. U grafičkom prikazu primjera 4 smo već bili postavili izraz za cijenu prijenosa uz zadane brojčane podatke. Ako uvažimo izraz (15), možemo za cijenu prijenosa uz n vodova pisati:

$$C_n = n\;75{,}5/I + 0{,}000877 \,.\, I/n$$

Odatle slijede izrazi za slučaj s 1, 2 i 3 voda, i to:

$$n = 1 \ldots C' = 75{,}5/I + 0{,}000877\;I,$$
$$n = 2 \ldots C'' = 151{,}0/I + 0{,}0004385\;I,$$
$$n = 3 \ldots C''' = 226{,}5/I + 0{,}0002923\;I.$$



Sl. 8. Cijena prijenosa za različiti broj vodova

Dobiveni rezultati prikazani su na slici 8, pa se očito vidi, da je za struju od 588 A najekonomičnije izabrati dva voda.

Potreba gradnje novog voda

Na slici 8 vidimo, međutim, i to, da su dva voda najekonomičnije rješenje za sve vrijednosti struje između 416 i 730 A, dok je za manje vrijednosti struje najekonomičnije rješenje s jednim vodom, a za veće vrijednosti s tri voda. Sjecišta krivulja, naime daju struju, kod koje je cijena prijenosa ista, bez obzira jesmo li odabrali ovaj ili onaj broj vodova. Ako je, dakle, struja veća od one, koja odgovara sjecištu krivulja, tada je ekonomičnije prijeći na veći broj vodova. Ovaj ćemo kriterij sada općenito razmotriti.

Izraz za cijenu prijenosa kod n vodova već je bio dan izrazom (15), pa ćemo ga ovdje ponoviti:

$$C_n = n \,.\, k + g/n.$$

Ako broj vodova povećamo za jedan, onda će cijena prijenosa biti dana izrazom:

$$C_{n+1} = (n + 1)k + g/(n + 1).$$

Kriterij za prijelaz na veći broj vodova dobijemo, ako ta dva izraza izjednačimo: $C_n = C_{n+1}$

Odatle slijedi traženi uslov:

$$n \cdot k + g/n = (n + 1)\, k + g/(n + 1);\ g/k = n\,(n + 1). \quad (17)$$

Budući da za struju u jednom vodu I_{ek} vrijedi $g = k$, i budući da su gubici proporcionalni kvadratu struje, to možemo pisati:

$$g/k = (I/I_{ek})^2. \quad (18)$$

Ako izraze (17) i (18) izjednačimo, dobit ćemo za struju graničnu vrijednost, koja daje kriterij za prijelaz na veći broj vodova, pa imamo:

$$I_{gr} = I_{ek} \sqrt{n\,(n + 1)}. \quad (19)$$

Radi usporedbe s prije dobivenim rezultatima, preuredimo izraz (16) i pišimo ga ovako:

$$n_{ek} = \frac{I}{A} \sqrt{\frac{C_3 \cdot A}{C_1 + C_2 \cdot A}}.$$

Ako koristimo izraz (13), vidimo da to možemo pisati:

$$n_{ek} = I/I_{ek}. \quad (20)$$

Odatle slijedi:

$$I = I_{ek} \cdot n_{ek}. \quad (21)$$

Ako je n_{ek} odabrani broj vodova (a to može biti samo cijeli broj), onda nam izraz (21) daje struju, kod koje imamo najnižu cijenu prijenosa. No ekonomično je zadržati taj broj vodova sve do vrijednosti struje dane izrazom (19), a tek za veće vrijednosti od granične struje treba prijeći na veći broj vodova. Očito je, da je granična struja prema izrazu (19) veća od struje prema izrazu (21), koja odgovara minimalnoj cijeni prijenosa.

Gustoću struje, koja je mjerodavna za prijelaz na veći broj vodova, dobijemo ako izraz (19) dijelimo s ukupnim presjekom svih n vodova. Tako dobijemo:

$$y_{gr} = \frac{I_{ek}}{A \cdot n} \sqrt{n\,(n + 1)}$$

Ako koristimo ekonomsku gustoću struje y_I prema izrazu (14), onda gornji izraz možemo pisati:

$$y_{gr} = y_I \sqrt{(n + 1)/n}. \quad (22)$$

Primjer 7

Opet ćemo dobivene rezultate ilustrirati primjerom. Uz iste ostale podatke kao prije neka se traži uslov za prijelaz od jednoga na dva voda. U izraz (19) treba dakle uvrstiti $n = 1$, pa dobijemo:

$$I_{gr} = I_{ek} \sqrt{1\,(1 + 1)} = 294 \sqrt{2} = 416 \text{ A}.$$

Gustoća struje, koja tome odgovara, iznosi

$$y_{gr} = 416/95{,}7 = 4{,}35 \text{ A/mm}^2.$$

Vidimo da je ekonomičnije raditi s jednim vodom sve dok struja ne prekorači 416 A, odnosno gustoća struje 4,35 A/mm².

Vidimo da se kod ovog razmatranja može dogoditi još prije, da izračunata gustoća struje prekorači termičku granicu ili da iz drugih tehničkih razloga ne možemo dozvoliti tako veliku struju u vodu. U tom slučaju opet ne će ekonomski razlozi biti mjerodavni za izbor tehničkog rješenja.

Zaključak

1) Ekonomska gustoća struje, izračunata na osnovu ekonomskog presjeka, smije se upotrebiti samo u slučaju, ako su zadani podaci o energiji koja se prenosi, pa se traži ekonomski presjek. Izvođenje daljnjih zaključaka na temelju te gustoće struje nema opravdanja.

2) Kod izbora presjeka ne treba se strogo držati izračunate vrijednosti ekonomskog presjeka, jer i znatna odstupanja u veličini presjeka vrlo malo povećavaju cijenu prijenosa.

3) Kod većeg broja vodova opravdano je dimenzionirati vodiče na temelju gustoće struje, koja odgovara ekonomskom presjeku, samo onda, ako je unaprijed utvrđen broj vodova. Obrnuti postupak, da se broj vodova određuje tek nakon izračunatog presjeka, nije ispravan, jer manji broj vodova s većom gustoćom struje može biti ekonomičniji.

4) Ekonomski teret već izgrađenog voda znatno je veći od tereta, koji odgovara gustoći struje prema ekonomskom presjeku.

5) Granični teret, do kojeg je još ekonomično opteretiti raspoloživi broj vodova prije nego se izgradi daljnji vod, veći je od ekonomskog tereta.

6) Ekonomski razlozi mogu zahtijevati veliku gustoću struje, koja je čak veća i od termičke granice. U takvim slučajevima moramo gustoću struje ograničiti prema termičkoj granici ili prema eventualnim drugim tehničkim razlozima.

Naslov pisca: Prof. Dr. Ing. Božidar Stefanini, Elektrotehnički fakultet, Zagreb.

RAZLIKE IZMEĐU SISTEMA ELEKTRIČNE VUČE OBZIROM NA TEHNIČKO-EKONOMSKE UVJETE

Zdenko Butković, Zagreb

Usporedba raznih sistema pokazuje da se nijedan ne može smatrati za naše prilike osobito povoljnijim pred ostalima. Smatra se da se kod nas, barem na prugama koje čine cjelinu, ne bi trebalo uvoditi neki novi sistem kraj postojećeg istosmjernog za 3 kV.

DK 621.33:625.1

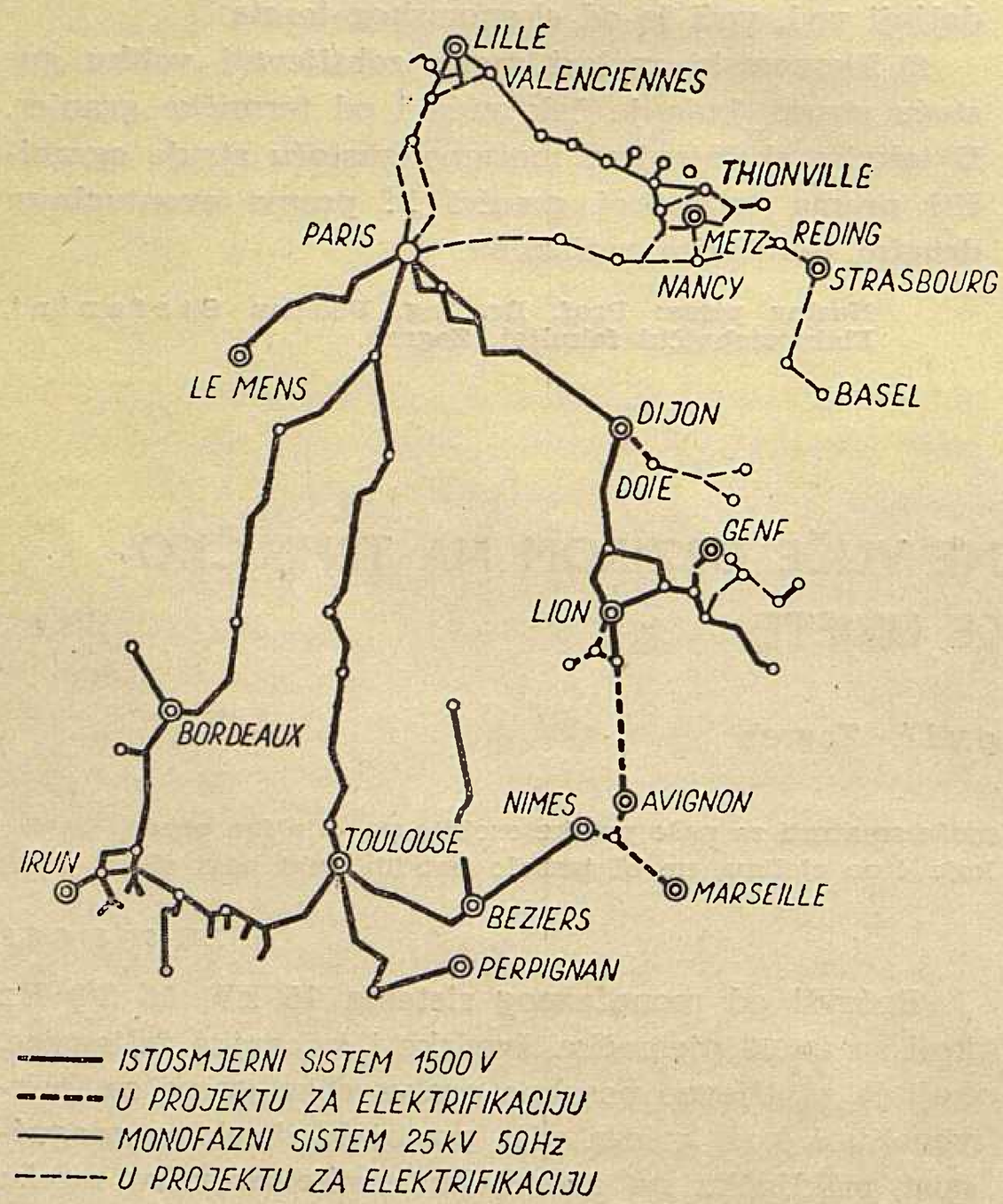
Promatrajući kartu elektrificiranih pruga evropskih zemalja, vidimo šarenilo sistema koji su nastajali jedan za drugim prema tome, kako se tehnika elektrifikacije željezničkih pruga usavršavala i kako su se otkrivale nove mogućnosti u pogledu ekonomije i tehnike prenosa brutta na željeznici.

Počevši od monofaznog sistema 15 kV, 16 2/3 Hz koji su uvele njemačke, švedske i švicarske željeznice, koji je zahtijevao posebne pretvaračke grupe za frekvenciju i kod kojega nije postojala direktna mogućnost priključka na zemaljsku visokonaponsku mrežu 50 Hz, pa preko istosmjernog sistema 1500 V, koji su

uveli Francuzi, te kojim se služe i nizozemske željeznice, a koji zahtijeva uslijed niskog napona kontaktnog voda gusti broj elektrovučnih podstanica (*EVP*) i koji ograničava jačinu električne lokomotive (*Elok*) i brzinu, s obzirom na težinu brutta — dolazimo na današnje sisteme. Danas možemo govoriti o dva sistema, koji će se vjerojatno u budućnosti paralelno razvijati i koji pokazuju znatne prednosti pred gore spomenutim sistemima: 1. Monofazni 25 kV, 50 Hz; 2. Istosmjerni 3 kV.

Moglo bi se reći, da je ovaj monofazni sistem unatoč svojeg dosta dugog postojanja još uvijek u stadiju usavršavanja i ispitivanja, s obzirom na izbor najekonomičnijeg i tehnički najjednostavnijeg Eloka.

Vidimo da je do sada pretežnim dijelom istosmjerni 3kV sistem zagospodario u Italiji, zatim u Belgiji i Poljskoj, dok u Mađarskoj već 1932. godine imamo pojavu elektrificiranja pruge monofaznim sistemom 50 Hz u dužini od 190 km dvostrukog kolosijeka na pruzi Budimpešta — Austrijska granica. Iz Mađarske monofazni sistem 50Hz preuzimaju Francuzi iako je to bila zemlja sa jakom tradicijom istosmjernog sistema 1500 V. Sjeverni dio Francuske koji obiluje rudama i ugljenom, a kroz koji prolazi željeznička pruga Valenciennes—Thionville elektrificiran je poslije drugog svjetskog rata monofaznim sistemom 50Hz. Moguće ne bi bilo loše zadržati se malo duže na problemu koji je navelo francuske željeznice, da promijene sistem elektrifikacije sa istosmjernog na izmjenični, jer uvoditi dva sistema u jednoj državi, svakako da komplicira stvar, pogotovo na onim stanicama, gdje se sistemi sastaju a postoji potreba direktnog prolaza brutta. Da bi se to izvelo moraju za to postojati ekonomski opravdani razlozi.

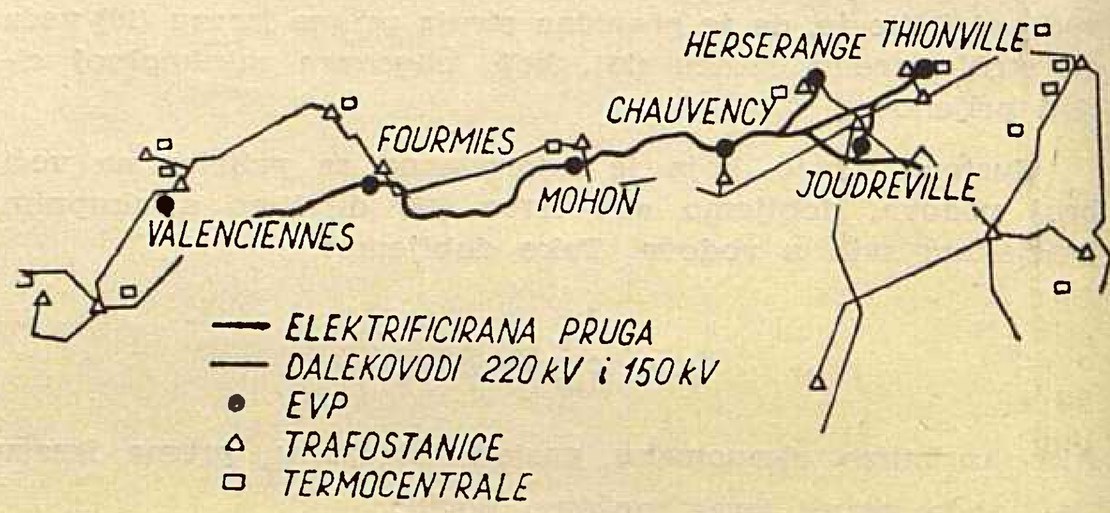


Sl. 1. Elektrificirane pruge u Francuskoj

Promatrajući kartu elektrifikacije pruga u Francuskoj (slika 1) vidimo da je čitav sjeverni dio od Pariza, također u projektu da se elektrificira monofaznim sistemom i to od Lilla do Pariza i pruga Pariz— Nancy— Réding.

Zanimljiv je prijedlog, da se nastavak pruge Lyon —Avignon—Marseille elektrificira i dalje istosmjernim sistemom 1500V unatoč dobrih rezultata dobivenih monofaznim sistemom. Možda je jedan od glavnih razloga za ovaj nastavak elektrifikacije sa 1500V taj, da se ne miješaju sistemi u jednom odsječku pruge koji sam za sebe predstavlja jednu organsku cjelinu.

Dio pruge koji se elektrificira monofaznim sistemom 50Hz, prolazi kroz rudarski bazen gdje se elektrifikacijom uštedilo godišnje oko jedan milijun tona kvalitetnog ugljena, koji bi se utrošio za pogon parne vuče što se svakako odražava na ekonomiju zemlje, ali možda je još važnija činjenica, da je zemaljska mreža u tom dijelu zemlje naročito razvijena uslijed velikog broja termocentrala, kako vidimo na slici 2, tako da je bilo moguće od 7 EVP njih 6 smjestiti u rasklopna postrojenja zemaljske mreže a time smanjiti troškove izgradnje za stabilna postrojenja električne vuče.



Sl. 2. Zemaljska mreža uz prugu Valenciennes–Thionville

Svakako da se to ne može uzeti kao pravilo, niti se nadati da tu sretnu okolnost možemo bez daljnjega prenesti u naše prilike, ali to je također jedna okolnost, koju treba uzeti u obzir kod projektiranja zemaljske mreže, na potezu kojim prolazi pruga Ljubljana—Zagreb—Beograd ukoliko se ostvari elektrifikacija ovog dijela pruge monofaznim sistemom.

Ako želimo podvući razliku i istaći prednost jednog ili drugog sistema, monofaznog 50Hz i istosmjernog 3kV moramo čitavo razmatranje podijeliti u tri točke: *A.* Fiksne instalacije, *B.* Električne lokomotive, *C.* Količina prevezenog brutta.

A. Fiksne instalacije

Pod ovim razumijemo postavljanje kliznog voda i EVP. Počet ćemo od podstanica, a za ilustraciju i bolje razumijevanje poslužit će nam slika 3. Kod monofaznog sistema industrijske frekvencije podstanice su znatno jednostavnije, jer se sastoje samo od transformatora, koji je priključen na zemaljsku mrežu i daje napon 25kV koji je potreban za električnu vuču. Elektrovučna podstanica priključena je na 20, 35 ili 110kV dalekovod, a udaljenost između njih je oko 70 km.

Zavisno o jačini Eloka koji se nalazi u saobraćaju, i o voznom redu, možemo upotrebiti jedan ili dva monofazna transformatora jačine 5 do 10.000 kVA ili pak grupu Skotovog transformatora za jednoličnoopterećenje sve tri faze.

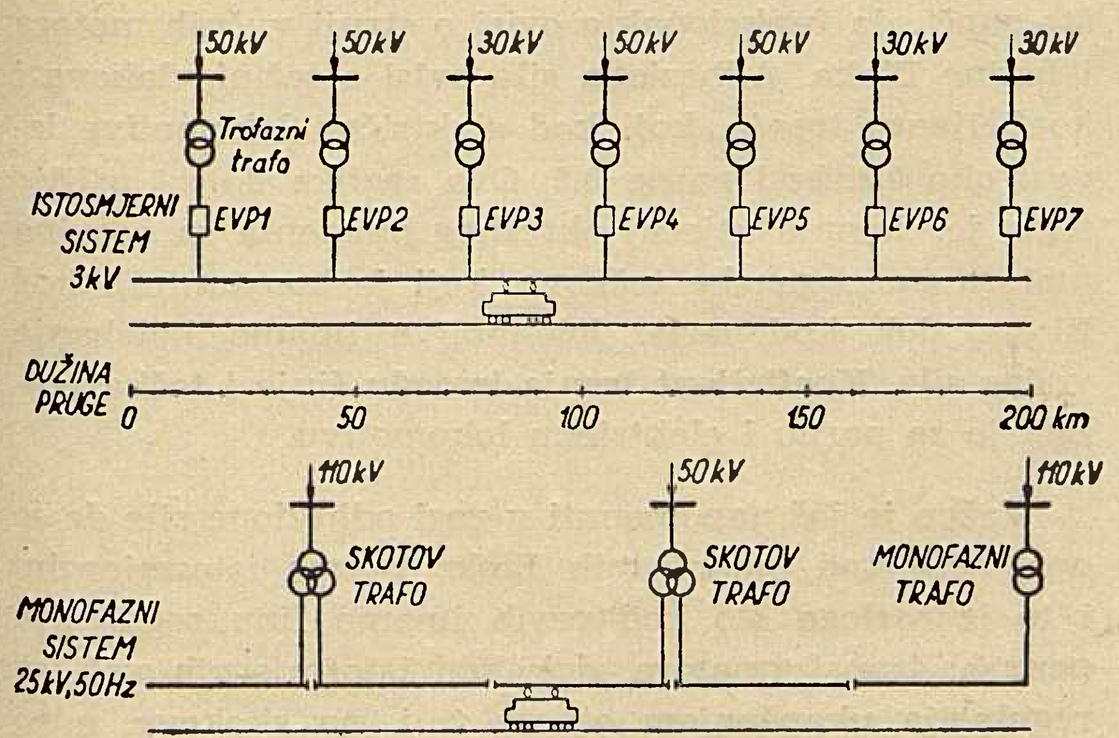
Kad je pruga elektrificirana istosmjernim sistemom 3 kV, obzirom na maksimalno dozvoljeni pad napona, dozvoljena udaljenost između RVP je do 30 km. Postrojenja podstanica su u ovom slučaju znatno kompliciranija, jer se sastoje od dvije do tri živine ispravljačke grupe jačine 2500 do 4000 kW. Takova živina EVP sastoji se od jednog glavnog trofaznog transformatora, čiji sekundar spajamo na 6 anoda. Dalje imamo pomoćni trofazni transformator, koji služi za paljenje pomoćnih anoda, zatim uređaj za održavanje vakuuma u ispravljaču.

Kao slabu stranu ovih ispravljača imamo iglu za paljenje i njen uređaj koji je pomičan, te je često izvor kvarova iz razloga što pero može izgubiti elastičnost, zbog prolaza struje kroz iglu i dugog hoda igle. No to su sve tehnički rješivi problemi uz uvjet da se raspolaže rezervnim dijelovima.

Faktor iskorištenja ovakove ispravljačke stanice ovisi o količini vlakova koje napaja jedno postrojenje, jer znademo da Elok uzima najveću struju kod pokretanja, dok kod normalne vožnje ova struja opada, zbog toga treba imati veći broj laganijih i brzih vlakova da nam bude faktor iskorištenja veći. Da se izbjegnu ove slabe strane živinih ispravljača prelazi se na stabilne ignitronske ispravljačke stanice (primjer kod ruskih elektrificiranih pruga) s kojima su postignuti dobri rezultati. Cijena ovakove ignitronske EVP prema živinoj je znatno niža.

Dobra strana živinih ispravljača je dozvoljeno preopterećenje koje je moguće do 50% za vrijeme od dva sata ili 200% za pet minuta. Prema podacima iz strane literature vidimo da je razlika u cijeni koštanja između EVP za monofaznu struju 50 Hz i istosmjernu 3 kV za oko 40% u korist podstanica monofazne struje.

Što se tiče kliznog voda, stupova i Cu žice vidimo na slikama 4 i 5, betonski rešetkasti stup za 3 kV koji drži noseće uže od 120 kvadrata i dvije kontaktne žice po 100 kvadrata, znači ukupni presjek je 320 mm². Za 25 kV, 50 Hz imamo izvedbu stupova od željeznog *T* profila dok je klizni vod izveden od jednog 100 kvadrata Cu vodiča i nosećeg presjeka 70 kvadrata — ukupni presjek iznosi svega 170 mm². Čitava konstrukcija je laganija, a potrošak bakra je manji, dok izolatori predstavljaju otvoreno pitanje s obzirom na veliki preskočni napon koji moraju izdržati.

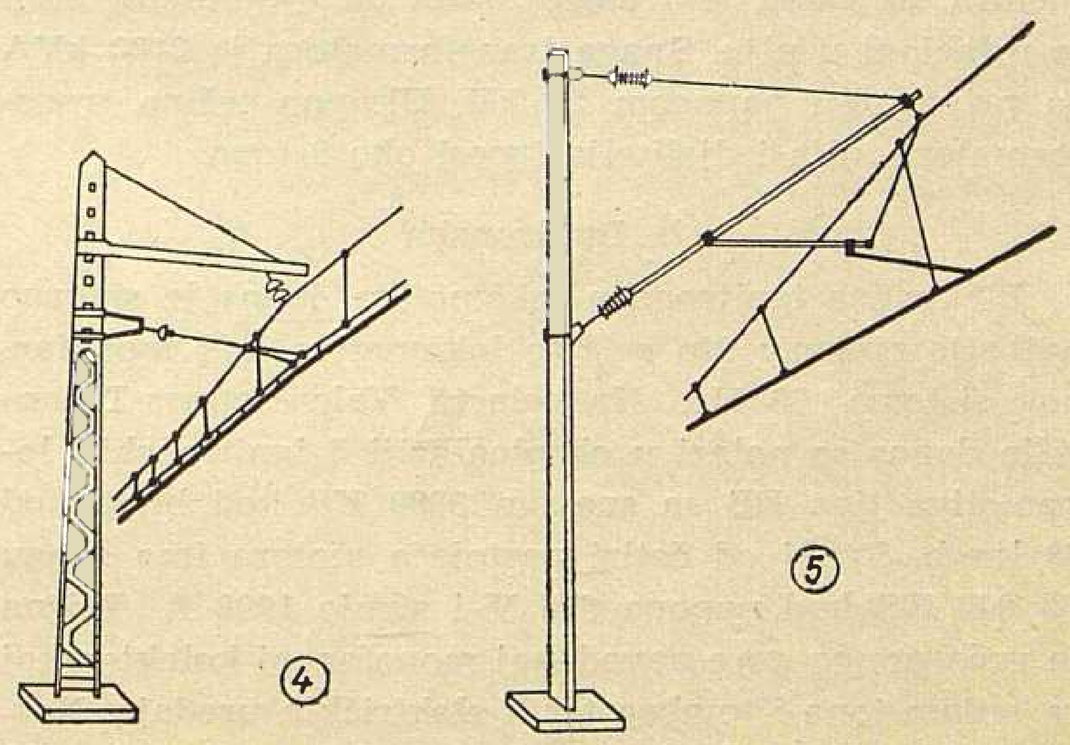


Sl. 3. Raspored EVP po dužini elektrificirane pruge

Razmaci moraju biti veći kod napona 25 kV pa prema tome treba kod nekih tunela izvršiti spuštanje donjeg stroja ispod sadašnjeg nivoa da se udovolji sigurnosnim propisima. Također treba obratiti pažnju na izvedbu izolatora u tunelima.

Uzevši sve komponente u obzir, ispada da je izvedba kliznog voda za oko 15% jeftinija kod monofaznog sistema.

Ovdje moramo uzeti u obzir i kabliranje postojećih veza duž željezničke trase, koje se mora provesti kod monofaznog sistema prema sistemu od 3 kV gdje to ne trebamo. Ukoliko telekomunikacione veze, koje idu



Sl. 4. Betonski rešetkasti stup za 3 kV
Sl. 5. Željezni T profilni stup za 25 kV, 50 Hz

paralelno sa kliznim vodom, nisu kablirane, njihovo odmicanje od pruge mora biti i do 15 km zbog induktivnih veza do kojih dolazi uslijed izmjenične struje 50 Hz. Kabliranje veza predstavlja znatan trošak.

Ako i taj momenat uzmemo u obzir ispada da su fiksne instalacije svega za par posto jeftinije kod monofaznog sistema.

B. Električne lokomotive

U pogledu Eloka koji se mogu primijeniti kod monofaznog sistema 50 Hz postoji nekoliko tipova sa kojima se danas vrši ispitivanje. Ako odbacimo one lokomotive koje u današnjim prilikama više ne dolaze u obzir, kao osnovni tip lokomotive još nam uvijek ostaju četiri tipa o kojima se može govoriti kod eventualne primjene za naše prilike i kao peti tip ostaje nam lokomotiva za istosmjerni sistem 3 kV: a. Monofazna sa kolektorom, b. Ignitronska, c. Mono-istosmjerna, d. Mono-trofazna i e. Istosmjerna lokomotiva.

a. Monofazna sa kolektorom

Kod Eloka tipa BB sa monofaznim kolektorskim motorima, imamo četiri motora, svaki snage po 580 KS, napona 300 V i struje 1880 A. Ukupna snaga na osovini motora je 2200 KS kod brzine od 68 km/h. Težina električnog dijela je 30,4 t, a mehaničkog sa prijenosom 47 t. Maksimalna brzina je 90 km/h.

Gornji podaci odnose se na električne lokomotive koje su u saobraćaju na elektrificiranim prugama Republike Turske, koja ima 28 km elektrificirane pruge. Motor je 14-polni jednofazni serijski, izveden kao i kompenzirani istosmjerni serijski motor sa lameliranim statorom. Kompenzacioni namotaj služi za poboljšanje faktora snage.

Problem koji se javlja u vezi monofaznih motora je komutacija kolektora naročito kad je u pitanju veliko opterećenje vlakova, te nam to dolazi do izražaja kod pokretanja, gdje nam je struja veća od normalne struje.

Troškovi održavanja ovih motora su veći od troškova održavanja motora istosmjerne struje. Jakost struje u motoru ovisi o brzini, kod pokretanja imamo struju od 2600 A, što znači oko 1,5 puta veću od stalne struje.

U sredini električne lokomotive, koja je dugačka 16 metara smješten je transformator sa djeliteljem, koji je rotacioni u ulju. Snaga transformatora je 3100 kVA sa primarnim naponom 25 kV. Ukupna težina transformatora, ulja i djelitelja iznosi oko 9 tona.

b. Ignitronska

Električna ignitronska lokomotiva danas je sigurno najbolje rješenje što se tiče lokomotive kod monofaznog sistema 50 Hz. Na relaciji Valenciennes-Thionville danas se nalazi u eksploataciji 5 ignitronskih lokomotiva tipa BB sa snagom 3360 KS kod brzine od 53 km/h. Svaki od četiri postojeća motora ima snagu od 840 KS kod napona 675 V i struje 1000 A. Težina je veća prema gore navedenoj monofaznoj kolektorskoj za sedam tona i to zbog težih električkih uređaja. Najveća dozvoljena brzina kod ovih lokomotiva je 120 km/h.

Važno je još napomenuti da su ove lokomotive u pogledu adhezione sile odlične. Na usponima 10 o/oo može se izvršiti pokretanje brutta od 1650 t, što govori o velikoj vučnoj sili ove lokomotive unatoč njene težine od 85 t.

Kod ovih Eloka imamo jednostavne istosmjerne motore, čije je održavanje jeftino. Osim toga ignitroni imaju znatnu mogućnost preopterećenja, dok je hlađenje vršeno vodom.

Prema podacima iz ruske literature imamo u rudarskom bazenu Donbas na ispitivanju dvije ignitronske lokomotive tipa CC sa naponom kliznog voda 20 kV, 50 Hz, ukupne snage 5400 KS. Motori su istosmjerni sa šest polova, jačine 670 kVA, napona 1600 V.

Transformator je hlađen uljem snage 5242 kVA sa jednim primarnim i dva sekundarna svitka, na koji je priključeno osam metalnih ignitrona poredanih po dva u grupi.

Iskustvo koje je stečeno do danas, pri elektrifikaciji monofaznim sistemom 25 kV, 50 Hz u pogledu Eloka svakako na prvo mjesto stavlja ignitronske lokomotive, obzirom na njihovu sposobnost upotrebe na teškim teretnim kmpozicijama, kao i na brzim putničkim vlakovima.

c. Mono-istosmjerna

Kao treći tip upotrebljavanih lokomotiva imamo mono-istosmjernu sa obrtnom pretvaračkom grupom tipa CC. Ovih lokomotiva ima u eksploataciji na francuskim željeznicama oko 65 komada. Ukupna snaga Eloka je 2490 KS kod brzine od 28 km/h. Svaka osovina je i pogonska pa prema tome imamo šest istosmjernih vučnih motora, snage po 415 KS, napona 600 V i struje 500 A. Ukupna težina Eloka iznosi 126 tona, a maksimalna brzina 60 km/h.

Kod ovih lokomotiva imamo mnogo pomoćnih strojeva, a s time u vezi otežano je održavanje električne opreme.

Klizni vod napaja sinhroni motor, koji je na zajedničkoj osovini sa dva istosmjerna generatora, koji služe za pogon vučnih motora. Pomoćni generatori služe za napajanje serijskih uzbudnih svitaka vučnih motora, kao i za nezavisnu uzbudu glavnih generatora.

d. Mono-trofazna

Mono-trofazna lokomotiva tipa CC, kojih 20 komada vrši prijevoz brutta na relaciji Valenciennes-Thionville, snaga iznosi 3600 KS, kod brzine od 40 km/h, a snaga svakog pojedinog motora iznosi 600 KS kod 930 V i struje od 340 A. Maksimalna brzina iznosi 60 km/h, a ukupna težina je kao i kod lokomotive sa obrtnom pretvaračkom grupom. Odlika ovih lokomotiva je u sposobnosti pokretanja teških kompozicija jer kao vučni služe trofazni asinhroni motori.

Od kliznog voda preko transformatora napaja se grupa sinhronih strojeva, koja se sastoji od sinhronog motora i generatora istosmjerne struje, koji čine pretvarač faza. Od istosmjernog generatora imamo spoj sa asinhronom grupom u kojoj se stvara trofazna struja promjenljive frekvencije, a služi za napajanje vučnih motora.

Na kraju razmatranja o lokomotivama koje se upotrebljavaju kod monofaznog sistema 25 kV, 50 Hz trebamo reći nešto o adhezionoj i vučnoj sili. Veličina adhezione sile dolazi do izražaja kod pokretanja lokomotive sa određenom količinom brutta. Da ne dođe do klizanja lokomotive, mora biti ispunjen uvjet da adheziona sila bude veća od vučne ($P_3 \geq P_v$). Dalje slijedi, da je vučna sila proporcionalna snazi vučnih motora i obrnuto proporcionalna brzini

$$P_v = 367 \cdot N/V \text{ kg}$$

što znači, da funkcionalno ovisi o struji vučnih motora i brzine Eloka. Adheziona sila ovisi o težini vlakova i koeficijentu trenja, koji kod električne lokomotive iznosi oko 0,3, kod parne 0,2. Ova razlika dolazi uslijed toga, jer imamo utjecaj okretnog momenta sa osovina motora na pogonske točkove, koji je konstantniji kod Eloka, dok kod parne lokomotive imamo kolebanje vučne sile. Koeficijent trenja između šinje i točka jednak je za parnu i električnu lokomotivu.

Važno je još napomenuti u vezi adhezione sile da je ona veća kod monofaznih Eloka prema istosmjernim i to iz razloga što kod prvih imamo finu regulaciju pomoću transformatora, dok kod istosmjernih vrši se regulacija ukapčanjem otpora t. j. na skokove, a to utječe na jednoličnost okretnog momenta.

e. Istosmjerna lokomotiva

Kao slijedeći tip Eloka prelazimo na lokomotivu tipa BB za istosmjernu struju 3 kV, snage 2600 KS i maksimalne brzine 90 km/h. Na lokomotivi se nalaze četiri vučna motora. Struja od pantografa dolazi preko otpora i kontaktora na vučne motore, koji se preklapanjem iz kabine mašinovođe mogu spojiti u grupe serija, serija-paralela i paralela. Vučni motori su izvedeni kao serijski-istosmjerni i podnose preopterećenja te nisu osjetljivi na promjene napona u mreži.

Kako vidimo, što se tiče jednostavnosti izvedbe Eloka, na prvo mjesto dolazi istosmjerna lokomotiva, koja je oko 20% jeftinija prema lokomotivama monofaznog sistema. Rukovanje ovom lokomotivom je jednostavnije, tako da nju mogu poslužiti i priučeni strojovođe sa parne vuče. Drugim riječima znači da je stvaranje kadrova jednostavnije, lakše i brže.

Na istosmjernoj lokomotivi postoji samo jedan tip aparata koji služi za prekapčanje motora radi postizavanja različitih brzina, zatim kao isključivači polaznih otpora i šunteva polja motora — to su kontaktori. Njihovo upravljanje izvedeno je preko grebena mehaničkim ili elektropneumatskim putem. Upravljanje kontaktorima vrši preko kontrolora mašinovođa pokretom ruke.

Prema gornjim opisima vidimo, koliko nam jednostavna u svojoj izvedbi izgleda istosmjerna lokomotiva, te je to bio jedan od razloga da smo počeli provoditi elektrifikaciju J. Ž. istosmjernim sistemom, kao i činjenica da je to bio nastavak na talijansku mrežu prema Trstu, gdje smo naslijedili na račun reparacija izvjestan broj lokomotiva.

c. Količina prevezenog brutta

Sumirajući iznesene rezultate u pogledu cijene, izvedbe kliznog voda, lokomotiva i elektrovučnih podstanica, vidimo da ispada elektrifikacija monofaznim sistemom nešto jeftinija prema istosmjernom 3 kV sistemu. Da dobijemo još potpuniju sliku u pogledu ekonomije, moramo uzeti u obzir i količinu prevezenog brutta na dijelu elektrificirane pruge, jer jedino prema njemu možemo odrediti godišnje eksploatacione troškove.

Ulaganja u elektrifikaciju su ogromna, uzmimo da gruba izvedba kliznog voda i EVP po kilometru pruge iznosi i do 20,000.000.— dinara. Računajmo još i s time da na svakih 6—7 km treba doći po jedna električna lokomotiva, koja prema podacima francuske tvornice Alsthom stoji oko 1,000.000 FrF po toni težine. To bi bile sume koje treba uložiti u relativno kratkom roku u kojem se može izvršiti elektrifikacija željezničke pruge.

Kad jednom počne eksploatacija elektrificirane pruge, ostaju nam godišnje eksploatacioni troškovi, koji ovise o prevezenom bruttu, a račun nam pokazuje da su nam ti troškovi manji što manje vozimo prugom kod monofaznog 50 Hz, nego kod istosmjernog 3kV sistema. Čim nam veličina brutta godišnje raste, stvar se mijenja, te troškovi postaju manji kod 3 kV sistema.

Iz gore izloženog materijala vidimo, da ne postoji jedan sistem elektrifikacije željezničkih pruga, koji bi bez rezerve mogli staviti na prvo mjesto. Kad zemlje ekonomski dobro razvijene ne uvode više sistema na svoj makar ne tehnički savršen (primjer: Njemačke, Austrije, Švicarske 15 kV, 16⅔ Hz, Nizozemske 1500 V istosmjerni), jer je svako eksperimentiranje skopčano sa velikim izdacima, ne bi se ni mi smjeli upuštati, da na naš 3 kV sistem uvađamo još jedan, barem ne na onim prugama koje čine zatvorenu cjelinu obzirom na vozni red i druge okolnosti.

Literatura

Locomotives BB 25KV, 50Hz, *Les Chemins de Fer Turqs.*

Lokomotive CC S.N.C.F.

M. Čabrian: Željeznička vozila i vozna dinamika.

Istruzione sulle locomotive elettriche.

Z. Butković: Ekonomske vrijednosti elektrifikacije J. Ž. u usporedbi prema evropskim željeznicama, *Elektrotehničar,* 1959, br. 3.

Electrification de Valenciennes-Thionville

Les Chemins de Fer en France.

Revue de l'Association Française des Amis des Chemins de Fer, septembre, octobre 1958.

Naslov pisca: Ing. Zdenko Butković, Rijeka—Željeznička stanica

STATISTIKA SMETNJI U 110 kV MREŽI ZAPADNE HRVATSKE ZA 1958 GODINU

Željko Zlatar, Zagreb

Članak se dijeli u dva dijela. U prvom dijelu članka opisuje se na koji se način vodi statistika smetnji u 110 kV mreži poduzeća Elektroprenos Zagreb. Svaka smetnja se ocjenjuje po porijeklu, mjestu, uzroku, trajanju, vrsti, selektivitetu zaštite i reperkusijama na ostalu mrežu. Za pravilno ocjenjivanje svake pojedine smetnje dane su odgovarajuće definicije. Drugi dio članka obuhvaća praktičnu primjenu ovako zamišljene statistike smetnji a odnosi se na 1958. godinu.

DK 31:621.311.1.004

UVOD

Polovinom godine 1956. uvela je Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske stalno izvještavanje o ispadima u 110 kV mreži. Stalno izvještavanje obuhvatilo je sve 110 kV transformatorske stanice (Nedeljanec, Rakitje, Klara, Brod, Matulji i Raša) i elektrane Jertovec, Vinodol i Zagreb. Izvještavanje se vrši pomoću formulara koji sadrže: osnovne podatke o ispadu, jednopolnu shemu postrojenja s ucrtanim sklopkama i signalizacijom zaštitnih uređaja, vrijeme isključivanja i uključivanja pojedinog štićenog objekta, posljednje redovno očitanje instrumenata, prostor za detaljan opis smetnje s obavještenjima iz susjednih postrojenja.

Početkom 1958. poduzeće *Elektroprenos* iz Zagreba započelo je sistematsko obrađivanje svake smetnje. Uz formulare Zajednice o ispadima uvedena je i knjiga ispada. U nju se upisuju svi podaci o djelovanju zaštitnih uređaja na osnovu kojih se nastala smetnja detaljno opisuje.

Ovakav način vođenja evidencije ispada uvjetovao je da se ispadi izraze i statistički nizom tabelarnih pregleda. U tu svrhu je izrađen šifrirani *ukupni pregled ispada* za svaku smetnju i za svaki vod posebno. Šifrirani ukupni pregled ispada obuhvaća svaki ispad

po njegovu porijeklu (Aa — Ah),
po mjestu kvara (B1 — B17),
po njegovu uzroku (C1 — C9),
po trajanju kvara (D1 — D2),
po vrsti smetnje (E1 — E4),
po selektivitetu zaštite ($F_1$1 — $F_1$2),
prema reperkusijama na ostalu mrežu (G_1—G2).

Poseban je dio ovako zamišljenog statističkog obrađivanja i pregled pojedinačnog rada distantne zaštite 110 kV vodova (tabele $F_2$1 — $F_2$3), koji će se vremenom proširiti na zaštitu učinskih transformatora i rad rastavnih releja ne samo u Vinodolu već i u Brestanici i Kidričevu.

A. Pregled ispada po porijeklu

Porijeklo ispada je mjesto kvara na objektu u širem smislu. Tabela obuhvaća kao porijeklo ispada

prijenosnu mrežu,
mrežu za razdiobu,
hidroelektrane,
termoelektrane.

Prijenosna mreža je raščlanjena na transformatorske stanice (viša naponska strana i niža naponska strana), dalekovode, neodređene ispade i na ispade uslijed kvarova na objektima u susjednim republičkim postrojenjima.

Kvar na vodu obuhvaća sve kvarove na vodu između linijskih rastavljača vodom povezanih postrojenja.

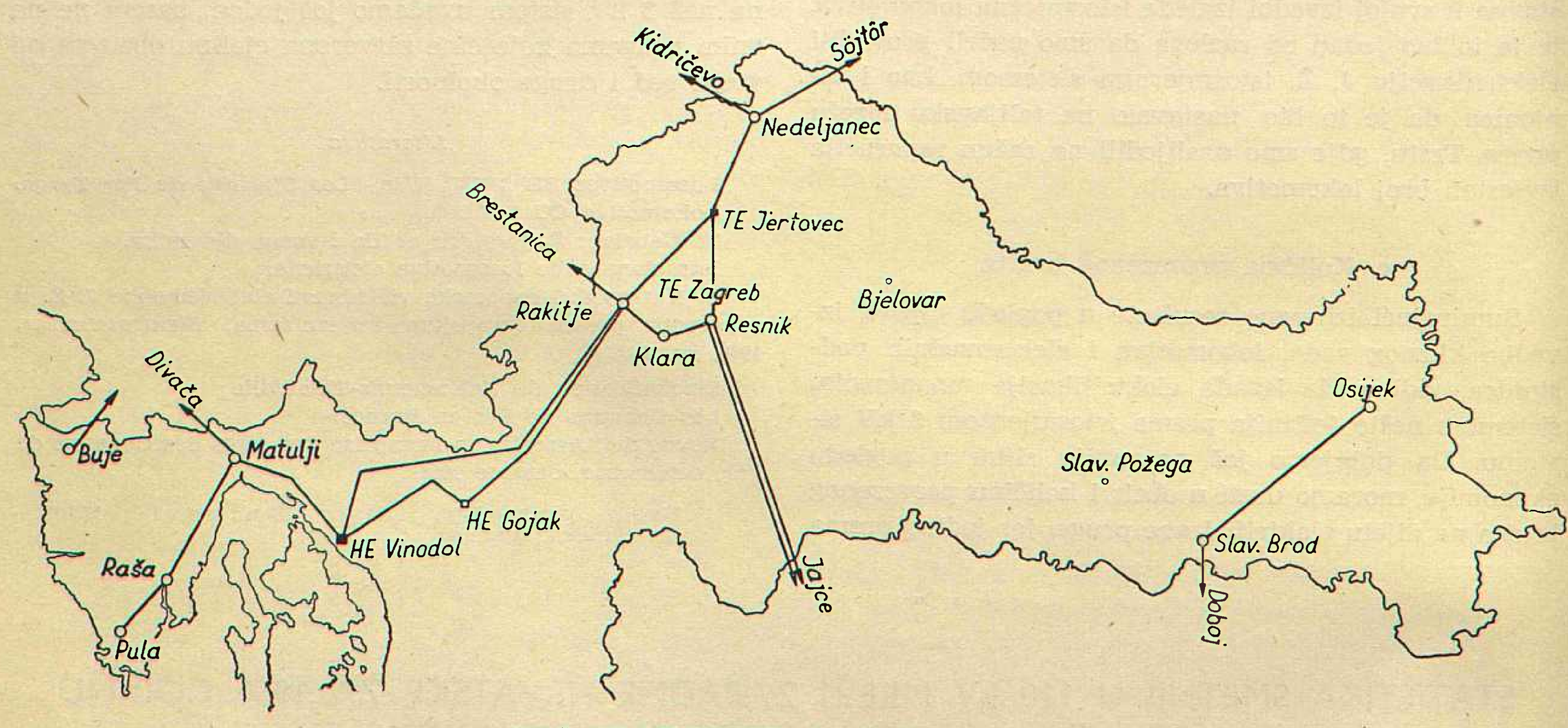
Kvar u transformatorskoj stanici ili elektrani obuhvaća sve kvarove do uključivo linijskih rastavljača vodova 110 i 30 hV.

Tabelarni pregledi B — H osim tabelarnog pregleda F_2 odnose se samo na prijenosnu mrežu t. j. oni su razvijeni dio tabelarnog pregleda A.

B. Pregled ispada po mjestu kvara

Mjesto kvara je kvar na objektu u užem smislu.

Tabela obuhvaća sve aparate i uređaje u postrojenju i dijelove voda na kojima može doći do kvara. Posljednje dvije rubrike *ostalo* i *neodređeno* daju mo-



Mreža 110 kV Hrvatske (bez Dalmacije)

Da bi se uopće moglo točno obrađivati podatke o ispadima, potrebno je bilo postaviti određene kriterije, kojih se treba striktno pridržavati. Neizbježiva je posljedica nepridržavanja definicija netočan pregled ispada, a sav je uložen trud uzaludan.

UKUPNI PREGLED ISPADA

Ukupni pregled ispada izrađen je šifrirano prema opsegu tabelarnih pregleda (A—G). Šifriranjem ukupnog pregleda omogućava se dobivanje podataka o broju ispada na pr. po trajanju kvara uzimajući u obzir vrstu smetnje, mjesto kvara, uzrok kvara i t. d. gućnost, da se obuhvate nepredviđena i neodređena mjesta kvara.

C. Pregled ispada po uzroku

Uzrok ispada je pojava koja uzrokuje kvar.

Tabela obuhvaća uglavnom kao uzroke ispada:

atmosferske pojave,
griješke u materijalu nastale u proizvodnji,
griješke u održavanju postrojenja, montaži i rukovanju aparatima,

ostavljajući opet u rubrikama *Ostalo* i *Neodređeno*, mjesto za nepredviđene, rjeđe i neodređene uzroke ispada.

D. Pregled ispada po trajanju kvara

Trajanje kvara je vrijeme njegova trajanja, a kvar može biti prolazan ili trajan.

Do časa dok se u našoj mreži ne uvede ponovno uključivanje, smatra se

prolaznim kvarom kvar kada zaštita nakon ponovnog ručnog uključivanja ne isključi objekat na kojem se je smetnja pojavila;

trajnim kvarom kvar kada zaštita nakon ponovnog ručnog uključivanja isključi objekt na kojem se je smetnja pojavila.

E. Pregled ispada prema vrsti kvara

Vrsta kvara je smetnja na štićenom objektu prema usvojenim definicijama smetnji u elektrotehnici (jedno, dvo i tropolna smetnja).

F. Pregled ispada po selektivitetu zaštite

Djelovanje zaštite je selektivno kada ona pravilno isključi nastali kvar.

Djelovanje zaštite je neselektivno kada ona nepravilno isključi nastali kvar.

Ispad voda je isključivanje uslijed djelovanja zaštite voda.

Ispad voda je selektivan kada zaštita isključi vod obostrano.

Ispad voda je neselektivan kada zaštita isključi vod jednostrano.

Ispad u transformatorskoj stanici je isključenje uslijed djelovanja zaštite transformatora i vodova.

Ispad u transformatorskoj stanici je *selektivan:*

ako kvar na učinskom transformatoru isključi transformatorska zaštita;

ako kvar na ostalim dijelovima transformatorske stanice do linijskih rastavljača isključi nadstrujna zaštita učinskog transformatora i distantna zaštita vodova susjednih postrojenja.

Ispad u transformatorskoj stanici je *neselektivan:*

ako nadstrujna zaštita učinskog transformatora isključi kvar na vodovima na strani višeg ili nižeg napona prije zaštite vodova;

ako diferencijalna zaštita učinskog transformatora isključi učinski transformator kod vanjskih smetnji.

Ovdje treba lučiti dva pojma i to pojam selektivnog i neselektivnog isključenja nastalog kvara od pojma selektivnog i neselektivnog djelovanja zaštite. U tabeli F1 se radi o selektivno i neselektivno isključenim ispadima, a u tabeli F2 o selektivnom ili neselektivnom djelovanju pojedine zaštite koje može biti dobro ili loše ili je zaštita možda zatajila.

G. Pregled ispada prema reperkusijama na ostalu mrežu

Reperkusija ispada na ostalu mrežu znači prekid opskrbe dijela mreže 110 kV ili 30 kV, a preko njih i potrošača u distribuciji (nestanak napona ili redukcija).

H. Pregled ispada neuzrokovanih jedno, dvo i tropolnim kvarom

U težnji da se svaki ispad ocijeni po porijeklu, mjestu, uzroku, trajanju i vrsti kvara zatim po selektivitetu zaštite i reperkusijama na ostalu mrežu, izdvojeni su ispadi koji se ne mogu ocijeniti po vrsti kvara. To su ispadi uslijed preopterećenja, neobjašnjenog djelovanja zaštitnih uređaja, krivog rukovanja zaštitnim uređajima, griješaka kod montaže, griješaka u održavanju, griješaka u relejima.

Ovakovi ispadi ne mogu se ocijeniti po vrsti kvara, jer kvara ili uopće nema (na pr. preopterećenje) ili on nema karakter jedno, dvo ili tropolnog kvara (na pr. kvar u releju). Ako ove ispade ne možemo ocijeniti po vrsti kvara, onda ne možemo govoriti ni o selektivnom ili neselektivnom isključenju ispada već samo o dobrom ili lošem djelovanju zaštitnih uređaja i možemo ih uvrstiti u tabelu F2. Međutim ako je odvajanje ispada izvršeno s obzirom na danu definiciju vrste kvara, to je u tabeli F3 prikazano i djelovanje zaštitnih uređaja.

STATISTIKA ISPADA ZA 1958. GODINU

Tabela A

Pretežan broj ispada uzrokovala je prijenosna mreža i to u odnosu 95,6%:4,4%. Ispadi u prijenosnoj mreži odnose se uglavnom na vodove i to u 64,1% slučajeva.

Tabela B

Mjesto kvara u transformatorskim stanicama je svaki puta određeno, jer je karakter smetnje uvijek bio trajan i vidljiv. Kod vodova je obratan slučaj, jer je pretežan broj smetnji prolaznog karaktera i mjesto kvara je u 89,8% slučajeva ostalo neodređeno.

A. PREGLED ISPADA PO PORIJEKLU

Porijeklo ispada	Prenosna mreža						Distribucija	HE	TE	Sveukupno
	TS 110		DV 110	Neodređeno	Susjed. rep. postr.	Ukupno				
	v. n.	n. n.								
Šifra	a	b	c	d	e		f	g	h	
Broj ispada	6	1	59	13	13	92	4	—	—	96
% Prenosna mreža	6,5	1,2	64,1	14,1	14,1	100	—	—	—	
% Ukupno	—	—	—	—	—	95,6	4,4	—	—	100

B. PREGLED ISPADA PO MJESTU KVARA

Šifra	Mjesto kvara	TS 110 kV viši napon broj	%	TS 110 kV niži napon broj	%	DV 110 broj	%	Neodredeno broj	%	Susjedna republ. postr. broj	%	Ukupno broj	%
1	Sabirnice	1	16,7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,1
2	Rastavljač	2	33,2	—	—	—	—	—	—	1	7 7	3	3,2
3	Sklopka	1	16,7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,1
4	Strujni transformatori	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Naponski transformatori	1	16,7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,1
6	Katodni odvodnik	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Vodiči	—	—	—	—	3	5,1	—	—	—	—	3	3,2
8	Stup	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	Izolator	—	—	—	—	3	5,1	—	—	—	—	3	3,2
10	Zaštitno uže	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	Komandni i signalni uređaji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Releji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	Regulacioni uređaji	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Transformator	1	16,7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,1
15	Kompresor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	Ostalo	—	—	1	100	—	—	—	—	11	84,6	12	13
17	Neodređeno	—	—	—	—	53	89,8	13	100	1	7,7	67	73
	Sveukupno	6	100	1	100	59	100	13	100	13	100	92	100

C. PREGLED ISPADA PO UZROKU

Šifra	Uzrok ispada	TS 110 kV viši napon broj	%	TS 110 kV niži napon broj	%	DV 110 kV broj	%	Neodređeno broj	%	Susjedna republ. postr. broj	%	Ukupno broj	%
1	Atm. prenapon	—	—	—	—	1	1,7	—	—	—	—	1	1,085
2	Vjetar-oluja	2	33,4	1	100	18	30,5	3	23	—	—	24	26,1
3	Led i snijeg	—	—	—	—	4	6,5	—	—	—	—	4	4.35
4	Materijal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Održavanje	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Montaža	1	16,6	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,085
7	Rukovanje	—	—	—	—	—	—	—	—	2	15,4	2	2,17
8	Ostalo	—	—	—	—	2	3,5	—	—	11	84,6	13	14.11
9	Neodređeno	3	50	—	—	34	57,7	10	77	—	—	47	51,1
	Sveukupno:	6	100	1	100	59	100	13	100	13	100	92	100

D. PREGLED ISPADA PO TRAJANJU KVARA

Šifra	Trajanje kvara	TS 110 kV viši napon broj	%	TS 110 kV niži napon broj	%	DV 110 kV broj	%	Neodređeno broj	%	Susjedna republ. postr. broj	%	Ukupno broj	%
1	Prolazni	1	16,7	—	—	56	95	13	100	2	15,4	72	78,3
2	Trajni	5	83,3	1	100	3	5	—	—	11	84,6	20	21,7
	Sveukupno:	6	100	1	100	59	100	13	100	13	100	92	100

E. PREGLED ISPADA PO VRSTI KVARA

Šifra	Trajanje kvara	TS 110 kV viši napon broj	%	TS 110 kV niži napon broj	%	DV 110 kV broj	%	Neodređeno broj	%	Susjedna republ. postr. broj	%	Ukupno broj	%
1	Jednopolan	—	—	—	—	28	47,5	—	—	11	84,6	39	42,4
2	Dvopolan	2	33,3	—	—	8	13,5	1	7,7	1	7,7	12	13
3	Tropolan	1	16,7	1	100	18	30,5	5	38,5	1	7,7	26	28,3
4	Neodređen	3	50	—	—	5	8,5	7	53,8	—	—	15	16,3
	Sveukupno	6	100	1	100	59	100	13	100	13	100	92	100

Tabela C

U ovoj tabeli također dominira broj ispada kojih je uzrok ostao neodređen (51,1%) iz istih razloga kao i u tabeli B.

Tabela D

S obzirom na ukupan broj ispada vidi se da se radi pretežno samo o prolaznim kvarovima (78,3%).

Tabela E

Broj jednopolnih kvarova ne prelazi 50%. Iznenađuje da se većina prolaznih tropolnih kvarova pojavila na potezu Vinodol — Matulji — Doblar.

Tabele F1, F2 i F3

Zaštitni uređaji su isključili prema tabeli F1 selektivno 73,9% kvarova, a neselektivno 26,1%.

Distantni releji su prema tabeli F2 isključili dobro 79 puta, loše 28 puta a 13 puta su zatajili. Najviše

F1. PREGLED ISPADA PREMA SELEKTIVITETU ZAŠTITE

Šifra	Isključenje	TS 110 kV viši napon broj	%	TS 110 kV niži napon broj	%	DV 110 kV broj	%	Neodređeno broj	%	Susjedna republ. postr. broj	%	Ukupno broj	%
1	Selektivno	4	66,7	1	100	51	86,4	—	—	12	92,3	68	73,9
2	Neselektivno	2	33,3	—	—	8	13,6	13	100	1	7,7	24	26,1
	Sveukupno	6	100	1	100	59	100	13	100	13	100	92	100

F2. RAD DISTANTNIH RELEJA KOD JEDNO, DVO I TROPOLNIH KVAROVA

Vod	dobar broj	%	loš broj	%	zatajio broj	%	Ukupno broj	%
Nedeljanec — Kidričevo	4	5,1	—	—	—	—	4	3,3
Nedeljanec — Jertovec — Jajce	4	5,1	—	—	—	—	4	3,3
Nedeljanec — Söjtör	—	—	—	—	—	—	—	—
Nedeljanec — Jertovec	3	3,8	—	—	—	—	3	2,5
Jertovec — Nedeljanec	2	2,4	1	3,6	—	—	3	2,5
Jertovec — Jajce	2	2,5	1	3,6	—	—	3	2,5
Jertovec — Rakitje	—	—	4	14,2	—	—	4	3,3
Rakitje — Jertovec	—	—	1	3,6	1	7,7	3	1,7
Rakitje — Brestanica	2	2,5	4	14,2	—	—	6	5,0
Rakitje — Jajce	—	—	1	3,6	—	—	1	0,8
Rakitje — Vinodol I	4	5,1	6	21,4	—	—	10	8,3
Vinodol — Rakitje I	7	8,9	1	3,6	—	—	8	6,8
Rakitje — Vinodol II	8	10,1	1	3,6	—	—	9	7,5
Vinodol — Rakitje II	13	16,4	—	—	—	—	13	10,8
Vinodol — Matulji	13	16,4	3	10,7	1	7,7	17	14,2
Matulji — Vinodol	—	—	—	—	—	—	—	—
Matulji — Raša	5	6,3	—	—	2	15,4	7	5,7
Matulji — Dobar (Divača)	1	1,3	—	—	3	23,1	4	3,3
Raša — Matulji	5	6,3	5	17,9	—	—	10	8,3
Brod — Osijek	1	1,3	—	—	5	38,4	6	5.0
Osijek — Brod	3	3,8	—	—	—	—	3	2,5
Brod — Doboj	1	1,3	—	—	1	7,7	2	1,6
	1	1,3	—	—	—	—	1	0,8
Sveukupno:	79	100	28	100	13	100	120	100
Rastavni relej	13	41,9	17	54,9	1	3,2	31	100

F3. RAD DISTANTNIH RELEJA NEUZROKOVAN JEDNO, DVO I TROPOLNIM KVAROM

Vod	Dobar broj	%	Loš broj	%	Ukupno broj	%
Rakitje—Jajce	7	25,0	14	77,8	21	45,7
Jertovec—Jajce	6	21,4	—	—	6	13,0
Nedeljanec—Söjtör	1	3,6	4	22,2	5	10,9
Raša—Matulji	14	50	—	—	14	30,4
Sveukupno:	28	100	18	100	46	100

pravilnih isključenja otpada na distantne releje vodova Rakitje — Vinodol, Vinodol — Matulji i Matulji — Doblar. Dakle potez od Zagreba do Matulja je područje najvećeg broja kvarova. Loša isključenja distantnih releja otpadaju pretežno na distantne releje vodova Matulji — Doblar, Vinodol — Rakitje II, Rakitje — Jajce, Rakitje — Jertovec i Jertovec—Jajce. Razlozi su ovi:

Matulji — Doblar jednostrana isključenja prema Sloveniji za vrijeme oluja.

Vinodol — Rakitje II — krivo usmjeren relej.

Rakitje — Jajce — ispad voda kod preuzimanja opterećenja zbog pravilnog ispada voda Nedeljanec — Jertovec — Jajce.

Jertovec — Jajce — ispad voda kod preuzimanja opterećenja zbog ispada voda Rakitje — Jajce.

Rakitje — Jertovec — prevelika osjetljivost proradnih članova kod kvarova u Sloveniji zbog oluja.

Rubrika koja pokazuje zatajenja releja ostaje kao upitnik iz razloga što su ta zatajenja ipak samo pretpostavka, budući da se nije znalo točno mjesto kvara. U slučaju releja u Matuljima prema Raši bila je pretpostavka ispravna, jer je prilikom revizije ustanovljeno, da je relej bio u kvaru.

Rad rastavnog releja u pogledu loših isključenja ne može se objasniti. Promjenu udešenja treba svakako provesti ali nakon što se dobiju podaci mjerenja na analizatoru.

Prema tabeli F3 distantni releji su pravilno djelovali 28 puta, a 18 puta loše. Rad distantnih releja pozitivno je ocijenjen:

u slučaju nestanka napona na releju zbog toga što je osoblje zaboravilo uključiti osigurače, relej je morao proraditi kod normalnog opterećenja (21 ispad);

u slučaju krive montaže t. j. kada se udešenja na releju provedu na pr. za prenosni odnos strujnih transformatora 300/1 A, a oni se spoje na prenosni odnos 150/1 A (6 ispada);

u slučaju aktiviranja releja ispitnom aparaturom kod ispitivanja u normalnom pogonu (1 ispad).

Rad distantnih releja ocijenjen je kao loš u slučaju njihova neobjašnjenog djelovanja i zbog kvarova u samom releju a sve kod viših opterećenja ili udaraca u mreži (18 ispada).

Tabela G

Broj je ispada sa reperkusijama na ostalu mrežu (46,7%) prevelik s obzirom na zamkasti oblik naše mreže. Svakako pretežan broj ovih ispada je posljedica krivog prorađivanja rastavnog releja u Vinodolu i distantnog releja u Matuljima prema Doblaru ili

G. PREGLED ISPADA PREMA REPERKUSIJAMA NA OSTALU MREŽU

Šifra	Ispad	TS 110 kV				DV 110 kV		Neodređeno		Susjedna republ. postr.		Ukupno	
		viši napon		niži napon									
		broj	%	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%
1	sa reperkusijama	5	83,3	1	100	23	39	9	69	5	38,5	43	46,7
2	bez reperkusija	1	16,7	—	—	36	61	4	31	8	61,5	49	53,3
	Sveukupno	6	100	1	100	59	100	13	100	13	100	92	100

onog u Doblaru prema Matuljima. Svakako dobar dio ispada sa reperkusijama na ostalu mrežu odnosi se i na vodove Rakitje — Jajce i Jertovec — Jajce.

Tabela H

Broj ispada koji nisu uzrokovani jedno, dvo i tropolnim kvarovima vrlo je velik i iznosi 56 u odnosu na 107 ispada koje su uzrokovali jedno, dvo i tropolni kvarovi. Prema tome je potrebno posvetiti veliku pažnju kod rukovanja, montaže i održavanja zaštitnih uređaja, a paralelno s time brže intervenirati na terenu da se kvar ili propust otkloni, a ispadi ne ponove.

H. PREGLED ISPADA NEUZROKOVANIH JEDNO, DVO I TROPOLNIM KVAROM

Šifra	Razlog ispada	broj	%
1	Preopterećenje	8	14,3
2	Neobjašnjen rad zaštite	14	25
3	Kvar na zaštitnim uređajima	6	10,7
4	Montaža	6	10,7
5	Rukovanje	7	12,5
6	Regulacioni uređaji	1	1,8
7	Održavanje	14	25
	Sveukupno:	56	100

ZAKLJUČAK

Ovako sastavljeni pregled ispada za god. 1958. pokazuje:

da treba posvetiti veću pažnju određivanju uzroka i mjesta kvara ugradnjom osciloperturbografa i lokalizatora griješki;

da treba brže intervenirati kod isključenja zaštita koja su uzrokovana pretežno griješkama kod rukovanja i održavanja zaštitnih uređaja od strane pogonskog osoblja kao i kod montaže.

Na kraju općenito je potrebno u široj diskusiji razmotriti da li ovakav način vođenja statistike ispada zadovoljava ili ga treba još proširiti kako u pogledu izvještavanja iz pogona tako i u pogledu kriterija za ocjenjivanje pojedinog ispada.

Naslov pisca: Ing. Željko Zlatar, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

NARODNI DOHODAK I PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Jerko Jerić, Zagreb

U članku se navode podaci o odnosima između nacionalnog dohotka u $ i proizvodnje električne energije u kWh po stanovniku u 18 evropskih i 9 vanevropskih zemalja za 1956. godinu, zatim primjeri relacija između investicija u elektroprivredna postrojenja i u potrošačka postrojenja. Izrađena je korelaciona analiza između nacionalnog dohotka i proizvodnje električne energije u Jugoslaviji za razdoblje od 1947. do 1956. godine.

DK 621.31:33

U tabeli 1. navedeni su podaci o nacionalnom dohotku u dolarima (USA) po stanovniku i specifičnoj proizvodnji električne energije u kWh po stanovniku za 18 evropskih, a u tabeli 2. za 9 vanevropskih država u godini 1956. Na slikama 1 i 2 predočene su odnosne vrijednosti grafički u logaritmičkim koordinatama.

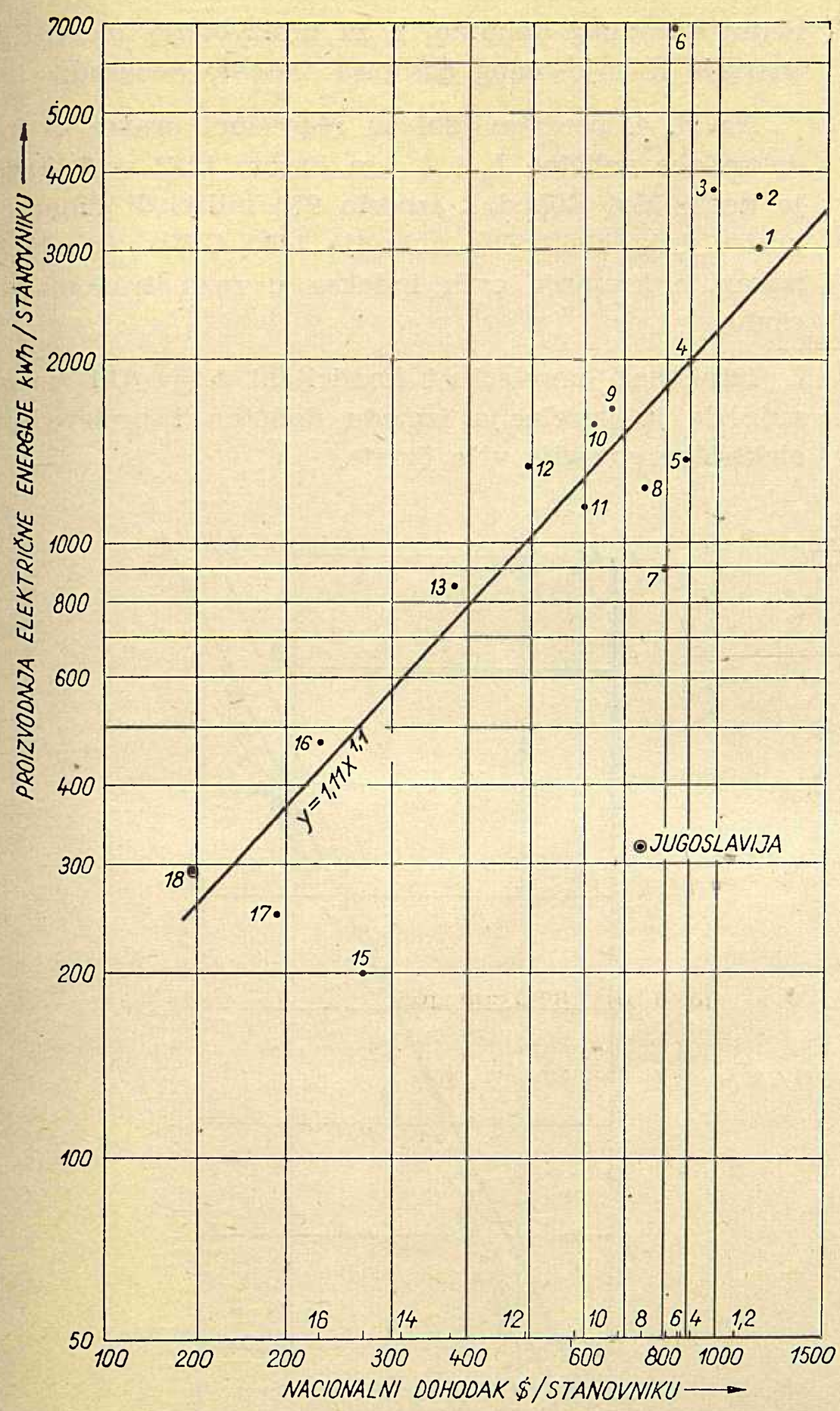
U pretposljednjoj koloni tabele 1. izračunata je proizvodnja električne energije kWh po dolaru nacionalnog dohotka, t. j. kWh/$. Varijacije ove vrijednosti su znatne u Evropi i kreću se u granicama od maksimalne 7,75 kWh/$ u Norveškoj do minimalne vrijednosti 0,214 kWh/$ u Turskoj, što znači, da je u Norveškoj 35 puta više kWh u nacionalnom dohotku, nego u Turskoj.

Ako se izuzmu ove ekstremne vrijednosti (i Grčka sa kWh/$ manje od 1) dobiva se, da je u 15 država Evrope godine 1956. prosječna vrijednost iznosila 2,30 kWh po dolaru nacionalnog dohotka.

Nacionalni dohodak i proizvodnja električne energije po stanovniku u godini 1956. u 18 država Evrope (ETZ 1959. sl. 1. str. 2)

Tabela 1

Br.	Država	Nac. doh. $/stan.	Proizvod. elek. energ. kwh/stan	kWh/$	Ukupna proizv. Gwh
1	2	3	4	5	6
1	Švicarska	1187	2955	2,50	15286
2	Švedska	1184	3640	3,07	27118
3	Luxenburg	1000	3731	3,73	1161
4	V. Britanija	909	2000	2,20	96147
5	Belgija	893	1358	1,52	11844
6	Norveška	881	6820	7,75	23375
7	Danska	826	905	1,10	3413
8	Francuska	776	1233	1,59	50745
9	Z. Njemačka	693	1675	2,42	80306
10	Finska	632	1540	2,44	6869
11	Nizozemska	616	1142	1,85	11848
12	Austrija	496	1332	2,69	11594
13	Italija	380	841	2,21	39025
14	Turska	313	67	0,214	1545
15	Grčka	270	199	0,737	1222
16	Španija	231	477	2,06	13728
17	Portugal	193	246	1,27	2154
18	Jugoslavija	143	294	2,05	5047

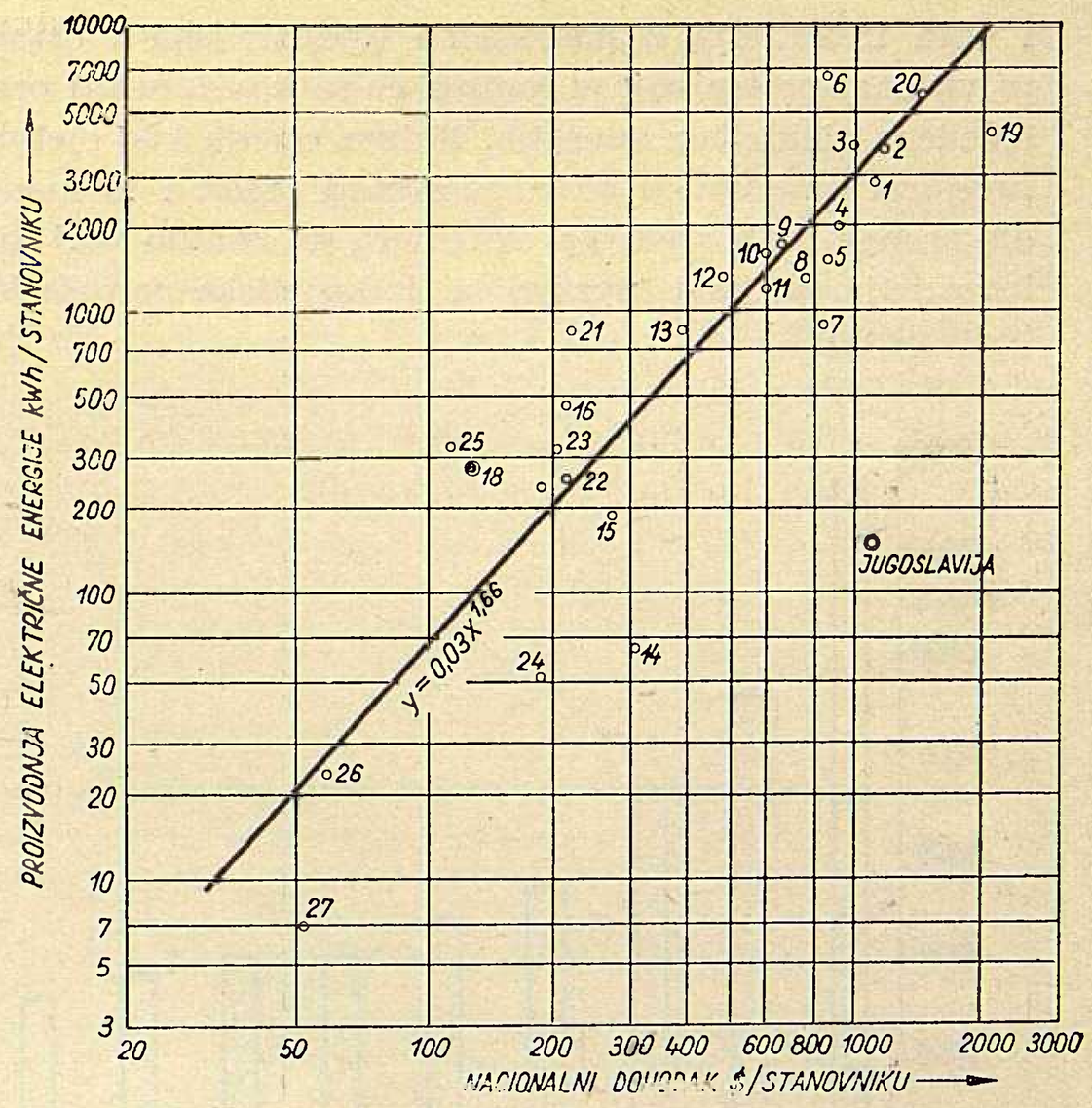


Sl. 1. Nacionalni dohodak i proizvodnja električne energije u godini 1956. u 18 država Evrope (Tabela 1). *Napomena:* Jednadžba $y = 1{,}11 \cdot x^{1{,}1}$ bez država br. 6, 14 i 15.

Pri ovim prispodobama smatram da je još potrebno upozoriti na ovu pojavu. Naime, skupina 4 država: V. Britanija (4), Belgija (5), Norveška (6) i Danska (7) pokazuju relativno malu razliku u nacionalnom dohotku po stanovniku, a razlika u proizvodnji električne energije po stanovniku je vrlo velika između Norveške i ostale tri, tako da je u ovoj zemlji proizvodnja veća nego u

V. Britaniji	za 3,4 puta
Belgiji	za 5,0 puta
Danskoj	za 7,5 puta

Ova iskustvena činjenica ukazuje na to, da se općenito upotrebljavani pokazatelj kWh po stanovniku kao opravdano mjerilo za prosuđivanje stupnja razvoja i životnog standarda neke zemlje, ne može smatrati dovoljno pouzdan i siguran, već da je za postizanje takve ocjene potrebno izvršiti širu analizu mnogih faktora i odnosa u strukturi energetike i privrede dotične zemlje, koji uvjetuju manju ili veću proizvodnju električne energije i u konačnoj liniji utječu na visinu nacionalnog dohotka (vidi također u tom pogledu Posebno zasjedanje WPC u Beogradu 1957., referat A 4).



Sl. 2. Nacionalni dohodak i proizvodnja električne energije po stanovniku u 1956. godini u 18 evropskih i 9 vanevropskih država (Tabele 1 i 2)

Ova je činjenica od naročitog značaja i važnosti kad se izrađuju dugoročna predviđanja proizvodnje električne energije u nekoj zemlji.

U vezi iznijetih relacija između nacionalnog dohotka i proizvodnje električne energije po stanovniku smatram da će biti korisno, ako se upozori i na relacije između investicija u elektroprivredna postrojenja

Nacionalni dohodak i proizvodnja električne energije po stanovniku u godini 1956. u 9 vanevropskih država

Tabela 2.

1	2	3	4	5	6
19	USA	2075	4072	1,96	
20	Kanada	1412	5528	3,92	
21	Japan	225	817	3,64	
22	Mexiko	220	256	1,16	
23	Argentina	207	323	1,56	
24	Filipini	187	51	0,272	
25	Brazilija	138	327	2,37	
26	Indija	62	25	0,403	
27	Pakistan	52	7	0,135	

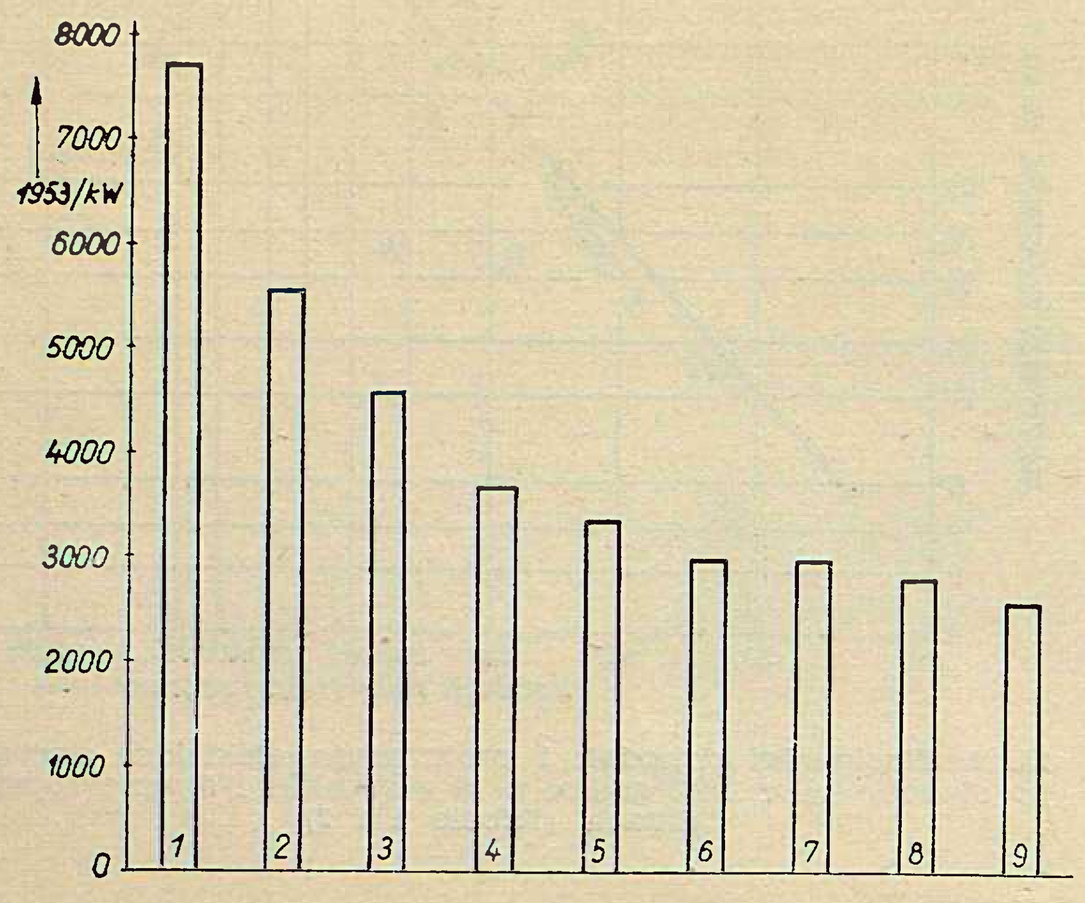
Indeksi nacionalnog dohotka i proizvodnje električne energije sa bazom 1947 = 1 u Jugoslaviji u razdoblju od 1947. do 1956

Tabela 3.

God.	Indeks dohotka I_d	Porast u odnosu na preth. godinu %	Indeks proiz. elektr. energ. I_w	Porast u odnosu na preth. godinu %
1947	1,00	—	1,00	—
1948	1,19	19,0	1,42	42,0
1949	1,28	7,56	1,52	7,04
1950	1,17	— 9,40	1,66	9,21
1951	1,27	8,53	1,75	5,42
1952	1,10	— 15,45	1,86	6,29
1953	1,32	20,0	2,06	10,75
1954	1,41	6,84	2,37	15,05
1955	1,50	6,38	2,99	26,16
1956	1,52	1,34	3,48	16,40

Napomena: Nacionalni dohodak u 1947. godini 970 milijardi dinara. Proizvodnja električne energije u 1947. godini 1453 GWh

i onih investicija u potrošačka (industrijska i ostala privredna) postrojenja u kojima će se konzumirati proizvedena električna energija. Naime, nacija kao cjelina investira ne samo u elektroprivredu jedan i to manji dio raspoloživih sredstva, već mora da znatno veći dio investicija pribavi upravo u industrijsko-potrošačka postrojenja.



Sl. 3. Investicije u cjelokupnu prerađivačku industriju po jedinici instalirane snage u elektrane koje snabdijevaju industriju električnom energijom: *1* — USA 1939, *2* — USA 1947, *3* — Palestina 1936—1937, *4* — Kanada 1936, *5* — Nerazvijene zemlje sa hidroelektričnom proizvodnjom, *6* — Australija 1936—1937, *7* — Italija 1951, *8* — Italija 1937—1939, *9* — Nerazvijene zemlje sa termoelektričnom proizvodnjom. (*Izvor: WPC* — Beograd, Referat A,33)

Za ilustraciju rečenog može da posluži sl. 3. (vidi referate A 11, A 33 Svjetske konferencije za energiju u Beogradu 1957.).

Prosječni godišnji prirast nacionalnog dohotka u USA u razdoblju od 1945. do 1955. (1300 do 1900 $/stanovniku) iznosio je 3,87%, a u SSSR od 1940. do 1955. (700 rub./st. — 1800 rub./st.) 6,50%. Prosječni godišnji prirast proizvodnje električne energije u USA u razdoblju 1945. do 1955. (1720 — 3720 kWh/stanovniku) iznosio je 8,0%, a u SSSR (270 — 850 kWh/stanovniku) 7,95%.

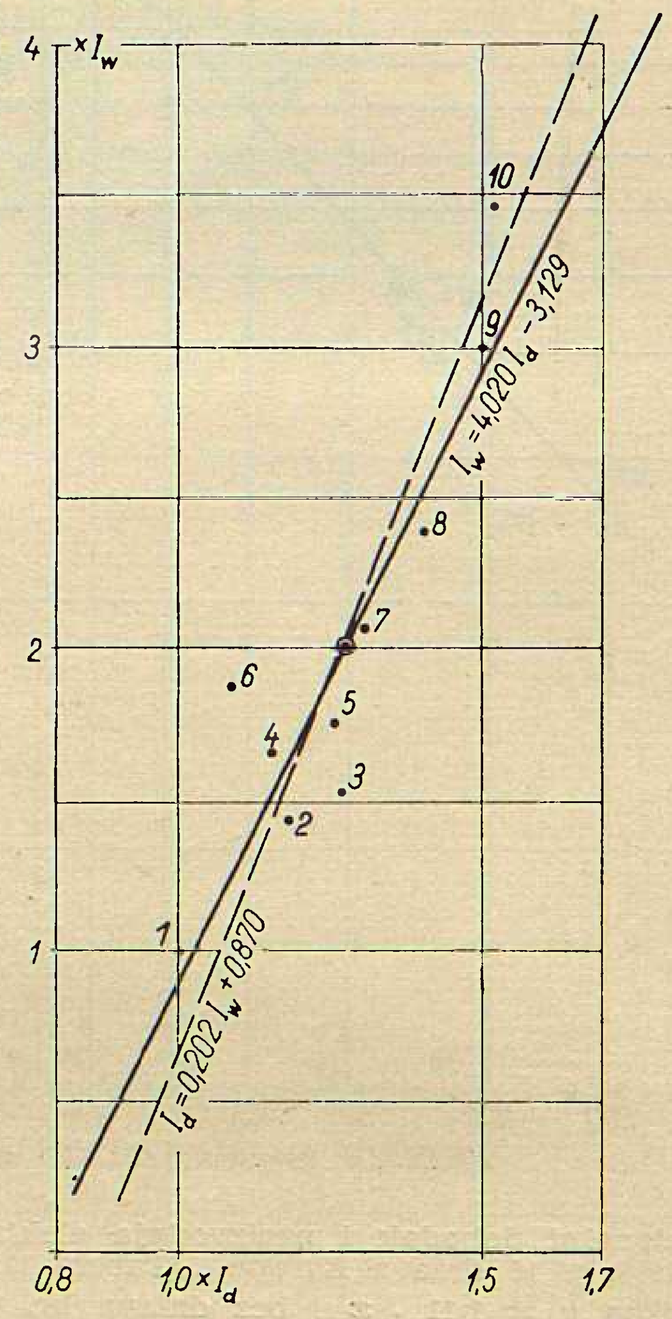
U prosjeku se računa da nacionalni dohodak u jednom deceniju poraste za 60%, čemu odgovara prosječni godišnji prirast od 4,81%.

Korelacija između narodnog dohotka i proizvodnje električne energije u Jugoslaviji u razdoblju od 1947.—1956.

Podaci za ovu korelacionu analizu uzeti su iz Društvenog plana privrednog razvoja Jugoslavije od 1957. do 1961. (Službeni list FNRJ — Beograd 1957.) za veličinu narodnog dohotka, a za proizvodnju električne energije iz mjesečnog časopisa *Indeks*, Beograd.

Na sl. 4. predstavljeni su regresioni pravci za indekse obe veličine I_d i I sa bazom 1947 = 1, kada je nacionalni dohodak iznosio 970 milijardi dinara i proizvodnja električne energije 1453 GWh. Tabela 3. pokazuje kretanje ovih indeksa u razmatranom periodu.

Izračunati korelacioni koeficijent $r = 0{,}91$ pokazuje da je korelacija između dohotka i proizvodnje električne energije vrlo čvrsta.



Sl. 4. Korelacija između indeksa nacionalnog dohotka I_d i indeksa proizvodnje električne energije I_w u periodu od 1947 do 1956 godine u Jugoslaviji

Dalje proizlazi iz ove analize, da je porast nacionalnog dohotka na dvostruku vrijednost popraćen porastom proizvodnje električne energije za 5,5 do 6 puta.

Treba još upozoriti da je u tabeli 1. nacionalni dohodak u godini 1956. u Jugoslaviji preračunan u USA dolare na bazi 1 $ = 600.— dinara.

Prosječni godišnji prirast nacionalnog dohotka u razdoblju od 1947—1956 iznosi 4,77% u Jugoslaviji.

Naslov pisca: Ing. Jerko Jerić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

STATISTIČKE METODE U ELEKTROPRIVREDNIM ISPITIVANJIMA

Drago Kostanjšek, Zagreb

Proučavanje masovnih pojava potpunim promatranjem vrlo je tegoban i dugotrajan posao. U praksi se stoga, gdjegod je to moguće, takva promatranja vrše posebnom statističkom metodom (metodom uzoraka ili reprezentativnom metodom, koja omogućuje donošenje suda o čitavoj masi na osnovu odabranog uzorka. Članak ukazuje na široku primjenu te metode u elektroprivredi, osobito pri ispitivanju kakvoće materijala. Radi boljeg razumijevanja elemenata predmetne metode iznijet je njihov smisao i izračunavanje.

DK 621.311.1:31

UVOD

Potreba kontrole stanovitih društvenih masovnih pojava, zbivanja i događaja (stanovništvo, vojska, imovina) dovela je do prvih primitivnih statističkih radova već u antičkim državama. Ti su se radovi sastojali od prebrojavanja i grupiranja promatranih jedinica, što je još dugo bio sadržaj statističke djelatnosti. U savremeno doba taj se rad kompliciranjem društvenih odnosa proširio i razvio do velikih razmjera. U svom razvoju statistika je nailazila na sve novije i praktičnije metode, te ih polako primjenjivala na svim područjima ljudske aktivnosti. Danas je statistika priznata nauka, jer ima predmet proučavanja, masovne pojave, pri čemu se služi svojim mnogobrojnim metodama.

Razne statističke metode, a osobito u zadnje vrijeme veoma razvijena metoda uzoraka (o kojoj će ovdje uglavnom biti riječ), mogu naći korisnu primjenu i u elektroprivredi. Budući da je ova metoda prilično komplicirana, a iziskuje stanovito statističko predznanje, morat ćemo se u prvom dijelu ovog izlaganja ukratko upoznati s nekim statističkim pojmovima i metodama.

1. NEKE METODE STATISTIČKE ANALIZE

Srednje vrijednosti

Pod statistikom obično razumijevamo stanovitu djelatnost ili službu (statistika rada, elektroprivredna statistika), ali se često upotrebljava i za niz brojeva, koji su rezultat statističkog prebrojavanja. Ti su brojevi svrstani prema stanovitom obilježju u razrede (jedinične ili intervalne). Ti su nizovi, za koje je u statističkoj praksi uobičajen termin »distribucija frekvencija«, osnov za statističku analizu, koja može biti vrlo opsežna. Putem jednog takvog niza upoznat ćemo se s nekim instrumentima statističke analize.

Uzmimo slučaj godišnje potrošnje električne energije u domaćinstvima nekog većeg naselja. Čak kad bi svi stanovnici tog naselja živjeli pod istim uslovima (tvorničko naselje) ustanovit ćemo velika kolebanja u potrošnji između pojedinih potrošača (tabela 1). Faktori koji izazivaju ta kolebanja mogu biti: različiti životni običaji, broj članova obitelji, učestalost upotrebe kućanskih aparata i sl.

Postavlja se sad pitanje, što ćemo tom množinom vrijednosti o potrošnji električne energije? Želimo li međusobno uspoređivati različite grupe potrošača moramo naći neku vrijednost koja će reprezentirati sve ostale u dotičnoj potrošačkoj grupi, a to su srednje vrijednosti s kojima se operira vrlo jednostavno.

Najčešće upotrebljavana srednja vrijednost je aritmetička sredina (prosjek). Dobije se dijeljenjem pojedinih vrijednosti s njihovim brojem:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} \qquad (1)$$

Godišnja potrošnja električne energije u domaćinstvima nekog tvorničkog naselja

Tabela 1

Razred (kWh)	Razredna sredina (kWh)	Učestalost (frekvencija)	Razredna upotreba		Kumulativni niz	Odstupanje od aritmetičke sredine	
—	x	f	fx	fx^2	fk	$(x-\bar{x})$	$f(x-\bar{x})$
0— 39	20	8	160	3200	8	— 159	— 1272
40— 79	60	19	1140	68400	27	— 119	— 2261
80—119	100	24	2400	240000	51	— 79	— 1896
120—159	140	35	4900	686000	86	— 39	— 1365
160—199	180	68	12240	2203200	154	+ 1	+ 68
200—239	220	40	8800	1936000	194	+ 41	+ 1640
240—279	260	25	6500	1625000	219	+ 81	+ 2025
280—319	300	13	3900	1070000	232	+ 121	+ 1573
320—359	340	7	2380	809200	239	+ 161	+ 1127
360—399	380	5	1900	722000	244	+ 201	+ 1005
400—439	420	4	1680	705600	248	+ 241	+ 964
440—479	460	2	920	432200	250	+ 281	+ 562
Σ	—	250	46920	10500800	—	—	+ 2170

[15758]

U slučaju kada je N velik, može se računanje pojednostavniti, da se čitava promatrana masa podijeli u razrede i pronađe za svaki razred učestalost. Formula u tom slučaju glasi.

$$\bar{x} = \frac{\Sigma f \cdot x}{N} \qquad (2)$$

Takav slučaj imali smo u našem primjeru (tabela 1). Za izračunavanje aritmetičke sredine moramo se poslužiti razrednom sredinom, kod čega polazimo od pretpostavke, da je učestalost unutar pojedinih razreda pravilno raspoređena. Prema formuli (2) rezultat glasi: $\bar{x}$ = 46950/250 = 179 kWh/god., što znači da prosječna godišnja potrošnja električne energije u kućanstvu iznosi 179 kWh po potrošaču.

Ovih 250 potrošača mogli bismo svrstati prema intenzitetu njihove potrošnje. U sredini toga reda nalazi se vrijednost ispred i iza koje ćemo nabrojiti isti broj potrošača. To je središnja vrijednost ili medijan. Izračunava se formulom:

$$M = l_1 + \left(\frac{N/2 - \Sigma f_1}{f_M}\right) \cdot i \qquad (3)$$

Za izračunavanje medijana moramo formirati kumulativni niz (kolona f_k u tabeli 1). Budući da se medijan nalazi u razredu $N/2$, l_1 predstavlja donju granicu medijalnog razreda, Σf_1 = suma frekvencija do (ne uključivo) medijalnog razreda, f_M = frekvencija medijalnog razreda, a i = interval razreda. U našem dakle primjeru medijan glasi $M = 160 + \left(\frac{125 - 86}{180}\right) \cdot 40 = 168{,}7$ kWh/god. Praktična vrijednost medijana dolazi osobito

do izražaja kad uspoređujemo dva različita niza, koji ipak imaju iste ili približno iste aritmetičke sredine, te je potrebna neka dodatna veličina za usporedbu.

Treća, osobito često upotrebljavana, srednja vrijednost je mod ili normalna vrijednost. To je vrijednost, koja se pojavljuje kod najvećeg broja jedinica jedne mase, što znači da je to vrijednost koja najčešće dolazi. Prema tome mod je ona vrijednost oko koje se članovi obilježja najgušće gomilaju, te se može govoriti o tendenciji mase obzirom na tu vrijednost. Izračunava se prema formuli:

$$M_0 = l_1 + \frac{(b-a)}{(b-a) + (b-c)} \cdot i \qquad (4)$$

gdje l_1 znači donju granicu modalnog razreda (s najvećom frekvencijom), b = frekvencija modalnog, a = ispred modalnog, a c = iza modalnog razreda. Naša vrijednost mod-a će biti:

$$M_0 = 160 + \frac{68 - 35}{(68-35) + (68-40)} \cdot 40 = 181{,}6$$

Ostale srednje vrijednosti koje ovdje nismo spomenuli, imaju mnogo manju praktičnu vrijednost, te se ne ćemo njima pozabaviti.

Mjere rasipanja

Aritmetička sredina je funkcija pojedinih mjerenja* pomoću kojih je izračunata, a ta su mjerenja opet funkcije manjeg ili većeg niza faktora, koji se od jednog do drugog mjerenja neprestano mijenjaju. Na taj način mijenjat će se veličina aritmetičke sredine, u zavisnosti od broja pojedinih mjerenja, kao i od slučajnog rasporeda faktora, koji učestvuju u rezultatu.

Sama upotreba aritmetičke sredine dakle nije dovoljna, jer o pitanju mjerenja jedne te iste pojave možemo imati različne aritmetičke sredine. Postavlja se pitanje, koja je od njih točna.

Osim aritmetičke sredine u takvom slučaju moramo poznati još jednu vrijednost koja izražava jačinu varijabilnosti (odstupanje od neke srednje vrijednosti), a to je mjera rasipanja (disperzije).

Najjednostavnija mjera rasipanja je **širina varijacije**, t. j. razlika između najveće i najmanje vrijednosti niza. U našem primjeru iznosi najveća godišnja potrošnja energije 480, a najniža O kWh. Širina varijacije iznosi dakle 480 — O = 480 kWh, ili izraženo u jedinicama prosjeka 480/179 = 2,68, što znači da je preko 2,5 puta veća od prosjeka. Širina varijacije je podložna velikim slučajnostima, te se upotrebljava samo kao gruba mjera rasipanja.

Pouzdanije od nje je **prosječno odstupanje**. Jednako je aritmetičkoj sredini razlika između pojedinih apsolutnih vrijednosti i jedne od srednjih vrijednosti (u pravilu aritmetičke sredine, te govorimo o prosječnom odstupanju od aritmetičke sredine). Formula mu glasi:

$$d = \frac{\Sigma |f(x - \bar{x})|}{N} \qquad (5)$$

gdje ravna zagrada znači apsolutnu vrijednost. Naš će rezultat, dobiven na taj način, biti: 15758/250 = 63.

* Pojam mjerenja je ovdje uzet općenito, te označava statističko snimanje kao i mjerenje u užem smislu.

Od svih mjera rasipanja najširu primjenu ima korijen srednjeg kvadratnog odstupanja, u statistici poznatog pod imenom **standardna devijacija** (σ). Ona igra osobitu ulogu pri izračunavanju mjere ovisnosti (korelacije) u normalnim distribucijama frekvencija. Izračunava se na nekoliko načina, a mi ćemo se za naše potrebe upoznati samo s jednim:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma f x^2}{N-1} - \bar{x}^2}. \qquad (6)$$

Pošto je vrijednost $\Sigma f x^2$ poznata iz tabele, imamo: σ = 10500800/250 — 32041 = 99, ili izraženo u odnosu na prosjek 99/179 = 0,55. Vidimo da je ovaj rezultat dobiven po formuli

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}. \qquad (7)$$

a zove se **koeficijent varijacije**. Što je manja vrijednost σ, to je manje i odstupanje od aritmetičke sredine. Odstupanje 0 znači da su sve vrijednosti međusobno jednake.

Osobito praktičnu primjenu standardne devijacije nalazimo prilikom usporedbe dviju ili više distribucija frekvencije. U tom slučaju je preporučljiva upotreba koeficijenta varijacije, jer on dvije različite mase svodi na zajedničku bazu ($1/\bar{x}$) i time ih čini komparabilnima.

Mjere ovisnosti

U praksi se često postavlja pitanje da li između dvije pojave izražene pomoću dva niza brojeva, postoji ovisnost. Kao primjer [L. 4] uzet ćemo odnos godišnje potrošnje električne energije u domaćinstvima i široke potrošnje nekih područnih ureda NR Hrvatske za godinu 1954.

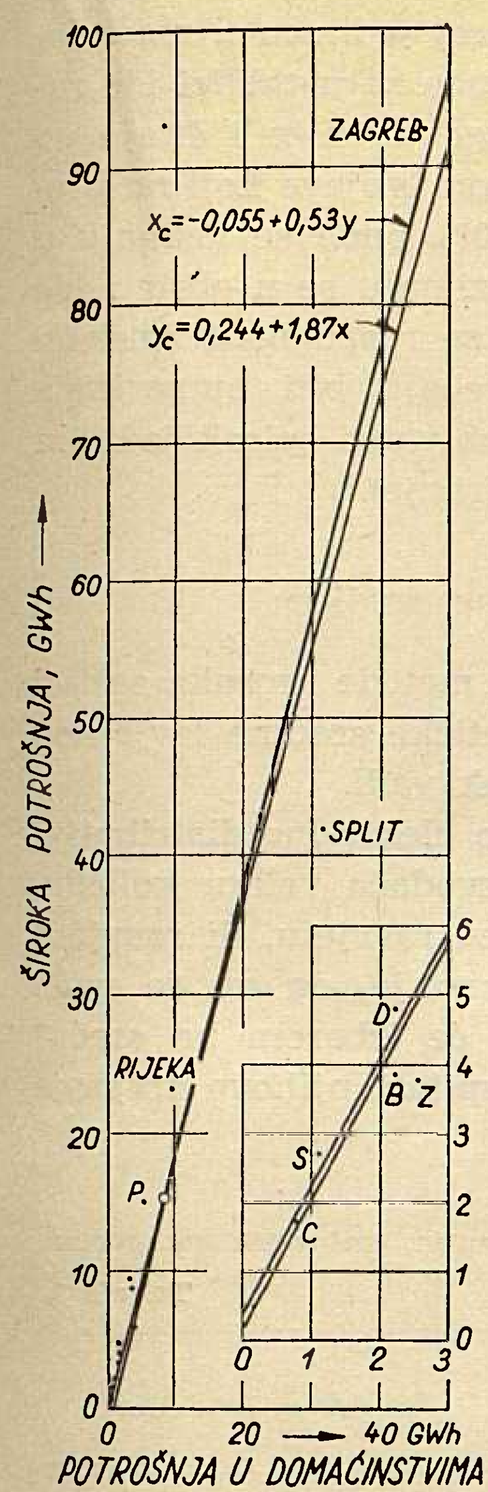
Godišnja potrošnja električne energije u domaćinstvima i širokoj potrošnji za neke područne uređe NR Hrvatske

Tabela 2

Područni ured	Potrošnja u domaćinstvu MWh x	Široka potrošnja MWh y	x^2	y^2	xy
Bjelovar	2205	3915	4862925	15327225	8632575
Crikvenica	760	1725	577600	2975625	1311000
Dubrovnik	2212	4778	4862925	15327225	8632575
Karlovac	3863	8820	14922769	77792400	34071660
Osijek	3523	9549	12411529	91213401	33641127
Pula	5642	15007	31832164	225210049	84669494
Rijeka	9325	23367	86955725	546016889	217897255
Sisak	1086	2691	1179398	7241481	2922426
Skrad	746	1726	556516	2979076	1287596
Split	31736	42285	1007173696	1788021225	1341956760
Varaždin	3976	6051	15788676	36614601	24158776
Zabok	2529	3785	6395841	14326225	9572265
Zadar	3040	5463	9241600	29844369	16607520
Zagreb	46115	92608	2126593225	8575791664	4270615520
Ukupno	116758	221770	3323383708	11436184514	6057912910

$x = \Sigma x / n = 116758/14 = 8340$; $y = \Sigma y/n = 22170/14 = 15840$

Ovih četrnaest pari vrijednosti prikazat ćemo t. zv. dijagramom rasipanja.



Sl. 1. Veza između široke potrošnje i potrošnje u domaćinstvima.
U manjem dijagramu, koji se nalazi unutar većeg, pojedina slova uz točke označuju X i Y slijedećih područnih ureda godine 1954: C - Crikvenica, S - Sisak, B - Bjelovar, Z - Zabok, D - Dubrovnik, P - Pula.

Već na prvi pogled možemo utvrditi da su točke u našem dijagramu dosta priležeće na zamišljenoj liniji (osim P. U. Split), što znači da je veza linearna. Taj ćemo zamišljeni pravac dobiti jednadžbom pravca $y_c = a + b\,x$, uz pretpostavku, da je x neovisna, a y ovisna varijabla.

Parametre a i b ćemo izračunati formulama:

$$b = \frac{\sum xy - \bar{x}\sum y}{\sum x^2 - \bar{x}\sum x}, \qquad (8)$$

$$a = \bar{y} - b\,\bar{x}. \qquad (9)$$

Uvrstimo li vrijednosti iz tabele 2 u gornje izraze dobit ćemo:

$$b = \frac{6057922910 - 8340 \cdot 221770}{3323383708 - 8340 \cdot 116758} = 1{,}87,$$

$$a = 15840 - 1{,}87 \cdot 8340 = 244$$

te dobivamo traženu jednadžbu pravca $y_c = 244 + 1{,}87\,x$, koji pravac ucrtamo u naš dijagram 1.

Pođemo li od obrnute pretpostavke, da je x ovisna, a y neovisna varijabla, jednadžba pravca će glasiti: $x_c = a' + b'y$, a parametara:

$$b' = \frac{\sum xy - \bar{y}\sum x}{\sum y^2 - \bar{y}\sum y} \qquad (8a)$$

$$a' = \bar{x} - b'\bar{y}. \qquad (9a)$$

Vrijednost parametara je dakle

$$b' = \frac{6057912910 - 15840 \cdot 116758}{11436184514 - 15840 \cdot 221770} = 0{,}53,$$

$a' = 8340 - 0{,}53 \cdot 15840 = -55$, a jednadžba pravca $x_c = -55 + 0{,}53\,y$.

Pravci x_c i y_c zovu se linije regresije, a metoda kojom smo ustanovili vezu između promatrane dvije pojave naziva se k o r e l a c i o n a a n a l i z a. Dva regresiona pravca poklopit će se samo u slučaju funkcionalne veze među pojavama. Ukoliko je veza labavija, to će se i regresioni pravci više udaljivati jedan od drugoga. Sjecište regresionih pravaca ujedno je i sjecište aritmetičkih sredina obih pojava.

Regresiona analiza osobito se primjenjuje kad se na osnovu jedne poznate varijable želi odrediti druga nepoznata varijabla. Tako u našem primjeru, ako raspolažemo podacima o potrošnji električne energije u domaćinstvima za godinu 1955, moći ćemo pomoću poznatih regresionih jednadžbi za 1954. približno predvidjeti ukupnu široku potrošnju u promatranoj godini (1955.).

Ovisnost između dvije pojave možemo izraziti i algebarski, jednim jedinim indeksnim brojem, k o e f i c i j e n t o m k o r e l a c i j e. Izračunava se na mnogo načina, od kojih ćemo se upoznati s najjednostavnijim:

$$r = \frac{\sum xy/N - \bar{x}\,\bar{y}}{\sigma x \cdot \sigma y}. \qquad (10)$$

Vrijednosti δ_x i δ_y dobivamo pomoću već nam poznate formule (6), koja u slučaju negrupiranih (jediničnih) podataka glasi

$\sigma = \sqrt{\sum x^2/N - \bar{x}^2}$; $\sigma_x = 13000$, $\sigma_y = 23800$. Odavle:

$$r = \frac{439850922 - 8340 \cdot 15840}{13000 - 23800} = +0{,}94.$$

Predznak plus stavljen je zato što je u našim regresijskim pravcima parametar b (koeficijent smjera) imao pozitivan predznak. Znači da je i veza među pojavama pozitivna (obje pojave istovremeno rastu ili padaju). Koeficijent korelacije može zauzeti vrijednosti između — 1 i + 1. Kada se približava jedinici veza je među pojavama jaka, a kad je bliz nuli, veza je slaba ili je čak nema. (Ovo se odnosi samo na linearnu vezu, jer i kod nule može postojati neka krivolinijska veza!). Razni autori ne tumače jednako značenje veličina koeficijenta korelacije. Općenito se može reći:

< 0,50 veza je labava, te nema praktične vrijednosti,
> 0,50 — 0,70 veza je prilična
> 0,70 — 0,80 veza je jaka, a preko
> 0,90 veza je čvrsta.

Koeficijent korelacije može se shvatiti i kao stupanj vjerojatnosti pod kojim jedna pojava uslovljuje drugu. Ostale vrste korelacije predstavljaju posebno poglavlje statistike, te ne će ući u okvir ovog izlaganja.

Distribucija frekvencija

Distribucija frekvencija, o kojoj je u ovom izlaganju već bilo govora, je zapravo numerički niz, svrstan prema nekom promatranom obilježju. Od mnogo oblika distribucija frekvencija najinteresantnija i najsposobnija za statističku analizu je normalna distribucija, koja grafički prikazana ima oblik zvona (Laplace-Gaussova krivulja). Ona je ustvari teorijska krivulja, a pri njenom konstruiranju polazi se od pretpostavke da su grupni intervali beskrajno mali, a broj izvršenih opservacija beskrajno velik. U praksi niz empirijskih vrijednosti nikada ne će imati oblik normalne krivulje, nego će joj biti u najboljem slučaju sličan, što ćemo već naoko ustanoviti, kada krajnje vrijednosti koje su male rastu prema centru. Veliko je značenje ove krivulje u tome što za svaku vrijednost obilježja, dakle i za neregistrirane vrijednosti, možemo utvrditi teorijsku frekvenciju.

Budući da ćemo se s normalnom krivuljom još baviti prilikom upoznavanja metode uzoraka, iznijet ćemo ovdje ukratko svojstva normalne distribucije frekvencija:

aritmetička sredina normalne distribucije podudara se s njenim modom i medijanom (sve tri srednje vrijednosti nalaze se točno u središtu distribucije);

frekvencije vrijednosti iznad i ispod opadaju istim tempom i potpuno su simetrične;

sektor ispod krivulje na odstojanju od jedne standardne griješke od aritmetičke sredine čini 68,26% ukupne površine normalne krivulje; sektor od 2σ obuhvaća 95,45%, a 3σ 99,7% ukupne površine, odnosno ukupnog broja slučajeva.

Ako smo za kakvu distribuciju sličnu normalnoj izračunali 10 kao aritmetičku sredinu, a 2 kao standardnu devijaciju, onda možemo pomoću tablice normalne distribucije [L. 7] za svaki interval vrijednosti odrediti odgovarajuću frekvenciju. Uzmimo da nas interesira frekvencija za interval 11—13. Postupak je slijedeći:

$$\frac{13-\bar{x}}{\sigma} = 1{,}5 \text{ i } \frac{11-x}{\sigma} = 0{,}56$$

za koja ćemo odstupanja naći u tablicama odgovarajuće vrijednosti 43,32% i 19,15%. Prekvencija traženog intervala je razlika, dakle 24,17% od sume frekvencije. A sada ćemo vidjeti da se metoda uzoraka zasniva na pretpostavci normalnog raspoređivanja uzoraka oko prave sredine, prave proporcije i drugih parametara, koji su predmet spomenute metode, a služe za donošenje suda uz određeni riziko griješke.

2. OSNOVI REPREZENTATIVNE METODE

Općenito

Masovne pojave mogu se proučavati na osnovu djelomičnog ili potpunog promatranja dotičnih pojava. Uobičajeno je i preporuča se, gdjegod je to tehnički moguće, potpuni zahvat u područje koje se ispituje. No u praksi se vrlo često ne pristupa tom potpunom zahvaćanju statističke mase, jer se ona ili sastoji od velikog broja jedinica (uslijed čega je faza prikupljanja vrlo skupa, a faza obrade dugotrajna), ili nije moguće ispitati sve jedinice mase (kao na pr. pri ispitivanju kakvoće materijala).

Zaključak o čitavoj masi (osnovnom skupu) bit će točan, samo ako je uzorak reprezentativan, što znači da treba imati iste karakteristike (parametre) kao osnovni skup. Svaki uzorak daje procjenu za traženi parametar, a statističkom metodom treba odrediti stupanj točnosti procjene. Statistička metoda o kojoj je riječ zove se metoda uzoraka ili reprezentativna metoda.

Osobito važnu ulogu kod reprezentativne metode ima odabiranje jedinica iz osnovnog skupa u uzorak. Postoji nekoliko metoda odabiranja, no od svih je najprimjenljivija metoda slučajnog odabiranja uzoraka, što znači, da za sve jedinice treba postojati ista vjerojatnost izbora u uzorak. Ako sa N označimo broj jedinica u osnovnom skupu, a sa n broj jedinica u uzorku, onda je vjerojatnost za svaku jedinicu n/N (kvota, stopa izabiranja). Problem se sješava pomoću za to konstruiranih tablica slučajnih brojeva [L. 7], koje su sastavljene tako da se u dužem nizu ostvaruje odgovarajuća frekvencija pojedinih brojeva ili grupa brojeva. Upotreba tablica slučajnih brojeva može se ukratko ovako izložiti: ako je ukupan broj jedinica u masi četveroznamenkast, na pr. 3000, onda se u tablici ide redom s lijeva na desno ili odozgo na niže i čitaju po četiri znamenke; ako te cifre daju brojeve koji ne premašuju N (u našem slučaju 3000), onda se uzimaju u uzorak, ako premašuju N, ne uzimaju se u obzir i ide se dalje. Kod te metode mora se raspolagati spiskom svih jedinica u masi, koje trebaju biti numerirane rednim brojem. Na taj način dobivamo spisak jedinica koje ulaze u uzorak (za anketiranje).

Procjena prave sredine

Jedan od najčešćih zadataka metode uzoraka sastoji se u donošenju procjene aritmetičke sredine izvjesnog obilježja mase iz koje se uzorak vadi.

Uzmimo na primjer, da neko električno distributivno poduzeće preuzima od proizvođača veliku količinu (30.000 komada) žarulja za javnu rasvjetu, ili rasvjetu poslovnih prostorija NO-a. Jasno je, da ne će moći ispitati čitav kontingent, nego će izborom na sreću* izvući, recimo, 100 žarulja i ispitati njihovo trajanje gorenja.

Trajanje gorenja 100 komada žarulja izabranih na sreću

Tabela 3

Trajanje (sati)	Razredna sredina x	Broj žarulja f	fx	fx^2
0— 100	50	—	—	—
100— 200	150	1	150	22500
200— 300	250	3	750	187500
300— 400	350	5	1750	612500
400— 500	450	8	3600	1620000
500— 600	550	11	6050	3327500
600— 700	650	20	13000	8450000
700— 800	750	27	22250	16692500
800— 900	850	19	16150	13727500
900—1000	950	6	5700	5415000
	—	100	69400	50055000

Iz tabele 3. izlazi prema formuli (2) da je prosječno trajanje gorenja jedne žarulje 694 sati. Ako je u propozicijama preuzimanja utvrđeno prosječno trajanje gorenja 700 sati, a granica tolerancije je 50 sati na dolje, pita se koja je ekonomičnost ispitivanog kontingenta, odnosno koji se postotak od ukupne mase mora odbaciti? Odgovor na pitanje dobijemo poznavanjem varijabiliteta, koji se izračunava u odnosu na aritmetičku sredinu, a izražava se standardnom devijacijom prema formuli (6). Odavle izlazi $\delta = 383$. Traženi rezultat dobit ćemo pomoću normaliziranog obilježja, koje predstavlja odstupanje od aritmetičke sredine, izraženo u jedinicama standardne devijacije:

$$t = \frac{\bar{x} - x}{\sigma}. \qquad (11)$$

Za donju granicu upotrebit ćemo

$$\frac{\bar{x} - x}{\sigma} = \frac{694 + 50}{338} = 1{,}91,$$

* Upotreba tablica slučajnih brojeva ovdje nije na mjestu, jer ona zahtijeva prvo numeriranje svih jedinica mase, a onda tek izbor (kod kojeg se opet moraju sve jedinice uzeti u obzir) što je dugotrajan postupak.

a za gornju granicu upotrebit ćemo

$$\frac{\bar{x} + x}{\sigma} = \frac{694 + 59}{338} = 2{,}20.$$

U tablici površina ispod normalne krivulje [L. 7] naći ćemo vrijednosti za $t_1 = 0,94386$, a za $t_2 = 0,97220$. Razlika od 0,02834% znači širinu traženog intervala, ili postotak žarulja koje ne odgovaraju postavljenim uslovima, te se mogu odbaciti. Ako imamo u vidu da odstupanje 50 sati od prosječnog gorenja žarulja, dolazi ovdje u obzir samo kod donje granice, postotak žarulja koje ne odgovaraju se smanjuje na polovicu, t. j. 1,417%, što je vrlo povoljan rezultat.

Drugo je sad pitanje, u kojoj mjeri zadovoljava donijeta procjena aritmetičke sredine, odnosno koliko ona odstupa od prave sredine. Mjera koja nam odgovara na postavljeno pitanje zove se standardna griješka procjene. Standardna griješka je upravo proporcionalna standardnoj devijaciji (odstupanju od aritmetičke sredine) osnovnog skupa, i obrnuto je proporcionalna kvadratnom korijenu veličine uzorka. Odavle slijedi, da će procjena aritmetičke sredine osnovnog skupa biti bolja, što je uzorak veći, a osnovni skup homogeniji.

Prema upravo iznijetom formula standardne griješke glasi:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

odakle dobivamo $\sigma_{\bar{x}} = 33{,}8 = 34$.

A sada da razmotrimo što znači upravo dobiveni rezultat. Ako imamo N jedinica u osnovnom skupu i odredili smo da u uzorak uđe n jedinica, pomoću tablice slučajnih brojeva moći ćemo odabrati velik broj $\left(\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!\,(N-n)!}\right)$ uzoraka. Uzmimo primjera radi: $N = 6$, $n = 2$. Broj svih mogućih uzoraka je $\binom{6}{2} = 15$, što je 2,5 puta više nego broj svih jedinica u osnovnom skupu. Naravno da odabiranje svih uzoraka nije potrebno, te se u praksi obično zadovoljavamo s jednim uzorkom.

No kako nam svaki uzorak daje drugu vrijednost za traženi parametar (još uvijek je riječ o aritmetičkoj sredini), to nastaje pitanje da li smo izvršili sretno odabiranje uzorka, i koliko vrijednost iz njega izračunatog parametra odstupa od prave vrijednosti.

Odgovor na to pitanje daje nam standardna griješka. Prije svega moramo odrediti granice povjerenja donijete procjene. Uz vjerojatnoću od 68,26% prava sredina se nalazi u intervalu jedne standardne griješke iznad i ispod sredine prosjeka uzorka: $\bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}} = 694 \pm 34$; znači da se prava sredina nalazi između 728 i 660 sati. To je precizno određena procjena, ali je njena vjerojatnoća relativno mala, jer taj interval obuhvaća pravu sredinu samo 68,26 puta u 100, t. j. riskiramo pogriješnu procjenu 31,74 puta u 100.

Ako želimo pouzdaniji sud, moramo uzeti širi interval, razmak od 2 standardne griješke ($x \pm 2\sigma_{\bar{x}}$). Dakle razmak od 626 do 762 pokazuje vjerojatnoću od 95,45%, kod čega riskiramo samo 4,55 puta u 100 da prava sredina padne izvan ovog intervala. Ovakav sud pokazuje zadovoljavajuću pouzdanost, ali uz cijenu proširenja intervala povjerenja.

Procjenu prave sredine na bazi veličine griješke koja se želi vršimo upotrebom tablice normalne distribucije. Ako hoćemo procjenu s točno 5% pogrješke (95% vjerojatnoće), onda imamo interval od $1{,}96\sigma_x$.

3. PROCJENA PRAVE PROPORCIJE

Procjena proporcije u osnovnom skupu vrlo je korisna primjena teorije uzoraka, jer nam omogućuje upoznavanje strukture mase po numeričkim ili atributivnim obilježjima. Problem proporcija uvijek se svodi na dvoklasnu podjelu mase: na jedinice koje imaju izvjestan atribut ili vrijednost u pozitivnom ili negativnom smislu.

Ako frekvenciju promatranog atributa u uzorku označimo sa f, a sa n ukupan broj jedinica u uzorku, proporcija toga atributa izrazit će se kao:

$$p = f/n, \tag{13}$$

a proporcija jedinica bez tog atributa kao

$$q = (n-f)/n \tag{14}$$

Odavle imamo:

$$q + q = 1 \tag{15}$$

$$p = 1 - q \tag{15a}$$

$$q = 1 - p \tag{15b}$$

Kontingent proporcije datog atributa bit će np, a ostalih jedinica nq.

$$np + nq = n \tag{16}$$

$$np = n - nq \tag{16a}$$

Za procjenu nekog atributa u osnovnom skupu na bazi poznavanja proporcija u uzorku, potrebno je znati u kojim granicama može varirati proporcija u uzorku od proporcije prave veličine. Proporciju P možemo smatrati kao sredinu obilježja x (sa vrijednostima 1 i 0) te njena standardna devijacija glasi

$$\sigma = \sqrt{P \cdot Q} \tag{17}$$

a standardna devijacija proporcije u uzorku po analogiji:

$$\sigma = \sqrt{p \cdot q} \tag{17a}$$

dok će procjena standardne griješke u uzorku biti:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}} \tag{18}$$

Ako se je u slučajnom uzorku od 50 komada odrezaka čeličnih šipki kod tehnološkog ispitivanja i to pokusom rastezanja ustanovilo, da se u 42 slučaja uspjelo izvršiti rastezanje na trostruku širinu, primijenit ćemo procenat od 84% na čitavu masu kao procjenu prave proporcije. Pitanje je, koji ćemo upotrebiti interval povjerenja ove procjene. Kod vjerojatnoće od 95,45% imat ćemo interval od 2 standardne griješke iznad i ispod nađene proporcije

$$z = \sqrt{\frac{0{,}84 - 0{,}16}{50}} = 0{,}052,$$

te će se proporcija nalaziti između

$$P - 2\sqrt{\frac{p\,q}{n}} \text{ i } P + 2\sqrt{\frac{p\,q}{n}}, \tag{19}$$

odnosno:

$$0{,}84 - 2 \cdot 0{,}052 = 0{,}736 \text{ i } 0{,}84 + 2 \cdot 0{,}052 = 0{,}944.$$

Znači da će se interval povjerenja donijete procjene sa vjerojatnošću od 95,45% kretati od 73,6% do 94,4%.

Određivanje veličine uzorka

U praksi kod kontrole i preuzimanja materijala obično nije potrebno računskim putem odrediti broj jedinica u uzorak, već uzimamo neku okruglu cifru (50 ili 100). Ukoliko se dobiveni rezultat pokazuje neodređen, uzet ćemo još izvjestan broj jedinica u uzorak. Ima, međutim, slučajeva gdje je neophodno znati potreban broj jedinica (veličina uzorka). Takav je slučaj kod popisa vršenih anketom, u kojima sudjeluje veći broj popisivača, gdje se unaprijed mora znati točan broj jedinica ispitivanja, budući da naknadni popis iziskuje suvišne troškove.

U praksi je uobičajeno da se za procjenu svakog parametra osnovnog skupa uzima posebna, najprimjenljivija formula. Tako ćemo za određivanje veličine uzorka kod procjene prave aritmetičke sredine uzeti:

$$n = \frac{k^2 - V^2}{D^2}, \qquad (20)$$

gdje n znači traženu veličinu uzorka, k je višekratnik standardne devijacije (za vjerojatnost 95% = 0,95 k = 1,96), D je dozvoljeno odstupanje od odabrane točnosti (za k = 1,96 D = 0,05), a V = koeficijent varijacije (standardna devijacija mjerena jedinicama aritmetičke sredine).

Imamo dakle slijedeće vrijednosti:

$$k = 1{,}96;\ x = 3{,}5;\ \sigma = 1{,}68;\ V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = 0{,}48;\ D = 0{,}05$$

$$n = \frac{1{,}96^2 \cdot 0{,}48^2}{0{,}05^2} = \frac{3{,}84 \cdot 0{,}23}{0{,}0025} = 353$$

Za procjenu proporcije u osnovnom skupu određuje se veličina uzorka prema formuli standardne griješke (2) pri čemu moramo uzeti u obzir željenu točnost k. Tako dobivamo

$$k \cdot \sqrt{\frac{P \cdot Q}{n}} = D \qquad (21)$$

U našem primjeru od 50 komada odrezaka čeličnih šipki uzeli smo P = 0,84, a Q = 0,16. Kod vjerojatnosti od 95% dobivamo:

$$1{,}96 \sqrt{\frac{0{,}84 \cdot 0{,}16}{n}} = 0{,}05$$

$$n = 207.$$

Ispitivanje statističkih procjena

Procjenom parametara pomoću metode uzoraka dobiva se intervalna procjena, koje se značaj ispituje raznim testovima. Testom se provjerava osnovanost postavljene hipoteze. Najuobičajenija se hipoteza svodi na pitanje može li se neka pretpostavljena vrijednost, različita od procjene uzorka, uzeti kao prava vrijednost.

U našem smo primjeru ustanovili prosječno trajanje žarulja 694 sati. Postavlja se pitanje da li je vjerojatno da prava sredina dostiže 800 sati. Ovu ćemo hipotezu provjeriti uz pomoć razlike između hipotetične i procijenjene vrijednosti, izražene u jedinicama standardne griješke:

$$T = \frac{\bar{x}' - \bar{x}}{\bar{x}} \qquad (22)$$

Standardna griješka nam je poznata (34), te imamo:

$$T = \frac{800 - 694}{34} = 3{,}1.$$

Rezultat znači vjerojatnost od 3,1 δ da će se prosječna vrijednost popeti do hipotetične. Interval od 3,1 σ obuhvaća 99,8% dakle samo 0,2% slučajeva se nalazi izvan toga intervala.

Iz prednjeg zaključujemo da je hipotetična vrijednost — ne nemoguća, nego vrlo rijetka, te odbacujemo hipotezu.

Pošto kod ove vrste ispitivanja ne postoji izvjesnost nego samo vjerojatnoća, moramo odrediti mjeru vjerojatnoće (granice povjerenja). Ovdje se izlažemo opasnosti da uslijed preuske granice odbacimo ispravnu hipotezu, ili pak da prihvatimo pogrešnu hipotezu uslijed preširokih granica. Najbolji kriterij za opredjeljivanje između tih dviju krajnosti je sama priroda problema. Ako na primjer ispitujemo neku pojavu gdje postoji mogućnost opasnosti po život, odredit ćemo široke granice povjerenja (preko 3,33δ = 99,9%), kako bismo obuhvatili i najmanju mogućnost ostvarenja hipoteze. Ako pak ispitujemo problem potrošnje električne energije u seoskim domaćinstvima bit će nam dovoljne i uže granice povjerenja (1,98 σ = 95%).

U praksi se vrlo često javlja potreba uspoređivanja procjena iz dva ili više uzoraka. U tom se slučaju upotrebljava test signifikantnosti, koji nam daje informaciju o tome da li je razlika između dviju aritmetičkih sredina ($\bar{x}_1$ i $\bar{x}_2$) izabranih iz dvaju različitih uzoraka dovoljno velika da bude signifikantna, ili je mala, te se može pripisati slučaju.

Želimo znati, da li je veća potrošnja električne energije po domaćinstvu u predgrađu ili u centru grada. Pitamo se, da li je razlika između prosječne potrošnje navedena dva dijela grada signifikantna ili slučajna. U naredne dvije tabele donosimo primjera radi, mjesečnu potrošnju električne energije po domaćinstvu za dva uzorka (centar i predgrađe).

Mjesečna potrošnja el. energije po domaćinstvu u centru

Tabela 4

Mjes. potr. u kWh	Razredna sredina x_1	Broj domaćinstava f_1	fx_1	fx_2^1
—10	5	6	30	150
11—20	15	10	150	2250
21—30	25	14	350	8750
31—40	35	20	700	24500
41—50	45	16	720	32400
51—60	55	15	825	43375
60—	65	9	585	38025
Ukupno	—	90	3360	151450

Mjesečna potrošnja električne energije po domaćinstvu na periferiji Tabela 5

Mjesečna potrošnja u kWh	Razredna sredina x_2	Broj domaćinstava f_2	fx_2	fx_2^2
—10	5	15	75	375
11—20	15	18	270	4050
21—30	25	20	500	12500
31—40	45	12	425	14875
41—50	45	6	270	12150
51—60	55	3	165	9075
61—	65	1	65	4225
Ukupno	—	75	1770	57250

Iz ove dvije tabele dobivamo slijedeće parove vrijednosti:

$\bar{x}_1 = 37{,}4$ kWh $\qquad \bar{x}_2 = 23{,}5$kWh

$\sigma_1^2 = 282 \qquad \sigma_2^2 = 96{,}4$

$n_1 = 90 \qquad n_2 = 75$

Standardna griješka razlike aritmetičkih sredina će biti

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} \pm \frac{\sigma_2^2}{n_2}} \qquad (23)$$

odakle izlazi:

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{282}{90} + \frac{96{,}4}{75}} = 2{,}1$$

Izabrali smo stupanj sigurnosti 95% (1,96). Izračunat ćemo razliku prosječnih vrijednosti iz uzoraka, mjerenu jedinicama standardne griješke:

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} = \frac{37{,}4 - 23{,}5}{2{,}1} = 6{,}6$$

Kao što vidimo razlika između dobivenog rezultata i izabranog stupnja sigurnosti je velika, što znači da je i razlika između prosječne potrošnje električne energije po domaćinstvu u centru i periferiji signifikantna, a nikako slučajna.

*

Materijal izložen u ovom članku predstavlja samo najsažetiji pregled danas već vrlo opsežno razrađene teorije uzoraka (reprezentativne metode), koja nalazi široku primjenu na svim područjima ljudske djelatnosti i prirodnih zbivanja, a može se vrlo korisno primijeniti za studijski rad u elektroprivredi.

Bogata literatura s tog područja potpuno će moći zadovoljiti zainteresirane i upoznati ih s prednosti ove metode, čime će i svrha tog članka biti polučena.

Literatura

[1] Serdar Vl.: Udžbenik statistike, Treće izdanje, Zagreb, 1957.

[2] Obradović S. i Sentić M.: Osnovi statističke analize.

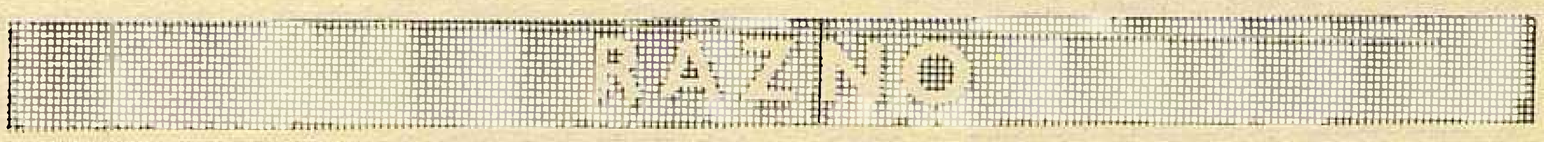
[3] Feuerbach M.: Statistički podaci o strukturi potrošnje elektr. energije u NR Hrvatskoj, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1957.

[4] Ećimović J.: Osnovi statističke reprezentativne metode.

[5] Deming: Teorija reprezentativne metode, Prijevod s engleskog, Beograd, 1952.

[6] Hald A.: Statistical Tables and Formulas (New-Xork, 1952).

Naslov pisca: Drago Kostanjšek, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.



Unapređenje toplinskog gospodarstva u NRH

Jakob Lucati, Zagreb

DK 620.9.003 : 662,6/.9

U članku se daje prikaz trogodišnjeg djelovanja Toplinskog odjela Instituta za elektroprivredu, a u okviru zadataka unapređenja industrijske proizvodnje.

*

Napori zajednice na području štednje goriva našli su ostvarenje u službi toplinske racionalizacije, koju vrše specijalizirane organizacije i to: Institut za ugalj, Beograd, Mašinski institut SAN, Beograd, Kemički institut *Boris Kidrič*, Ljubljana i Institut za elektroprivredu Zagreb. Svaki od navedenih instituta izvršio je niz zadataka prema godišnjim programima, a u okviru djelovanja na unapređenju industrijske proizvodnje.

U daljnjem tekstu dat ćemo kratak prikaz trogodišnjeg rada Toplinskog odjela Instituta za elektroprivredu na ovim zadacima za razdoblje od 1956.–1958. godine.

1. Detaljna ispitivanja cijelih poduzeća su izvršena u:
   2 tvornice šećera: Branjin Vrh i Osijek
   2 termoelektrane: Zagreb i Jertovec
   1 energana: Željezara Sisak.

2. U 37 industrijskih poduzeća NRH raznih grana izvršeni su pregledi ekonomije topline (brzi pregledi)).

3. Izrađeni su specijalni zadaci općeprivrednog značenja: Energetski tok NRH, Katastar izvora toplinske energije NRH, Orijentacija centralnih grijanja na ekonomski povoljna goriva, Elaborat o tehničko-ekonomskom sastavu parnih kotlova u NRH, Elaborat o ekonomskoj opravdanosti toplinske racionalizacije u FNRJ, Uputstva za određivanje normativa potroška topline u termoelektranama, Racionalizacija u velikoprostornom grijanju u industriji NRH, Ekonomija topline u industrijskim termoelektranama u NRH, Štednja goriva u pogonu parnih kotlova, Štednja goriva u industrijskim pogonima, Elaborat o tehničko-ekonomskim svojstvima domaćeg izolacionog materijala, Razvoj mjerača toplinskog toka, Razvoj diferencijalnog mjerača propuha.

4. Ostali zadaci

U godini 1957. i 1958. održana su savjetovanja sa ložačima i strojarima toplinskih postrojenja u industriji. Savjetovanja su održana u Zagrebu, Osijeku, Karlovcu, Sisku, Rijeci i Splitu.

Savjetovanja su se sastojala u predavanjima, prikazivanju filmova i diskusiji, a materijali su besplatno podijeljeni da služe kao priručnici za pogonsku praksu.

Efekat trogodišnjeg rada

Intervencija Toplinskog odjela Instituta za elektroprivredu obuhvatila je detaljnim i brzim pregledima poduzeća koja troše godišnje ukupno:

kamenog uglja	oko 47.000 tona,
mrkog uglja	oko 410.000 tona,
lignita	oko 255.000 tona,
ulja za loženje	oko 134.000 tona.

Godišnji troškovi za gorivo iznose oko Din 4.340,000.000.

Prema prijedlozima na temelju detaljnih i brzih ispitivanja od 1956.—1958. godine predviđene su uštede goriva, čiji godišnji efekt iznosi oko Din 580,000.000 ili u prosjeku oko 13% od godišnjih troškova za gorivo.

Ovdje moramo razlikovati uštede bez investicija od onih koje uslovljavaju investicije:

Bez naročitih investicija, već načelno u okviru investicionog i redovnog održavanja predložene su mjere za 35 poduzeća, koja troše godišnje za gorivo oko Din 3.580,000.000 sa efektom ušteda oko Din 364,000.000. Prema tome prosječni efekt uštede iznosi oko 10%.

Ulaganjem investicija koje bi trebale da budu opravdane na temelju ušteda u gorivu predložene su mjere za 6 poduzeća, koja troše godišnje za gorivo oko Din 761,000.000 sa efektom ušteda oko Din 216,000.000. Prema tome prosječni efekt uštede iznosi oko 28%, a potrebne investicije oko Din 540.000.000.

Ako uzmemo u obzir stalne troškove (troškovi kapaciteta) prema današnjim ekonomskim instrumentima u industriji, slijedi godišnja ušteda kod ovih poduzeća od oko 14%.

Karakteristično je da kod 85% ispitanih poduzeća predložene uštede ne uslovljavaju naročite investicije.

Glavni izvori slabe ekonomije topline u našoj industriji nalaze se uglavnom u ovim nedostacima:

Nepravilno rukovanje kotlovskim postrojenjima u pogonu (loše sagorijevanje, mnogo zraka, veliki propad i gubici u drozgi).

Nepravilno održavanje postrojenja (izvađeni ili oštećeni ekonomajzeri i zagrijači zraka, nedovoljno brtvenje roštilja, pukotine u oziđu i t. d.).

Loša i neekonomična priprema vode (bez dovoljnog zagrijavanja i otplinjavanja, zagrijavanje se vrši svježom parom).

Pomoćni strojevi u kotlovnici predimenzionirani i rade na ispuh.

Opterećenja kotlova su vrlo kolebljiva i uglavnom su ili u području forsiranja ili u području malih opterećenja, što nepovoljno utječe na ekonomiju.

Izbor vrste uglja nije izvršen na osnovi ekonomske opravdanosti ni tehničkih osobina kotlova (upotreba mrkog uglja na kosim roštiljima ili mlinovima).

Pomanjkanje glavnih mjernih instrumenata kao vage, protočnih instrumenata, termometara i kontrolnih instrumenata za dimne plinove.

Rad strojarnice, t. j. parnih turbina i parnih strojeva bez ekonomske računice.

Nedovoljno korištenje prednosti protutlačne, oduzimne i ispušne pare za tehnološki proces ili zagrijavanje i tamo gdje postoje odgovarajuće mogućnosti.

Nedovoljno korištenje akumulacije pare pomoću parnih akumulatora, koji bi omogućili protutlačni rad i sprečavali velika kolebanja.

Nepravilno rukovanje pogonskim strojevima koje se sastoji u neodržavanju ulaznog pritiska i temperatura na potrebnoj visini, kao i u nepravilnom postupku sa kondenzacijom.

Nekontrolirana potrošnja topline u tehnološkom procesu, koja se sastoji u pretjeranoj potrošnji i neravnomjernom opterećenju.

Korištenje nepovoljnih pritisaka i temperatura pare u tehnološkom procesu, što je vezano uz znatne gubitke.

Ekonomija povratnog kondenzata vrlo je loša u većini poduzeća, a sastoji se u velikim gubicima kondenzata otparka i prodiranja pare kroz kondenzne lonce.

Para za grijanje vode u velikoj mjeri se koristi u direktnom postupku.

Sušare su vrlo neekonomične, nisu podešene na štednju topline, izlazni zrak nije dovoljno zasićen.

Grijanja prostorija su u industriji vrlo neekonomična, bez regulacije, oprema je velikim dijelom zastarjela i trošna, kondenzat nedovoljno iskorišten.

Razvodni cjevovodi su nepravilno dimenzionirani, imaju tijesna grla i veliki pad pritiska.

Cjevovodi parni i kondenzni nisu kvalitetno izolirani, niti se izolacija dovoljno održava.

Kondezni lonci se ne održavaju pravilno.

Ne postoji dovoljno evidencije o potrošnji pare u procesu putem mjerenja.

Ne postoji dovoljno koordinacije između pojedinih odjeljenja i kotlovnice, što onemogućava provođenje principa štednje u poduzeću kao cjelini.

Ne vodi se dovoljno računa o korištenju otpadne topline u poduzećima (plin gori na baklju, topla voda iz procesa pušta se u kanal, ispuh strojeva ide u zrak i t. d.).

Rezultati ostvarenja u praksi

Treba istaknuti da je rad na toplinskoj racionalizaciji nailazio u prvo vrijeme na pasivni stav kod izvjesnog broja poduzeća i da je ozbiljnim sistematskim radom trebalo afirmirati službu toplinske racionalizacije u industriji. Ovom pojavom su se manje ili više suočavali i u drugim zemljama prilikom uvođenja ove djelatnosti.

Danas se ova služba afirmirala i ne nailazi više na predrasude, poduzeća su svijesna da im je pomoć u rješavanju ovih problema potrebna i korisna, te se sve više obraćaju na Institut i traže pomoć.

U pogledu *prihvaćanja predloženih mjera,* t. j. ostvarenja ušteda nailazimo u praksi na ove pojave:

1. Kod jednog dijela poduzeća odmah se primjenjuju predložene mjere, naročito one koje ne zahtijevaju posebne rekonstrukcije ili nisu vezane uz naročite troškove. Sa izvjesnim zakašnjenjem sve više se primjenjuju predložene mjere, time da se obično zadržavaju tamo gdje se pojave poteškoće u pogonskim prilikama ili financiranju.

Naročito uspješno primjenjuju u praksi predložene mjere ona poduzeća u kojima se istovremeno sa poboljšanjem ekonomije rješavaju i pogonske teškoće uslijed tijesnog grla u kapacitetima toplinske instalacije.

Kod jednog dijela poduzeća, unatoč činjenice da se slažu sa opravdanošću predloženih mjera, nemaju dovoljno upornosti da ih u cijelosti provedu. Uprave poduzeća nemaju osjećaj vrijednosti ušteđenog goriva u odnosu na brutto produkt poduzeća, jer ono predstavlja samo mali postotak.

2. Izvjestan broj poduzeća ne raspolaže financijskim sredstvima za nabavke, niti u visini onih koje se za najkraće vrijeme isplaćuju, jer u okviru tvornice postoje druge prioritetne potrebe. Tu postepeno prijedlozi dolaze do realizacije sa zakašnjenjem.

Prijedlozi, čija realizacija ovisi o investicionom ulaganju, redovno se teže ostvaruju, pa i oni sa najvišim dokazanim rentabilitetom.

3. Često nailazimo na pojavu nedovoljne stimulacije kod pogonskog osoblja za poduzimanje mjera racionalizacije u cilju ostvarenja ušteda. Ovo se tumači nestimulativnim nagrađivanjem pogonskog osoblja i pomanjkanjem konta ušteda (racionalizacija).

Unatoč ovih činjenica možemo konstatirati da je vrlo malo poduzeća koja se oglušuju na predložene mjere. Realizacija se vrši sa izvjesnim zakašnjenjem. Tako se u godini 1958. pristupilo u nekim poduzećima poduzimanju mjera predloženih 1956. i 1957. godine. Pored toga, uslijed nedostatka instrumenata i pogonske evidencije, rezultati se ne prate niti registriraju. Ostaje na konstataciji, da su korisne mjere poduzete i uspjesi su osjetni, ali rezultati se posebno ne iska-

zuju. Vrlo često se efekt uštede ne može utvrditi, premda neosporno postoji, jer toplinski tok nije uravnotežen, te se uštede u kotlovnici kompenziraju sa gubicima u tehnološkom procesu i t. d.

Najčešće se povećanje toplinske ekonomije odražava na volumen i kvalitet konačnog proizvoda u poduzeću, za što opet nema ni mjerila ni kontrole efekta. Na pr. ekonomizacija u kotlovnici, pored štednje goriva, obično povećava kapacitet kotlova. Time se često uklanja tijesno grlo u fabrikaciji, što se neposredno odrazuje na proizvodnju. Ili ekonomizacija topline u tehnološkom procesu otklanja tijesno grlo u kotlovnici. Sve ovo se ne registrira. U praksi sličnih institucija u drugim zemljama smatraju kao normalnu pojavu da efekti intervencija toplinske racionalizcije rijetko dolaze odmah do izražaja, kao i da je naročito teško bez sistematske kontrole uštedu točno utvrditi.

Ovdje dajemo pregled glavnih ostvarenja i obrazloženja iz kojih se mogu ocijeniti približni rezultati koji su postignuti u praksi, kako za poduzeća, tako za opću privredu zemlje:

Detaljni pregledi

1. Termoelektrana Zagreb
2. Termoelektrana Jertovec
3. Energana Sisak

Primjenom elaborata o racionalizaciji u kojima su za svako poduzeće određene karakteristike svakog kotla, turbine i vlastite potrošnje, data je u ruke pogonskom osoblju poluga putem koje mogu stalno dirigirati rad u granicama optimalnih uslova korišćenja postojećeg postrojenja. Pored toga ukazano je na glavne izvore gubitaka i na način za njihovo otklanjanje.

TE Zagreb se služi u pogonu našim elaboratom i pristupila je, po našoj preporuci, određivanju optimalnih goriva i mješavina.

TE Jertovec od 1. I. 1959. godine vrši dirigiranje kotlova, turbina i vlastite potrošnje putem datih optimalnih karakteristika, kao i bilanciranje, normiranje, a u pripremi je i premiranje.

Energana Sisak vrši optimalnu raspodjelu opterećenja u energani na bazi datih karakteristika.

Ova 3 poduzeća troše godišnje za gorivo oko

Din 1.550,000.000

Danas se još ne može utvrditi točan rezultat poduzetih mjera, ali je nepobitno da su rezultati osjetni, tim više što svaki 1% uštede kod ovakvih poduzeća goriva iznosi u efektu oko Din 15,500.000 bez ulaganja naročitih investicija.

4. Tvornica šećera Branjin Vrh
5. Tvornica šećera Osijek.

Obje šećerane su poslije naše intervencije radile 3 kampanje sa zastarjelom i trošnom opremom. Predložene mjere date su ovim tvornicama kao uputstva za uklanjanje grubih nedostataka u ekonomiji cijelih pogona. To se naročito povoljno odrazilo na Tvornicu šećera Branjin Vrh.

Ove šećerane troše godišnje za gorivo oko Din 300,000.000. Ušteda od 1% predstavlja godišnji efekt od Din 3,000.000, a bez ulaganja naročitih investicija.

*Brzi pregledi**

Intervencije godine 1957.

1. Tvornica Josip Kraš, Zagreb

Na naš prijedlog uključila je ekonomajzer u kotao i u velikoj mjeri riješila problem povratnog kondenzata.

2. Tvornica ulja, Zagreb

Poduzela mjere uključivanja ekonomajzera i riješila problem nedostatka propuha.

3. Tvornica špirita »Žumberak«, Savski Marof

Izvršila rekonstrukciju kotlovnice, nabavila novi kotao.

Intervencije godine 1958.

Od 30 pregledanih poduzeća iznosimo markantne pojave:

4. TE Osijek

Podešen je tehnički minimum (koji ispunjava pretežni dio vremena u kotlovnici) na optimalnu vrijednost.

5. »Jugovinil«, Kaštel Sućurac

Ukazano je na koji način se dade postići optimalno korišćenje i preporučeno korišćenje nereguliranih oduzimanja. Ove mjere uzete su u razmatranje.

15 poduzeća tekstilne industrije

U svim poduzećima date su eksploatacione karakteristike njihovih kotlova i većih turbina, te ukazano na pogonske mjere koje dovode do štednje goriva. Prema informacijama koje smo pribrali, ove mjere se djelomično primjenjuju, a djelomično proučavaju i vrše pripreme. U svakom slučaju možemo računati da je njihov korisni upliv osjetan već sada, i da će tokom vremena doći u velikoj mjeri do realizacije.

Ovo se odnosi analogno na ostala poduzeća u kojima su u godini 1959. vršeni brzi pregledi.

Efekt 1% štednje goriva u godini za poduzeća brzih pregleda iznosi oko Din 43,000.000. Iz prednjeg slijedi da efekt 1% godišnje uštede na gorivu predstavlja u prosjeku oko Din 60,000.000.

Iz ove kratke analize se vidi da i djelomično izvršavanje predloženih mjera racionalizacije dovodi do krupnih ušteda u privredi. *Prema našoj procjeni efekt do sada izvršenih mjera iznosi oko 3 do 5%.*

Specijalni i opći zadaci

Intervencije u pogonima imaju za cilj da se racionalnom potrošnjom goriva poveća rentabilitet u poduzeću. Dokumentacija koja je izrađena u okviru specijalnih zadataka služi za pravilno i ekonomično rukovođenje privredom. U potvrdu toga dajemo obrazloženje za glavne radove:

1. Ekonomska opravdanost toplinske racionalizacije u FNRJ je djelo koje daje detaljan uvid u današnje stanje i služi za pravilno usmjeravanje perspektivnog razvoja.

2. Katastar kotlova NRH pokazuje današnji tehničko-ekonomski sastav i daje osnove za perspektivno usmjeravanje na ekonomski opravdana goriva.

3. Ekonomija topline u industrijskim termoelektranama pokazuje današnje stanje izvora gubitaka i neopravdanost trošenja kvalitetnih goriva i u kišnim periodima.

4. Racionalizacija velikoprostornog grijanja u industriji pokazuje nepravilno rješavanje ovog problema danas i štetne posljedice, kao i potrebu izvršenja suvremenih rješenja.

Ako istaknemo da se u industrijskim termoelektranama NRH troši goriva godišnje u vrijednosti od oko Din 1.600,000.000, a za grijanje u industriji od oko Din 1.000,000.000, slijedi da 1% ušteda iz oba naslova racionalizacije daje *godišnji efekt od oko Din 26,000.000.* Značaj ovih zadataka je veoma velik tim više što se na tom području mogu ostvariti visoke uštede.

Zaključak

Da se prijedlozi za racionalizaciju u cijelosti ili bar u većoj mjeri u praksi primjenjuju, a time i opravdane uštede realiziraju, možemo predložiti slijedeće:

1. Da se uvede obavezna kontrola toplinskog gospodarstva u industriji putem termičkih inspekcija.

2. Da se osnivaju posebni fondovi racionalizacije u pogonima, s time da se na posebna konta ulažu sredstva ostvarena racionalizacijom (po mjestu ostvarenja ili nekad ekonomskim jedinicama). Iz ovih sredstava da se financiraju rekonstrukcije, racionalizacije i investicije, kao i da se vrši stimulacija osoblja.

3. Da se pri odobravanju investicionih zajmova za rekonstrukcije toplinskih postrojenja u poduzećima uzmu u obzir obrazloženi prijedlozi službe racionalizacije.

4. Da se putem ekonomskih instrumenata za investicije u cilju racionalizacije poduzeća stimuliraju na postepeno moderniziranje zastarjele i trošne opreme.

* Navodimo samo markantne primjere.

Prema do sada stečenom iskustvu uspješno djelovanje na području toplinske racionalizacije zahtijeva i nadalje sistematski rad raznih oblika, koji se sastoje od:

detaljnih ispitivanja,

brzih pregleda,

zadataka opće privrednog i razvojnog karaktera (ovamo spada i omasovljenje ideje, propaganda i uzdizanje kadrova).

Kako je istaknuto približni i nisko ocijenjeni efekt ostvarene uštede pokazuje da je služba toplinske racionalizacije rentabilna.

U slučaju da bi se uštede ostvarile u približno punoj predloženoj vrijednosti, troškovi službe racionalizacije za rad i opremu iznosili bi oko 5%, a samo za rad oko 3,5% od predloženog efekta godišnje uštede, što je potpuno u skladu sa rezultatima koje postižu slične institucije u drugim zemljama.

Praksa kod nas i u drugim zemljama je pokazala da je za sistematski rad na ovom području od najveće važnosti da se financiranje vrši iz društvenih sredstava. Samo u tom slučaju se mogu uspješno povezivati interesi pojedinih poduzeća sa interesima opće narodne privrede.

Orijentiranjem financiranja službe racionalizacije isključivo na industriju rješava se problem racionalnijeg trošenja u izvjesnoj mjeri, ali u tom slučaju prelazi se sa sistematskog djelovanja na uslužno i nesistematsko. Obuhvatni rad na krupnom usmjeravanju ekonomije u korišćenju goriva i razvojni rad u tom slučaju otpada, a taj je u našem privrednom sistemu od naročite važnosti. Za sada je službom racionalizacije obuhvaćen mali dio termo-energetike (kotlovi, turbine, cjevovodi, klasični tehnološki procesi, sušare, rashladni tornjevi i t. d.), a koliko nam još treba da uključimo domaćinstvo, saobraćaj, kemijske i specijalne tehnološke procese i t. d.! Sve ovo treba obuhvatiti i uporno djelovati niz godina da bi naše toplinsko gospodarstvo sveli približno na razinu industrijski razvijenih zemalja.

U dosadašnjem radu stečena su bogata iskustva i osposobljen je izvjestan broj specijalnih termoenergetskih kadrova. Zahvaljujući staranju Savezne industrijske komore i Saveznog izvršnog vijeća, te Sekretarijata za industriju, nabavljena je i najnužnija oprema. Ovo su preduslovi za uspješan rad na daljnjem rješavanju ovih problema.

Naslov pisca: Ing. Jakob Lucati, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

Elektroprivreda Evrope od 1952, do 1957,

Drago Kostanjšek, Zagreb

DK 621.311.1 (4)

Da bi se razvoj elektroprivrede neke zemlje mogao usmjeriti u stanovitom pravcu, potrebno je dati izvjesne smjernice tog razvoja. Najjednostavnije utvrđivanje tih smjernica je postavljanje već postojećih koeficijenata privredno naprednijih zemalja kao konačnog cilja u stanovitom vremenskom razdoblju.

Stoga je kao prvo učinjen pokušaj da se utvrdi položaj elektroprivrede Jugoslavije, a posebno njenih narodnih republika, među ostalim zemljama Evrope, te su sakupljeni podaci o razvoju od 1952. do 1957. elektroprivrede gotovo svih evropskih država ((vidi literaturu na kraju članka).

Maksimalne neto snage

Prema definiciji UNIPEDE maksimalna neto snaga je snaga mjerena na granici izlaska (pragu) elektrane, t. j. odbivši snagu potrošenu za vlastiti pogon, kao i onu koja je potrošena kod gubitaka u transformatorima elektrane, ako postoje.

Ukupne maksimalne neto snage država Evrope u godini 1957. (bez Albanije i Portugala), kao i indeksi za razne vremenske periode prikazani su tabelom 1.

Odnosi maksimalnih neto snaga u Evropi

Tabela 1

Elektrane		Snage u 1956. god.	Struktura %	Prosj. god. prirast % 1952—1957
a		1	2	3
Javne:	HE	49764	27,3	10,5
	TE	82795	45,2	10,8
	Svega	132559	72,5	10,7
Vlastite:	HE	7346	4,0	4,3
	TE	43115	23,5	8,0
	Svega	50461	27,5	7,4
Ukupno:	HE	57110	31,3	9,6
	TE	125910	68,7	9,8
	Svega	183020	100,0	9,7

Iz strukture je vidljivo da na javne elektrane otpada cca 3/4, a na vlastite samo 1/4 ukupnih snaga. Promatramo li strukturu s obzirom na vrst elektrana ustanovit ćemo da na hidroelektrane otpada otprilike 1/3, a na termoelektrane 2/3 ukupnih snaga. Iz indeksa se vidi da je porast snaga u 1957. nešto veći nego u 1956. Prosječni godišnji prirast (kolona 3) ukazuje da gotovo nema razlike u razvoju hidro i termoelektrana, dok se istovremeno opaža znatno sporiji razvoj vlastitih nego javnih elektrana.

Usporedimo li ukupni porast maksimalnih neto snaga po narodnim republikama FNRJ Jugoslavije s ostalim evropskim državama, upast će nam u oči najznačajnija činjenica: dok je po tom porastu FNR Jugoslavija kao cjelina na prvom mjestu u Evropi, NR Hrvatska je među posljednjima. Međusobna usporedba narodnih republika daje još veću neuravnoteženost (tabela 2).

Ukupni porast instaliranih snaga u Jugoslaviji po narodnim republikama od 1952—1957.

Tabela 2

Narodna republika	Javne elektrane	Vlastite elektrane	Ukupno	Indeks porasta	
				Evropa = 100	Jugoslavija = 100
a	1	2	3	4	5
Srbija	293	97	158	268	113
Hrvatska	59	2	44	75	31
Slovenija	119	—	119	202	85
B i H	958	28	402	681	287
Makedonija	204	—	204	346	146
Crna Gora	96	—	96	163	69
Jugoslavija	166	61	140	237	100

Proizvodnja

Sakupljena je proizvodnja svih evropskih država osim Albanije, a predstavljena je tabelom 3.

Odnosi neto proizvodnje električne energije Evrope

Tabela 3

Elektrane		Proizvodnja u 1957. (kWh × 10^6)	Struktura (%)	Prosječ. god. prirast % 1952—1957
a		1	2	3
Javne:	HE	186746	26,3	9,3
	TE	336557	47,4	10,7
	Svega	523303	73,7	10,4
Vlastite:	HE	30192	4,2	4,6
	TE	156604	22,1	8,7
	Svega	186796	26,3	8,0
Ukupno:	HE	216938	30,5	8,1
	TE	493161	69,5	10,0
	Svega	710099	100,0	9,6

Učešće javnih elektrana u ukupnoj proizvodnji iz godine u godinu konstantno raste, a vlastitih pada, dok odnos hidro i termo-energije varira oko 30% i 70%. Svi odnosi promatrani u ovoj tabeli pokazuju slične karakteristike kao kod snaga. Odnos proizvodnje i snage (godišnje iskorištenje neto snage) prikazano je tabelom 4.

Odnos ukupne proizvodnje električne energije i snaga Evrope u god. 1957.

Tabela 4

Elektrane		Proizvodnja (kWh 10^9)	Maksimalne neto snage (kW 10^6)	God. iskorišćenje neto snage (sati)
		W_g	P_i	W_g/P_i
a		1	2	3
Javne:	HE	186,7	49,8	3770
	TE	336,6	82,8	4060
	Svega	523,3	132,6	3940
Vlastite:	HE	30,2	7,3	4140
	TE	156,6	43,1	3640
	Svega	186,8	50,4	3700
Ukupno:	HE	216,9	57,1	3800
	TE	493,2	125,9	3920
	Svega	710,1	183,0	3880

Iz tabele 4 je vidljivo, da je veće iskorišćenje javnih od vlastitih elektrana, te termo od hidroelektrana. Karakteristično je da se iskorišćenje za sve vrste elektrana — bez većih odstupanja kreće oko 3900 sati/god.

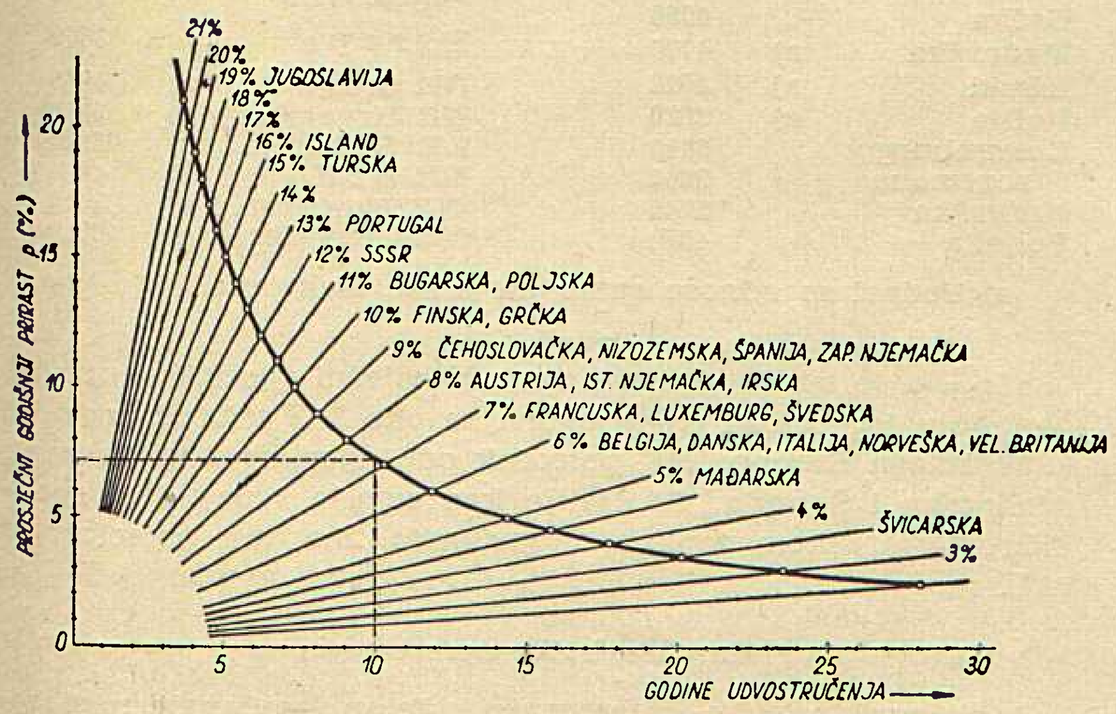
Prema razvoju godišnjeg iskorišćenja od 1952—1957. države Evrope se mogu podijeliti u četiri grupe:

1. Iskorišćenje raste: Austrija, Belgija, Island,
2. Iskorišćenje pada: Irska, Švedska i SSSR,
3. Iskorišćenje je konstantno (uz minimalna kolebanja): Bugarska, Čehoslovačka i Velika Britanija,
4. Iskorišćenje je nestalno: Jugoslavija i sve ostale države.

Prosječni godišnji prirast proizvodnje električne energije u promatranom periodu najviši je kod Jugoslavije 18,3%, a najniži kod Švicarske 3,8%, dok je prosjek za Evropu 9,5%. Isti prirast po narodnim republikama je slijedeći:

NR Srbija	16,6%	NR B i H	33,0%
NR Hrvatska	11,5%	NR Makedonija	28,3%
LR Slovenija	17,1%	NR Crna Gora	29,2%

Karakteristično je da su mnoge države pogoršale postotak prosječnog prirasta u godini 1957., kao: Austrija, Bugarska, Island, Luxemburg, Mađarska, Nizozemska, Poljska, Rumunjska, Švedska, Švicarska, Velika Britanija, SSSR, Zapadna Njemačka, a od naših narodnih republika NR Hrvatska i NR Crna Gora. Manji je broj država koje su poboljšale svoj prosječni prirast: Čehoslovačka, Danska, Finska, Francuska, Grčka, Italija, Norveška, Turska, Jugoslavija kao cjelina i Evropa kao cjelina. Od naših narodnih republika ovamo spadaju: Srbija, Slovenija, B i H i Makedonija.



Sl. 1. Raspodjela država u Evropi po veličini prosječnog godišnjeg prirasta proizvodnje električne energije u periodu od 1952 — 1957 i krivulja udvostručenja

Isti je prirast prikazan i krivuljom udvostručenja (slika 1), iz koje se vidi mjesto pojedine evropske države, kao i potreban broj godina za udvostručenje proizvodnje. Iz slike se vidi da na jednom kraju (najviša točka) leži Jugoslavija u grupi p = (18—19)%, a na drugom kraju Švicarska u grupi p = (3—4)%. Između ova dva navedena ekstremna položaja redaju se ostale države oko prosječnog prirasta cijele Evrope 9,54%

U tabeli 5 prikazana je godišnja proizvodnja po stanovniku u 1957.:

Specifična proizvodnja po stanovniku država Evrope (proizvodnja uzeta na pragu)

Tabela 5

Država	kWh/stan.	Država	kWh/stan.
1. Norveška	7385	14. Nizozemska	1147
2. Švedska	3924	15. SSSR*	860
3. Luxemburg	3864	16. Italiija	858
4. Švicarska	3118	17. Danska	821
5. Island	2725	18. Poljska	691
6. Vel. Britanija	1937	19. Irska	586
7. Ist. Njemačka	1819	20. Mađarska	503
8. Finska	1774	21. Španija	496
9. Austrija	1748	22. Jugoslavija	**324**
10. Zap. Njemačka	1694	23. Bugarska	322
11. Belgija	1407	24. Rumunjska	276
12. Francuska	1307	25. Portugal	241
13. Čehoslovačka	1230	26. Grčka	195
Evropa	1122		kWh/stan.
1. LR Slovenija	1454	4. NR Srbija	179
2. NR B i H	350	5. NR Makedonija	152
3. NR Hrvatska	251	6. NR Crna Gora	72

Od narodnih republika FNR Jugoslavije, jedino je LR Slovenija dostigla, a u posljednje tri godine i prestigla evropski prosjek. Ostale republike nalaze se daleko ispod prosjeka, ili točnije, čak na posljednjim mjestima među evropskim državama.

Interesantan je i odnos prosječnog godišnjeg prirasta proizvodnje i specifične proizvodnje (kWh : kWh/stan.). Iz izračunatih koeficijenata prije svega je upadljivo također prvo mjesto Jugoslavije (kao i kod proizvodnje), dok naše tri ranije zaostale republike daleko premašuju jugoslavenski prosjek. Obzirom na to da li je koeficijent iznad ili ispod 1 imamo 3 grupe država:

1. U prvom slučaju (Austrija) intenzitet razvoja proizvodnje i populacije, a prema tome i specifične proizvodnje, je isti. Odnos između oba prirasta je 1, što daje naslućivati da će i u bližoj budućnosti proizvodnja, kao i specifična proizvodnja rasti istim tempom.

2. U drugom slučaju intenzitet razvoja populacije je brži od proizvodnje, uslijed čega rezultira sporiji razvoj specifične proizvodnje. To su države s koeficijentom većim od 1. Po ovom obrascu razvija se većina država.

3. Samo 2 države (Bugarska i Grčka) imaju koeficijent manji od 1, što ukazuje na sporiji razvoj populacije od razvoja proizvodnje, te je prema tome razvoj specifične proizvodnje brži.

Koeficijent r = 0,957 potvrđuje da se radi o uskoj vezi između promatrane dvije pojave.

Usporedba proizvodnje električne energije i populacije država Evrope u 1957. prikazana je slikom 2. Na karti Evrope ilustriran je odnos proizvodnje i populacije po državama ekscentričnim krugovima. Isti odnos za narodne republike FNR Jugoslavije predočen je slikom 3.

Potrošnja električne energije

Kao baza za raspoloživu energiju za potrošnju poslužila je neto proizvodnja, uzevši kod toga u obzir međudržavnu razmjenu. Ne postoje podaci jedino za Albaniju.

U tabeli 6 prikazani su neki odnosi ukupne potrošnje u Evropi po glavnim grupama potrošača (prema međunarodnim uzancama).

---

* Broj stanovnika SSSR-a računat je bez zemalja pripojenih za vrijeme i poslije II. svjetskog rata (Estonija, Letonija, dio Litve, Čehoslovačke, Finske, Poljske i Rumunjske) a koje su 1940. iznosile oko 23. mil. stanovnika.

Odnosi potrošnje električne energije za Evropu

Tabela 6

Kategorija potrošača	Potrošnja u 1957. (kWh × 10^6)	Struktura %	Prosječ. god. prirast (%) 1952—1957.
a	1	2	3
Industrija	457665	64,5	9,0
Saobraćaj	28414	4,0	7,9
Siroka potrošnja	157895	22,3	9,8
Gubici	65512	9,2	7,6
Raspoloživo	709486	100,0	9,0

Sama struktura, t. j. učešće pojedinih kategorija potrošača u ukupnoj potrošnji, ne mijenja se tokom promatranog perioda. Jedino se neznatno povećalo učešće široke potrošnje. Prosječni godišnji prirast u 5-godišnjem razdoblju najviši je kod široke potrošnje, pa zatim industrije, saobraćaja i na koncu gubitaka.

Interesantna je usporedba potrošnje u industriji po državama u 1957. Ona daje realniju sliku, ako je svedemo na potrošnju po stanovniku, što je učinjeno u ovom pregledu:

Analogno je učinjen pregled široke potrošnje po stanovniku:

Država	kWh/stan.	Država	kWh/stan.
Austrija	855	Portugal	45,6
Belgija	1039	Rumunjska	197
Bugarska	195	SSSR	656
Čehoslovačka	922	Španija	288
Danska	339	Švicarska	1099
Finska	1118	Švedska	2037
Francuska	851	Vel. Britanija	974
Grčka	88	Zap. Njemačka	1155
Nizozemska	680	Jugoslavija	201
Irska	153	Evropa	724
Island	1084		
Ist. Njemačka	1288	NR Srbija	107
Italija	516	NR Hrvatska	230
Luxemburg	3424	LR Slovenija	788
Mađarska	354	NR B i H	186
Norveška	3936	NR Makedonija	151
Poljska	501	NR Crna Gora	53

Ovaj pregled može u neku ruku poslužiti i kao baza za određivanje stupnja industrijalizacije pojedine zemlje. Iznenađuje vrlo velika varijacija u kojoj donju granicu čini Grčka (88 kWh/stanov.), a gornju Norveška (3936). Za Jugoslaviju se može reći da se je sa 201 kWh/stanov. prilično približila donjoj granici. Od narodnih republika Slovenija je prebacila evropski prosjek, dok se sve ostale republike nalaze daleko ispod tog prosjeka.

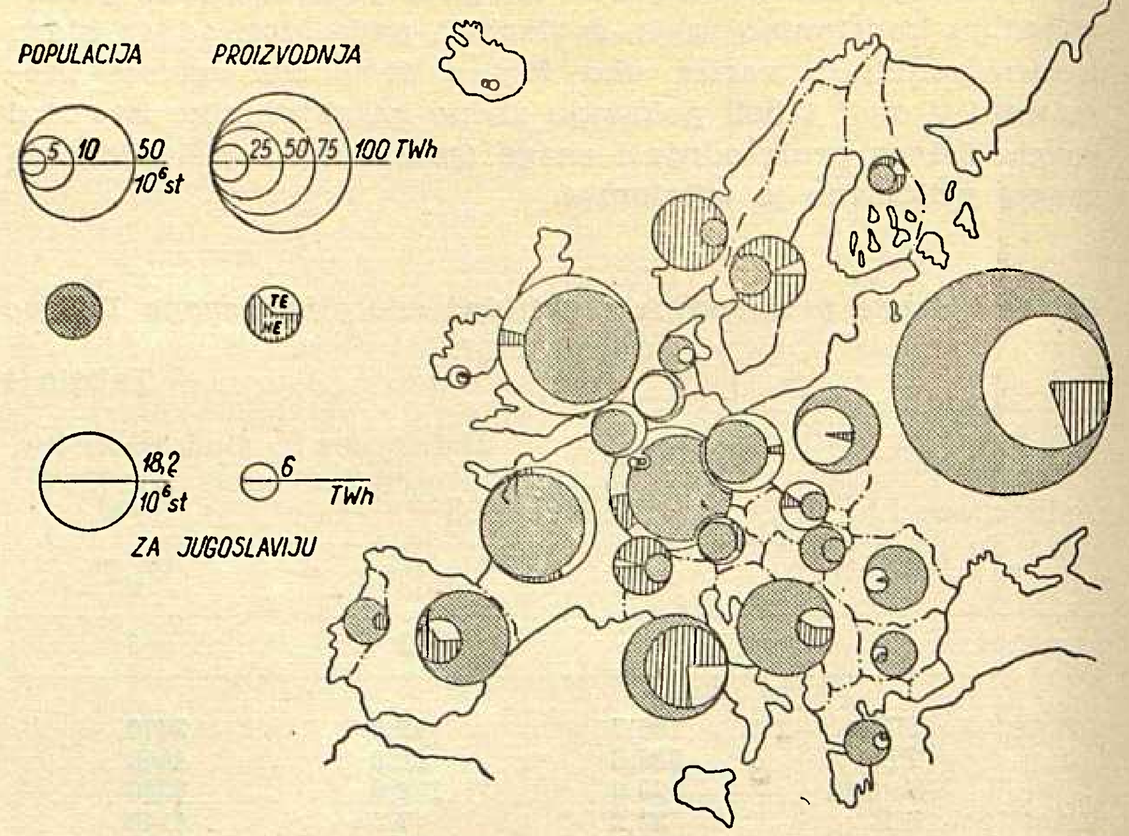
Analogno je učinjen pregled široke potrošnje po stanovniku:

Država	kWh/stan.	Država	kWh/stan.
Austrija	256	Portugal	140
Belgija	208	Rumunjska	36
Bugarska	68	SSSR	121
Čehoslovačka	150	Španija	89
Danska	440	Švicarska	1158
Finska	302	Švedska	958
Francuska	262	Vel. Britanija	759
Grčka	74	Zap. Njemačka	356
Nizozemska	306	Jugoslavija	76
Irska	359	Evropa	256
Island	1164		
Ist. Njemačka	344	NR Srbija	51
Italija	164	NR Hrvatska	107
Luxemburg	226	LR Slovenija	206
Mađarska	105	NR B i H	34
Norvešška	2300	NR Makedonija	73
Poljska	103	NR Crna Gora	30

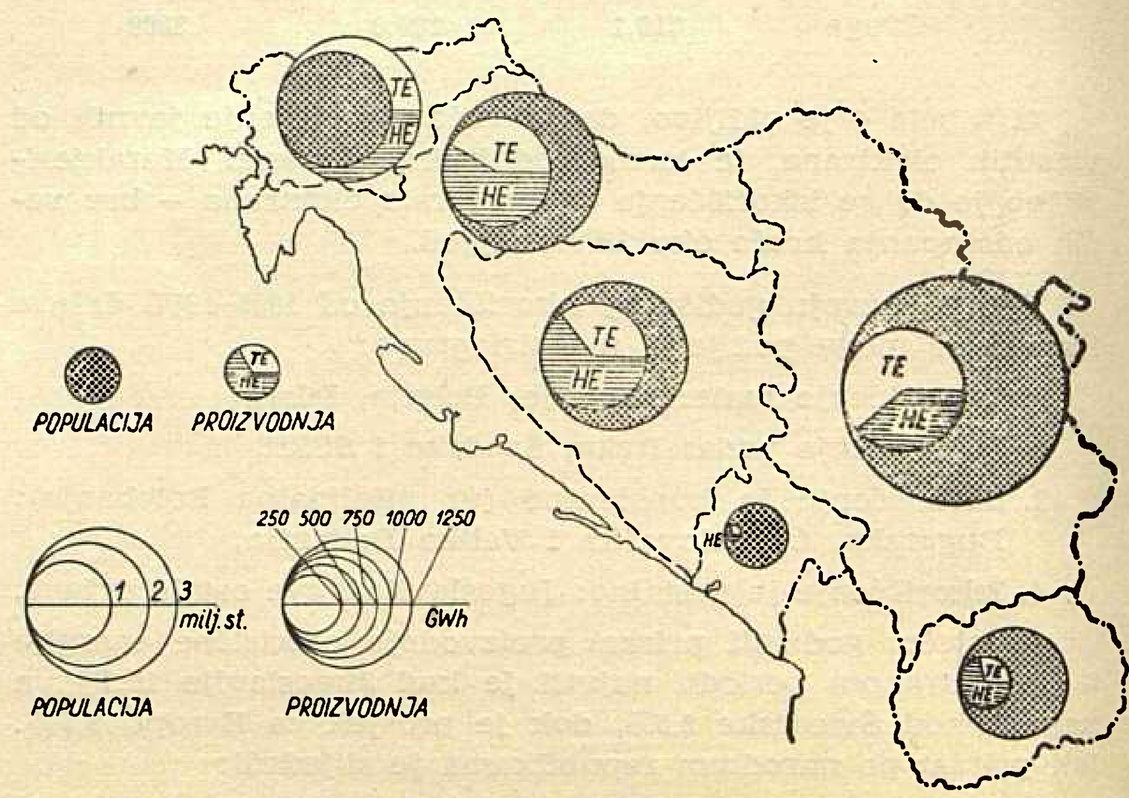
Gornji pregled može donekle poslužiti kao mjerilo stanja opće elektrifikacije. Karakteristično je da su od Jugoslavije slabije samo Bugarska, Grčka i Rumunjska. LR Slovenija, kao najelektrificiranija naša republika, još uvijek ne dosiže evropski prosjek.

Predočavanjem linearne veze između ukupno proizvedene električne energije u termičkim elektranama po državama i ukupno utrošene topline u razdoblju od 1952–1957. ustanovljuje se čvrsta korelaciona veza između obje veličine, što znači da se koeficijent korelacije približava 1.

Stavimo li u grafički odnos količinu proizvedene energije i specifični utrošak topline, dobit ćemo krivulje iz kojih nam se nameće opći zaključak: specifični utrošak topline pada s povećanjem količine proizvedene termičke energije.



Sl. 2. Usporedba proizvodnje električne energije i populacije država Evrope u 1957. g.



Sl. 3. Usporedba proizvodnje električne energije i populacije u FNR Jugoslaviji po republikama od 1952—1957.

Tabela 7 pokazuje prosječni specifični utrošak u termoelektranama Evrope za god. 1957.

Specifični utrošak topline po kWh u termoelektranama Evrope za 1957.

Tabela 7

Država		(kcal/kWh)	Država		(kcal/kWh)
Austrija		3920	Španija		4790
Belgija		3820	Turska		4140
Bugarska	a)	4570	Vel. Britanija		3440
Čehoslovačka		4450	SSSR	a)	3500
Danska	a)	3530	Zap. Njemač.	a)	3500
Francuska		3750	Saar		3840
Grčka		4050	Jugoslavija	a)	4760
Mađarska	a)	4770	Evropa		3670
Island	a)	3540	NR Srbija	a)	4610
Italija	a)	2620	NR Hrvatska	a)	5050
Luxemburg		3910	LR Slovenija	a)	3690
Nizozemska		3060	NR B i H	a)	4080
Norveška		2740	NR Makedon.	a)	5550
Poljska		4370	NR Crna Gora	a)	7700

a) Podaci se odnose samo na javne elektrane.

Iz iste je tabele vidljivo da je prosječni specifični utrošak topline u termičkim elektranama za oko 30% viši od prosjeka u 20 država Evrope. Viši potrošak od Jugoslavije imaju samo Mađarska i Španija. Od Italije kao zemlje s najnižim specifičnim potroškom topline, Jugoslavija ima viši potrošak za 82%.

Karakteristike opterećenja

Od karakteristika opterećenja koje su izračunate u elaboratu od naročite je važnosti označivanje relacije između faktora varijabilnosti i faktora dnevnog opterećenja, jer ona čini

Osvrt na energetsku situaciju u Evropi i USA u 1957. godini

Jerko Jerić, Zagreb

DK 620.9(4+73)

Ovaj osvrt je izrađen prema publikaciji Komiteta za električnu energiju CEE u Ženevi od 19. siječnja 1959. Smatram, da će biti korisno, ako navedem neke podatke i pojave u toku 1957. koji su karakteristični za ocjenu situacije u pogledu općeg razvoja energetike, a posebno električne energije u spomenutoj godini.

Opadanje privredne djelatnosti u USA odrazilo se je i na djelatnosti u Evropi kako pokazuje tabela 1.

Proizlazi iz statističkih podataka ove tabele, da je evropska potrošnja energije (ali bez potrošnje u SSSR) dobivena iz glavnih komercijalnih izvora (mineralna kruta goriva, tekuća goriva, prirodni plin i hidroelektrična energija) u prethodnom petogodišnjem periodu pokazivala neprekidni porast, a u 1957. godini ovaj porast se je znatno snizio.

Tako je u Evropi potrošnja spomenutih komercijalnih izvora energije po stanovniku 1957. u odnosu na prethodnu 1956. porasla za samo 1,6%, dok se je u razdoblju od 1953. do 1956. porast kretao od oko 4,5 do 6%. Isto tako i porast potrošnje električne energije po stanovniku se je u 1957/56 snizio na 5,3% prema porastu 8,5 i 9% u periodu 1953/56.

Međutim ova pojava opadanja konzuma komercijalnih izvora ne dolazi do izražaja 1957. godine u SSSR, već se održava na istoj visini kao i u prošlom petogodišnjem periodu.

Naročito se primjećuje znatan pad porasta potrošnje električne energije u USA u 1957. godini; u odnosu na 1956. porast iznosi samo oko 2,5%.

Smatram da su od naročitog interesa za naše sadašnje i buduće analize razvojnih trendova elektroprivrede podaci tabele 2 *o utrošku električne energije u 1957. godini po zaposlenoj osobi u četiri velike grane industrijske djelatnosti*, t. j. u bazičnoj metalurškoj industriji (željezo, čelik i neferozni metali), industriji metalnih konstrukcija, kemičkoj industriji i u ekstraktivnoj industriji — grane koje utroše od oko 80 do 60% od ukupnog industrijskog konzuma.

Dalje smatram da je za probleme jugoslavenske elektroprivrede uopće, a posebno za elektroprivredu u Hrvatskoj od naročite važnosti, da na kraju ovog pregleda i izvoda iz spomenutog izvještaja Komiteta za električnu energiju (čime naravno nije rečeno, da je pregled iscrpljen) upozorim na izlaganja *o razvoju kombinirane proizvodnje električne energije i topline (toplane)* na str. 28 do 34, sa tabelom 18 na str. 49.

Tabela 2

Država	Konzum od ukupnog industrijskog konzuma %	Utrošak po zaposlenom u 1957. 10^3 kWh
Francuska	70,6	7,44
Belgija	63,2	7,44
Z. Njemačka	77,3	6,78
Austrija	67,9	6,74
Čehoslovačka	79,2	6,28
Italija	59,8	5,93
V. Britanija	77,3	5,07
Poljska	65,0	4,83
Jugoslavija	65,1	4,07
Mađarska	76,8	3,60

Gradske mreže za grijanje u Evropi i USA

Tabela 3

Država	Broj glavnih mreža	Ukupna dužina, km	Kapacitet, Gcal/h	Godišnja prodana količina Toal	Godina
SSSR	325	1390	90000	180 000	1956
USA	52	900	7670	15 950	1955
Z. Njemačka	43	500	2430	5 050	1956
Poljska	4	280	1600	4 200	1955
Čehoslovačka	14	200	1500	3 600	1956
Danska	13	360	1010	1 900	1956
Francuska	7	90	565	700	1956
Švedska	9	94	360	680	1956
Belgija	3	45	285	450	1956
V. Britanija	7	20	200	650	1957
Švicarska	3	40	140	220	1956
Austrija	4	34	120	150	1957
Island	2	90	70	300	1956
Italija	1	2	10	10	1955
Luxenburg	1	4	10	10	1956

Potrošnja po stanovniku električne energije i komercijalnih izvora energije u razdoblju od 1953—1957

Tabela 1

Godina	Evropa				SSSR				USA			
	Komerc. izvori kWh	Porast prema preth. god. %	Elektr. energija kWh	Porast prema preth. god. %	Komerc. izvori kWh	Porast prema preth. god %	Elektr. energija kWh	Porast prema preth. god. %	Komerc. izvori kWh	Porast prema preth. god. %	Elektr. energija kWk	Porast prema preth. god. %
1953	4300	—	880	—	3670	—	660	—	15910	—	3230	—
1954	4490	4,42	960	9,09	3940	7,36	730	10,6	15290	4,05	3370	4,34
1955	4700	4,68	1040	8,33	4480	13,70	800	9,6	16500	7,90	3830	13,70
1956	4980	5,96	1130	8,65	4960	10,70	900	12,5	17160	4,0	4100	7,50
1957	5060	1,61	1190	5,31	5490	10,40	960	6,7	. .	. .	4200	2,44
Prosjek 1953—57	—	4,16	—	7,84	—	10,60	—	9,81	—	—	—	6,78

Napomena: Tabela je sastavljena i postoci izračunati prema tabeli 1, str. 12 publikacije Komiteta za električnu energiju CEE u Ženevi od 19. siječnja 1959.

Komercijalni izvori obuhvaćaju mineralna kruta goriva, tekuća goriva, prirodni plin i hidroelektričnu energiju.

Naslov pisca: Ing. Jerko Jerić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

bazu za izradu krivulja energije i krivulja trajanja opterećenja, putem kojih se konstruira okvir konzuma. To je relacija izražena jednadžbom

$$m_0 = a \cdot m^2.$$

Izračunati koeficijenti za pojedine države kreću se oko 1, što ima osobitu praktičnu vrijednost.

Zaključak

Analize provedene u elaboratu, kojeg je ovaj izvještaj samo kratak izvod, u mogućnosti su da dadu potrebne informacije o stanju elektroprivrede pojedinih evropskih zemalja, odnos FNR Jugoslavije i njenih narodnih republika s ostalim državama, kao i mjesto Jugoslavije u elektroprivredi Evrope. Stanoviti koeficijenti naprednijih evropskih država bit će cilj, koji će — nadajmo se — Jugoslavija, kao i njene narodne republike u što je moguće doglednijem vremenu dostići.

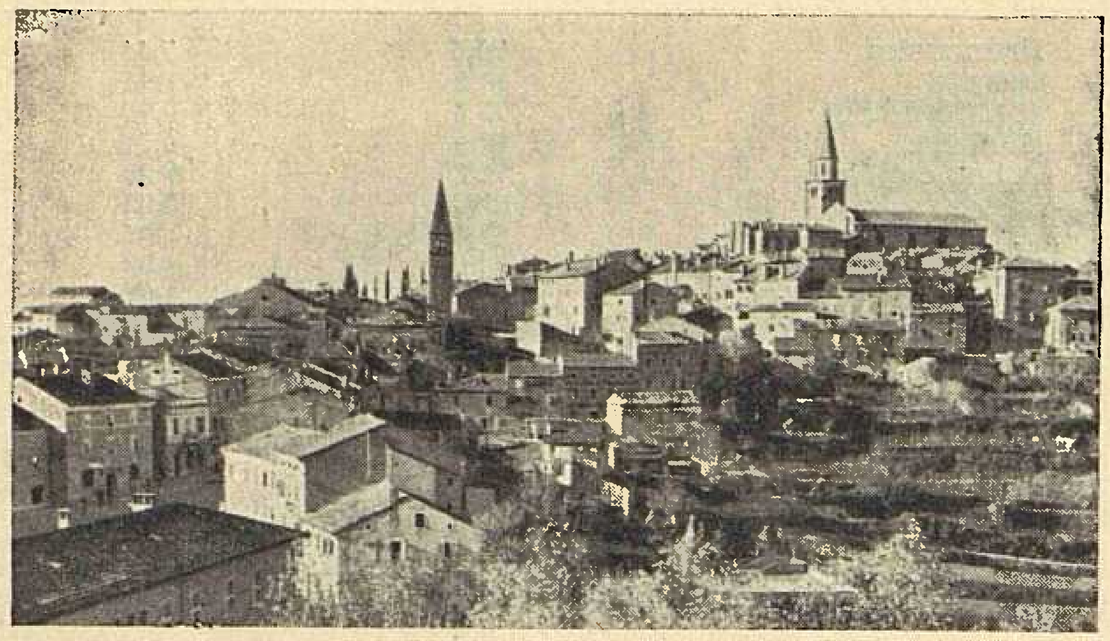
Literatura

D. Kostanjšek, Analiza elektroprivredne statistike za 1957. sa razvojem 1952—1957. (Institut za elektroprivredu, Zagreb 1958.).

Naslov pisca: Drago Kostanjšek, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

Poduzeće Elektra-Buje

Ernest Radetić, Zagreb



Sl. 1. Gradić Buje.

Buje i Bujština

U elektroprivredi Hrvatske ima, doduše, i mlađih, a možda i manjih poduzeća nego što je *Elektra* u Bujama, ali sumnjamo, da je ikoje od njih imalo ovako burnu i dinamičnu historiju kao ono.

Već sama prošlost Bujštine, tog najzapadnijeg i najisturenijeg područja NR Hrvatske, neobična je i nesvakidanja. Pučanstvo u njoj smatra se najstarijim hrvatskim življem, koji se naselio u ove krajeve. Čak u 6. stoljeću naše ere.

Pod jakim utjecajem zapadnih susjeda taj je živalj tokom stoljeća, bez ikakvog kontakta s materom zemljom, izgubio skoro sve svoje nacionalne osobine: i nošnju i običaje, a dobrim dijelom, naročito u samom gradu Buje, čak i svoj jezik. Neko su vrijeme učenjaci bili na čudu ne znajući jesu li to pohrvaćeni Talijani ili potalijančeni Hrvati, dok nisu konačno jezikoslovni stručnjaci bjelodano dokazali, da Bujani ne samo što nisu talijanskog ni uopće romanskog podrijetla, a ni neki kasniji doseljenici, nego da su to najdrevniji Hrvati čakavci, doseljeni amo čak u prvim danima naših seoba u ove krajeve.

Bujština je kraj istovremeno i pitom i bogat. Blagi brežuljci, koji se u nebrojenim zaravancima spuštaju prema moru, između rijeka Dragonje na sjeveru i Mirne na jugu, pokriveni su rodnim vinogradima i maslinicima, koji su ovdje plodniji nego u ma kojem drugom kraju naše zemlje.

Razgovaram s mladim tridesetgodišnjim seljakom Dušićem. Ne zna ni riječi hrvatski. Obrađuje samo vinograd. Ima na brizi 18.000 čokota loze. U polju je od jutra do mraka.

Ni Katarina Stipančićka, majka mladog heroja Silvana Stipančića, koji je poginuo u borbi i čije ime nosi ulica u kojoj ona stanuje, ne zna »po našu«. Ni mnogi Marušići, Godine i Benčići ne govore više hrvatski. Mlada Benčićka doduše zna, da su joj i otac i majka znali i hrvatski i talijanski, a djed da je govorio samo hrvatski, ali ona danas ne zna nego bujsko-talijanski.

Međutim stara hrvatska prezimena odaju podrijetlo i jednih i drugih. Tokom rata u doba borbe za oslobođenje Istre krv je progovorila i sva se je Bujština opredijelila za Jugoslaviju. Borila se, davala živote i uspjela . . .

Poduzeće Elektra

Iza rata Bujština je bila sastavni dio tzv. Zone *B*, o koju se nekoliko godina vodila oštra i na mahove dramatična borba između nas i naših zapadnih saveznika iz doba rata. Bila je to u stvari borba za Trst i njegovo prirodno zaleđe. A Bujština je oduvijek bila bogati povrtnjak, voćnjak i podrum grada Trsta. 40.000 hl vina i 2.000 hl maslinova ulja bilo je u času oslobođenja u Bujama.

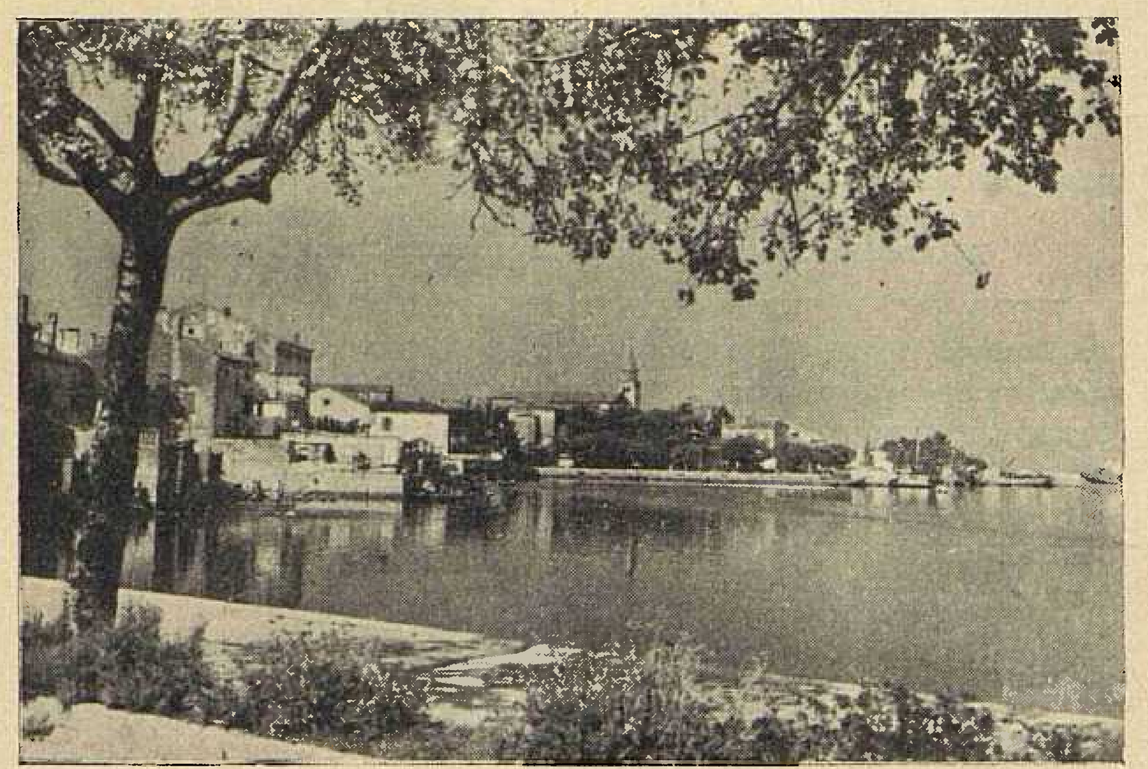
Odraz te borbe živo se osjetio i na elektroprivrednom razvoju toga kraja, što je uostalom samo po sebi razumljivo.

Zona *A*, koju su držali okupiranom Anglo-Amerikanci, obuhvaćala je grad Trst i njegovu najužu okolicu do Škofija kraj Kopra (Albaro Vescovà, kako su to selo zvali Talijani!). Područje od Škofija do rijeke Mirne i njenog utoka u more kraj Novigrada držala je Vojna uprava Jugoslavenske armije. Vlasnik elektroprivrednih uređaja na svemu tom području bilo je talijansko poduzeće sa sjedištem u Trstu *Selveg* (Società elettrica della Venezia Giulia). Ono je u raznim mjestima zone *B* imalo svoje ispostave, koje su se trebale brinuti za održavanje vodova i instalacija, ubirati novac za na tom području prodanu električnu energiju i doznačivati ga u Trst.

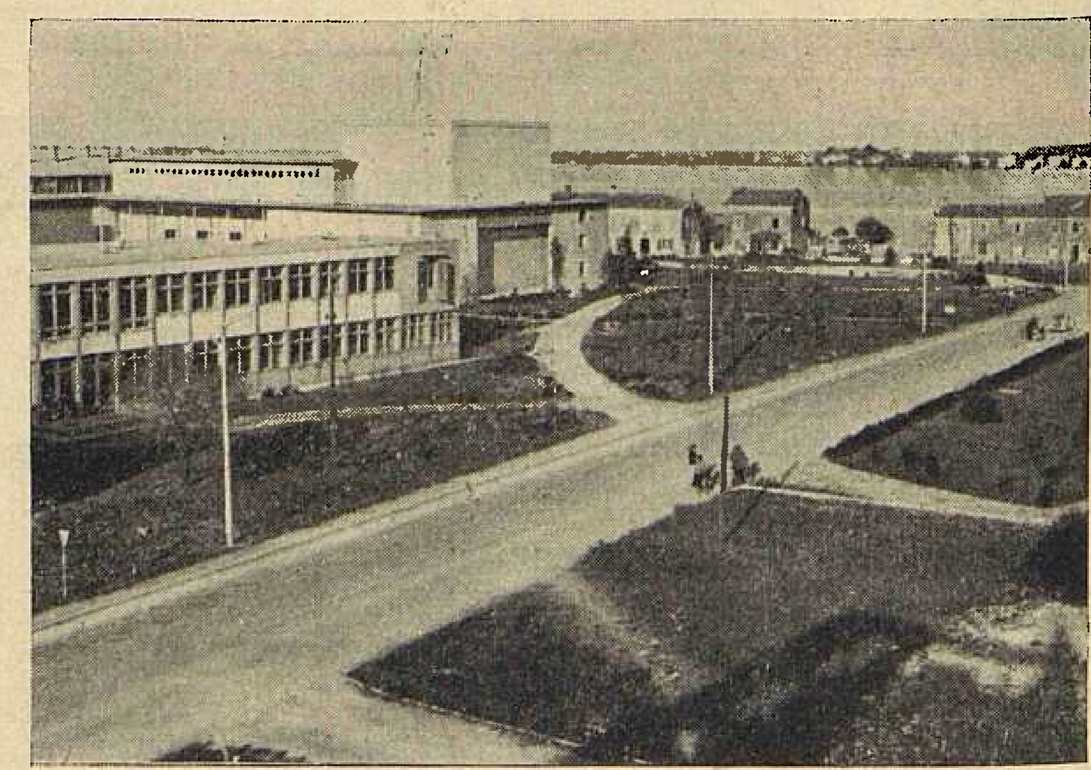
To je društvo vrlo dobro slutilo, da će sve te uređaje jednoga dana ipak morati predati Jugoslaviji, pa je glavnu brigu posvetilo inkasiranju računa, a brigu o uzdržavanju instalacija i vodova posvema je zanemarilo.

Vojna uprava JNA mnogo je investirala da poboljša energetsku situaciju u tom području, pa je izgradila i neke nove vodove mimo Selveg-ovih.

O elektrifikaciji i novim mrežama brine se na cijelom području zone »B« poduzeće ELTE Izola, koje vrši i distribuciju električne energije. U siječnju 1951. osnovano je poduzeće *Progres* sa sjedištem u Bujama. To je poduzeće zapravo bilo skup svih mogućih privrednih djelatnosti: stolarija, ka-



Sl. 2 Umag — panorama



Sl. 3 Umag — novi dio grada

menoloma, građevnih, zanatskih i drugih pogona, a elektroprivrednu je djelatnost u njemu predstavljala *Sekcija za elektrifikaciju,* koja je brojila u svemu 6 radnika i 3 tehničara.

Progres u takovom sastavu nije mogao biti dugog vijeka. Već 28. svibnja 1951. osniva se privredno poduzeće *Elektrovoda,* kome je bila svrha da se brine o elektrifikaciji područja i opskrbi vodom. Električnu energiju kupovalo se i nadalje na raznim predajnim mjestima duž granice zone A od Selveg-a u Trstu i obračunavalo s njime.

Kako su već tada, pod Vojnom upravom JNA, postojala u zoni *B* dva kotara, slovenski u Kopru i hrvatski u Bujama, to je već 30. rujna 1952. kotar Buje odlučio da elektroprivrednu djelatnost na svom području osamostali. I tako je došlo do razgraničenja i samostalnog poslovanja poduzeća *Elektra* — Buje.

Teški su to bili dani. Valjalo je provesti razgraničenje, preuzeti mrežu i instalacije, organizirati administraciju, osoviti se na vlastite noge, a... ljudi nije bilo. Postojao je jedan jedini elektromonter, koji je došao iz Zagreba. Domaći radnici nijesu se uopće razumjeli u struku. Trebalo ih je voditi od uređaja do uređaja, tumačiti im i zorno pokazivati, kako se vrši priključak, kako iskapčanje, kako se popravljaju vodovi, kako mijenjaju izolatori, objašnjavati im, drugim riječima, osnovne pojmove elektrotehnike.

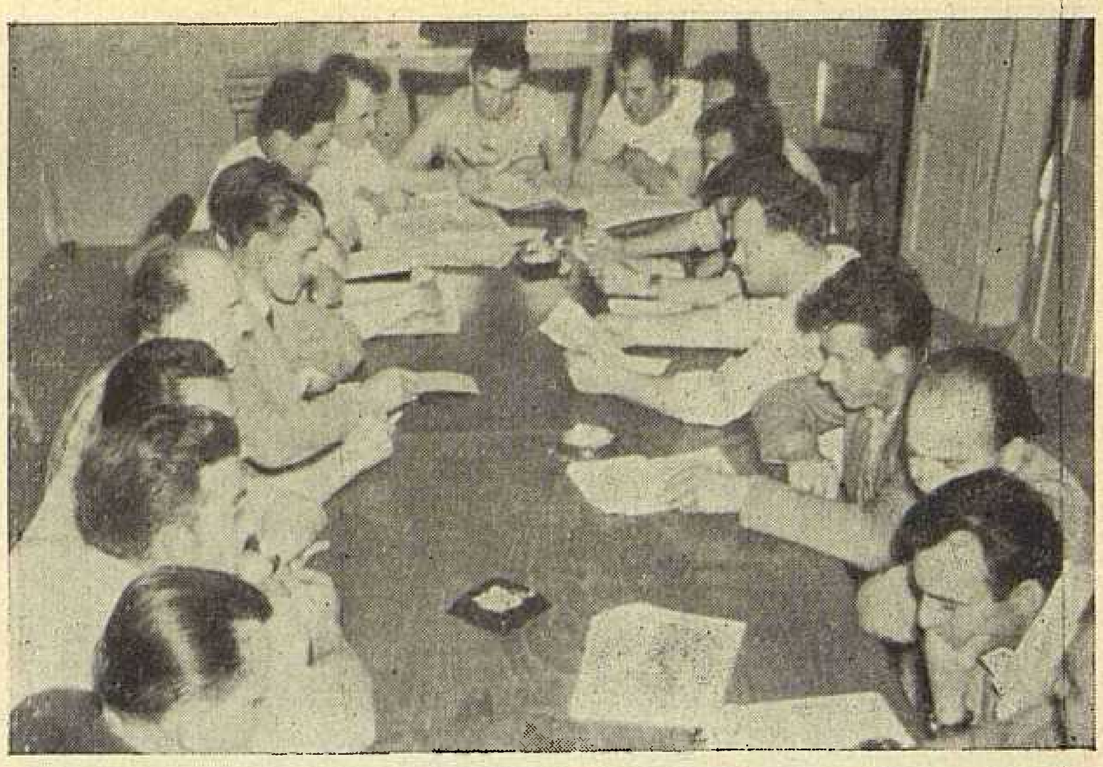
Kao tehnički kadar dolaze početkom 1951. tri mlada tehničara. Trebalo je preuzeti ono malo mreže, koja je bila sagrađena, otpočeti sa elektrifikacijom za koju je kod stanovništva vladao velik interes, srediti prodajnu i obračunsku službu, pripremiti se za preuzimanje postrojenja od *Selveg*-a, dati poduzeću ekonomsku osnovicu, a kadra i opet nigdje ni za lijek.

Polako dolaze ljudi, koji se muče kojekakvim problemima, zalažu se i od malog zanatskog poduzeća za elektrifikaciju stvaraju poduzeće *Elektra,* kojem postaje, uz raniju brigu za elektrifikaciju, osnovna djelatnost distribucija električne energije. I tako je poduzeće krenulo...

Nakon definitivnog pripojenja čitave zone *B* FNR Jugoslaviji godine 1955., upravni odbor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, na sjednici održanoj u Zadru, prima poduzeće *Elektru* Buje danom 1. I. 1955 u Zajednicu.

Privredni život Bujštine naglo je oživio i razmahao se neopisivim elanom. Naročito se naglo diglo malo mjestance Umag na zapadnoj obali, 12 km od Buja. Umag postaje najednom jaki privredni centar. Dižu se tvornice, niču poduzeća: *Istranka,* tvornica tjestenina, *Dragonja* tvornica ribljih konzerva, *Submarincolor,* tvornica podvodnih boja, *Vinoeksport,* jedan od najvećih vinarskih podruma u zemlji, *Produkt, Kvarner, Napredak, Istraauto Umag,* i t. d. Gradi se niz turističkih objekata i hotela, koji zauzimaju čitav jedan gradski predjel, diže se Bolnica za koštanu tuberkulozu, gradi kazalište, novi stambeni objekti niču tako reći preko noći. Konačno se gradi i velika Tvornica cementa.

Umag postaje našom najsjevernijom lukom s direktnim izlazom na široko more.



Sl. 4. Zasjedanje Radničkog savjeta Elektra—Buje

Mali radni kolektiv Elektre našao se na sto čuda. Valja na to ogromno gradilište dovesti energiju, proširiti mrežu, tvornice opskrbiti strujom, a ni kućanstva se ne može zanemariti. Sela traže elektrifikaciju, jer ni poljoprivreda ne smije zaostati.

Kolektiv vrši nadčovječne napore. U domaćih je radnika bilo doduše mnogo dobre volje, mnogo zanosa i želje da pomognu, ali sve su to bili uglavnom nekvalificirani ljudi, koji su prviput došli u kontakt s elektrotehnikom.

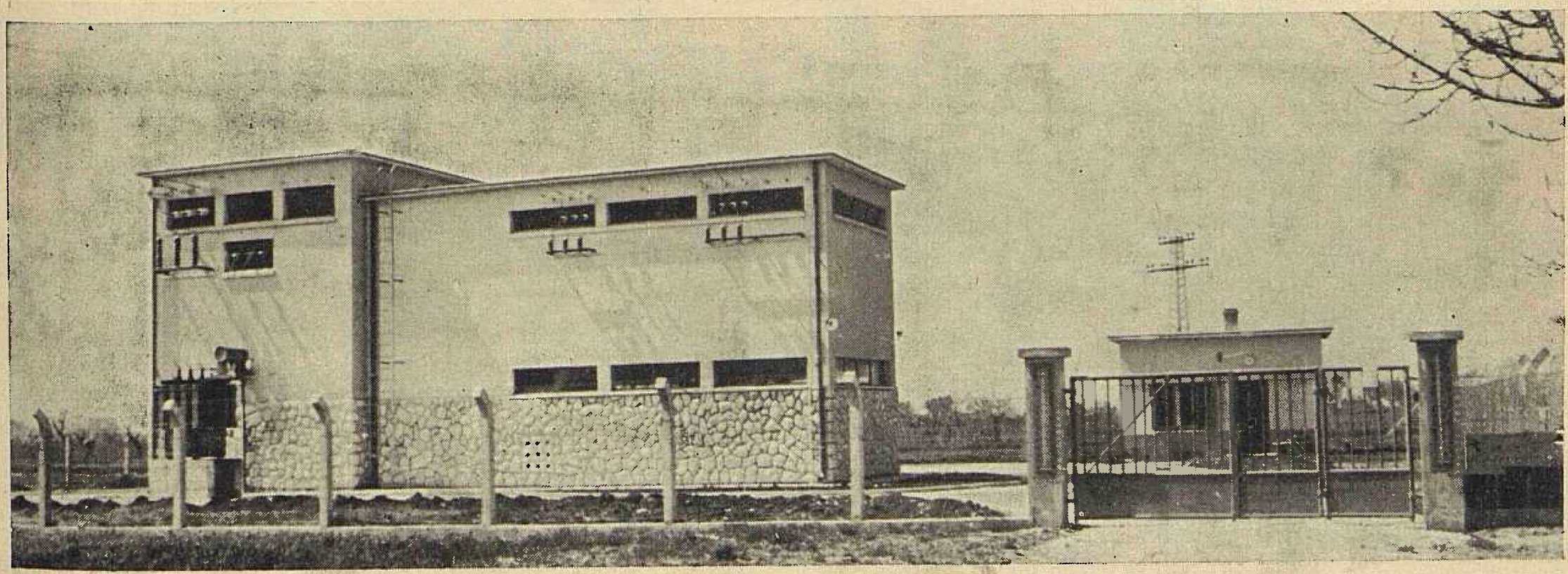
Ne samo to. Žestoka iredentistička propaganda iz Trsta djeluje i nagovara naš živalj da napusti rodnu grudu, tako dugo čuvanu, i da preseli u Italiju. Prvi naši elektroprivredni pioniri, uz elektrifikaciju treba da vrše i političku djelatnost uvjeravanja i objašnjavanja dinamike novoga doba i novoga duha.

Energetske prilike

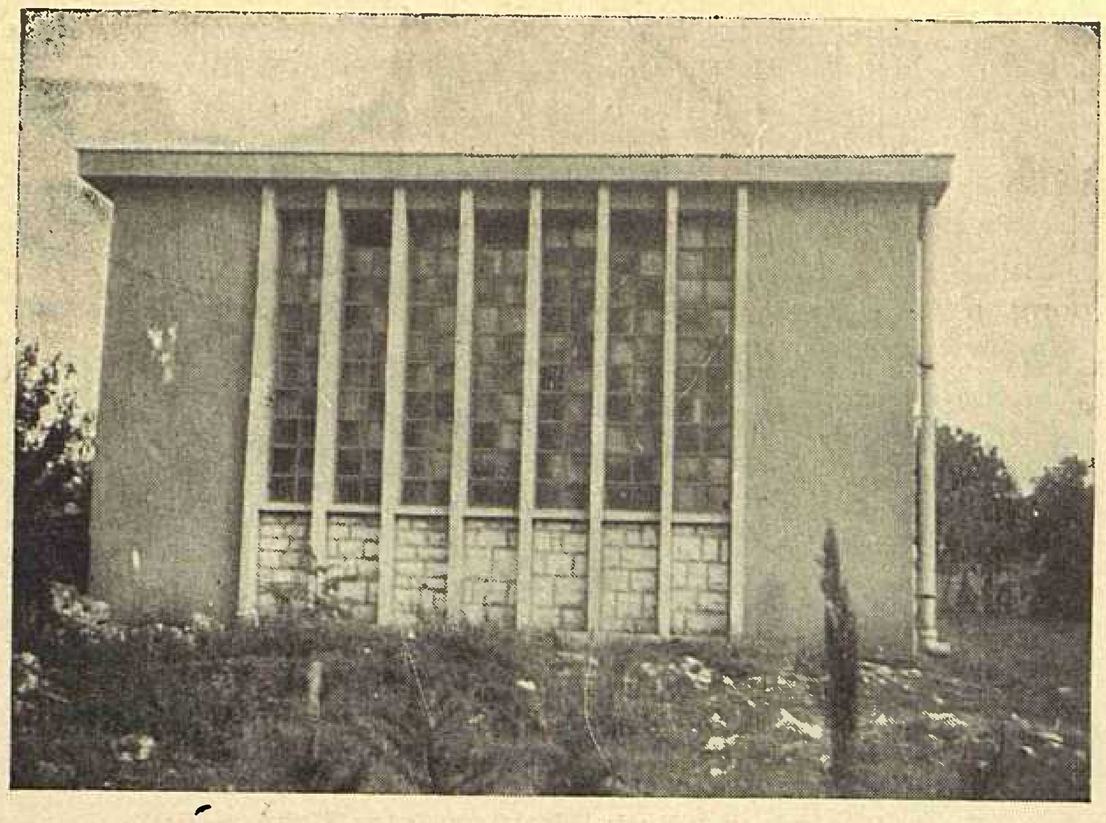
Nagla industrijalizacija i privredni uspon Umaga, potreba elektrifikacije sela i poljoprivrede, koja je — kako je već istaknuto — ovdje veoma razvijena, traže velika ulaganja u elektroprivredu toga kraja.

Od Selveg-a preuzeta postrojenja bila su u očajnom stanju. Mreža je bila veoma loše građena, od čelične žice, a za vrijeme rata bila je kojekako krpana što od Talijana, što od Nijemaca. Od izolatora jedva da je što ostalo, jer ih je oko 90% bilo polupano. U svemu je preuzeto 11 transformatorskih stanica sa ukupno 1,5 MVA i oko 110 km mreže. Prekidi na dalekovodu 27 kV Karojba — Buje bili su na dnevnom redu.

Danas je situacija normalizirana. Za opskrbu električnom energijom industrije i domaćinstva u Umagu izgrađen je 35 kV dalekovod Umag — Buje, podignuto je 40 novih transformatorskih stanica, a mreža proširena za daljnjih oko 400 kilometara. Danas ima Elektra Buje 519 km mreže raznih na-



Sl. 5. Transformatorska stanica 30/10 kV Umag



Sl. 6. Transformatorska stanica Umag-grad.

pona i 52 transformatorske stanice sa ukupnom snagom od 16,06 MVA. Dok je 1955. prodano u svemu 2,700 MWh, za 1959. je planirano 6,800 MWh, a kad još proradi i Tvornica cementa u Umagu, koja se upravo dovršava, ona će sama trošiti oko 16,000 MWh.

Uskoro će se u Bujama graditi nova transformatorska stanica od 110/35 kV, a radovi na 110 kV dalekovodu Kopar–Buje već su započeti.

Električna energija dobavlja se danas iz Divače preko 50 kV sistema do Karojbe, gdje se transformira na 35 kV. U samom mjestu Umagu ima danas 7 transformatorskih stanica sa ukupno 1310 kVA, a u gradnji su još 3 TS od po 400 kVA. Krajnja je potreba, da se ove tri stanice dovrše, jer je kapacitet mreže toliko slab, da se ni 40 stanova, koji se upravo dovršavaju ne može priključiti na sadašnju mrežu.

Financiranje ovih transformatorskih stanica i 10 kV vodova za njihovo priključenje vrši samo poduzeće Elektra – Buje uz pomoć Narodnog odbora općine Umag, a u zajednici s investitorima.

Napajanje ovog područja, kako je zamišljeno u skoroj budućnosti prikazano je na priloženoj šemi.

U samom gradu Umagu stanje je vrlo interesantno. Čitav grad ima fluorescentnu rasvjetu. Sva su kućanstva potpuno elektrificirana. Svako kućanstvo ima prosječno 7 kW instalirane snage. Električnih štednjaka i drugih kućanskih aparata ima, u odnosu na broj pučanstva, u Umagu više nego u ma kojem gradu u zemlji. Televizor ima skoro svaka kuća. Trgovačka mreža nije uopće u stanju zadovoljiti potražnju za kućanskim aparatima. Upravo je ovih dana stiglo u Umag 60 električnih štednjaka koji su već unaprijed svi do jednoga rasprodani.

Sl. 7. Ivica Deranja, direktor poduzeća Elektra-Buje. U pozadini upravna zgrada poduzeća.

Međutim elektrifikacija sela i poljoprivrede još uvijek zapinje. Dok su Slovenci svoj dio Istre, od Dragonje na sjever, uglavnom posve elektrificirali, u općini Buje su sela elektrificirana jedva u 50%. Sela općine Umag (Bujština ima naime tri općine: Buje, Umag i Novigrad!) stoje u pogledu elektrifikacije nešto bolje. Ona su elektrificirana sa 85%. Najbolje stoje sela u općini Novigrad. Tamo je elektrifikacija provedena sa preko 95%.

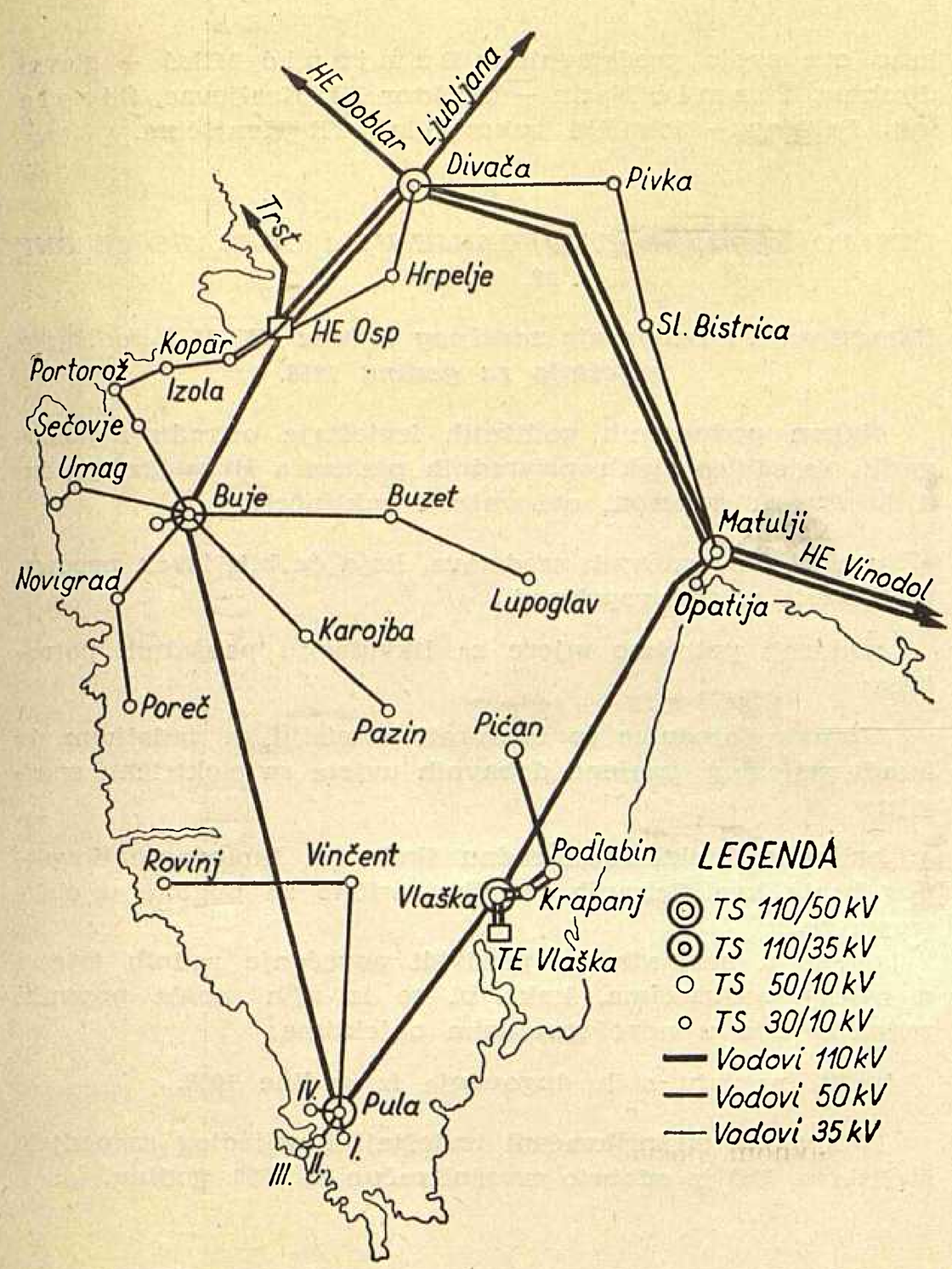
Raštrkanost sela u općini Buje zahtijeva velika ulaganja. Najslabije je elektrificiran sjeveroistočni dio općine, koji graniči s općinom Buzet; to su sela Zrenj, Brdo, Šterna (Šterna sa okolnim selima bit će elektrificirana još tokom ove godine!), i još neka druga.

Briga o ljudima

Elektra Buje broji danas oko 70 ljudi. Uprava poduzeća nalazi se u mjestu Buje, iako bi s obzirom na sve okolnosti bilo normalnije da bude u Umagu (najveći broj potrošača, najjača industrija). U Bujama su i radionice i glavno skladište.

Pogoni za uzdržavanje nalaze se u Umagu, Novigradu i Brtonigli.

Sl. 8. Kolektiv poduzeća Elektra-Buje



Sl. 9. Perspektivni plan elektroenergetske mreže Istre

U samim Bujama ima u poduzeću samo 25 ljudi, dok su ostali raštrkani po pogonima za uzdržavanje i po gradilištima, tako da se društveni život kolektiva ne može pravo razviti. To je uostalom slaba točka svih naših manjih elektroprivrednih poduzeća. Ljudi se rijetko mogu naći svi na okupu.

Život radnog kolektiva u Bujama istom je u zadnje vrijeme malko živnuo. Upravo se uređuje sindikalna dvorana, upotpunjena je knjižnica, nabavljen televizor, čita se stručna štampa (svi su pretplaćeni na *Energiju!*), imaju šah i ping pong, a upravo se sada nabavlja i novi namještaj za dvoranu.

Predsjednik sindikalne podružnice je Gildo Dragolin, predsjednik Radničkog savjeta, koji broji 19 članova, je Bruno Blaškić, a predsjednik Upravnog odbora drug Mesarić.

Kolektiv vodi živu brigu o stručnom uzdizanju radnika. Razloge smo spomenuli već na početku: pomanjkanje stručnosti kod domaćeg radništva, koje je trebalo stručno izobraziti. Zato se u poduzeću održavaju tečajevi za stručno osposobljavanje i za polaganje stručnih ispita za polukvalificirane i visokokvalificirane radnike.

Predmete opće naobrazbe tečajci su pohađali u Narodnom sveučilištu u Bujama (u Bujama postoji potpuna gimnazija u prekrasnoj novoj zgradi), a za stručne predmete spremani su u samom poduzeću.

Pred kotarskom komisijom polagala su lani ispite 3 člana kolektiva i sva su trojica položila ispite s uspjehom. Ove se godine također održava tečaj za sticanje visoke kvalifikacije i u njemu se sprema za ispite 10 radnika. Ispiti se polažu pred kotarskom komisijom u Bujama i u Umagu.

Poduzeće stipendira 4 domaća učenika, od kojih 2 u Elektroprivrednoj školi u Zagrebu, a 2 u Rovinju.

I rješavanju stambenog problema posvećuje se u poduzeću znatna pažnja. To je i razlog, da se stručni kadar mogao u posljednje vrijeme poboljšati.

Budući da još uvijek ima radnika, koji dolaze na posao iz 7 do 8 km udaljenih sela, poduzeće je sebi preduzelo da adaptira 5–6 stanova za radnike, kako ne bi morali toliko pješačiti do mjesta rada.

Sve u svemu, poduzeće *Elektra* Buje ima danas lijepe perspektive za razvoj. Svi su uvjeti tu: bogat i plodan poljoprivredni kraj, nagli razvoj industrije i turizma i marljiv narod!

Naslov pisca: Ernest Radetić, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37.

Osmo, deveto i deseto redovno zasjedanje Upravnog odbora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

OSMO REDOVNO ZASJEDANJE ODRŽANO JE 17. 2. 1959.

Na ovom zasjedanju prihvaćen je privredni plan elektroprivrede za god. 1958. Predloženi plan UO je korigirao na stavkama Elektrodalmacija – Split, Elektroslavonija – Osijek i Elektra – Koprivnica i t. d.

Ovako prihvaćeni korigirani plan ujedno je i kolektivni ugovor između Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske s jedne strane i udruženih elektroprivrednih poduzeća, te poduzeća za distribuciju električne energije s druge strane.

Zakašnjenje u donošenju privrednog plana rezultira iz nedostatka stanovitih propisa, a takovo zakašnjenje činilo je i izvjesnih poteškoća u radu kako Zajednica, tako i udruženih poduzeća.

Raspodjela dohotka za 1958.

Predloženi plan raspodjele dohotka UO je u cijelosti prihvatio, ali uz napomenu da se na temelju toga plana ne mogu stvarati nikakove obaveze sve dotle, dok se ne odobri završni račun za 1958., kojom prilikom će biti opet predložena raspodjela s obzirom na ostvareni dohodak.

Također je prihvaćen i prijedlog raspodjele ristorna – raspodjela ostatka sredstava prema prijedlogu komisije. Osim toga usvojen je prijedlog o izradi Pravilnika o nagrađivanju poduzeća iz ristorna za koje komisija utvrdi da su svojim dobrim radom utjecali na veći financijski rezultat Zajednice.

Dopuna platnog sistema u elektroprivredi za 1959.

Upravnom odboru je podnesen na razmatranje razrađeni prijedlog dopune sistema plaća u elektroprivredi za 1959. Podneseni prijedlog o dopuni platnog sistema imao bi vidnu ulogu uz stalne ekonomske mjere za stimulaciju veće proizvodnosti rada u elektroprivredi. UO je prihvatio podneseni prijedlog i zaključio da ga se dostavi Zajednici jugoslavenske elektroprivrede, da ga ona stavi na razmatranje svom UO-u kao prijedlog UO-u Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Davanje garancije za elektroprivredne objekte, koji se grade iz OIF-a

Suglasno odluci SIV od 9. V. 1958. izdat će se garancije za podizanje zajmova iz Općeg investicionog fonda za gradnju elektroprivrednih objekata predviđenih Društvenim planom u 1959.

Donijet je zaključak da se izdaju garancije za gradnju ovih objekata: HE Senj, DV 220 kV HE Split – TS 220 kV Mraclin, (Zagreb) DV 110 kV HE Peruča – TS 110 kV Split, TS 110/30 kV Osijek – proširenje i rezervni trafo. Ukupan iznos na koji će se dati garancije iznosi preko 24 milijarde dinara. Garancije će izdavati Zajednica, nakon što se upozna s tekstom ugovora o investicionom zajmu.

Imenovanje Stručnog savjeta Zajednice

Nakon što je istekao mandat stručnom savjetu, imenovanom u 1958. godini, UO je imenovao drugi Stručni savjet u 1959. godini, koji je sastavljen od ovih članova: Ribić ing. Božidar – predsjednik, Tkalčec ing. Ivan – tajnik, Horvat ing. Vinko, Baranović ing. Borivoj, Jamnicki ing. Ivan, Požar prof. dr. ing. Hrvoje, Stefanini prof. dr. ing. Božidar, Feocze Danijel, Kršulović Ante.

Predsjednik Savjeta je ovlašten da na sastanke Savjeta poziva i druge stručnjake, ukoliko se ukaže potreba s obzirom na predmet o kome rješava Savjet.

Stipendiranje đaka u Elektroprivrednoj školi iz nekih azijsko-afričkih zemalja

Zajednica jugoslovenske elektroprivrede obavijestila je našu Zajednicu, da je Uprava za tehničku pomoć FNRJ u pregovorima s nekim azijsko-afričkim zemljama o školovanju nekoliko njihovih omladinaca u našim elektroprivrednim školama, te da bi trebala preuzeti na stipendiranje jednog ili dvojicu učenika. S obzirom da škola ima đački dom, te da postoje dobri uvjeti za školovanje, UO je zaključio da Zajednica stipendira tri đaka, koje će rasporediti UTP na školovanje u našu Zajednicu.

DEVETO REDOVNO ZASJEDANJE ODRŽANO JE DNE 27. 3. 1959. OSNOVANO JE JOŠ JEDNO PODUZEĆE U IZGRADNJI: HE SENJ

Zaključkom UO-a osnovano je danom 1. IV. 1959. poduzeće u izgradnji HE Senj sa sjedištem u Senju. Za direktora poduzeća postavljen je Furač ing. Đuro, raniji direktor HE N. Tesla, Tribalj. Direktor je ovlašten da raspolaže sredstvima koja su mu stavljena na raspolaganje radi vršenja pripremnih radnji, da sklapa ugovore o projektiranju i građenju, da sklapa ugovore o isporuci opreme, da poduzima mjere o osnivanju radnog kolektiva, sklapa ugovore o zasnivanju radnog odnosa, da poduzima i druge mjere, koje su neophodne za napredak poduzeća.

Rok konstituiranja poduzeća je 1. I. 1965.

Istovremeno je donijeto rješenje o privrednoj organizaciji i načinu plaćanja radnika u poduzeću.

Prijedlog pravilnika o zajedničkom korištenju sredstava amortizacionog fonda

UO je prihvatio s manjim izmjenama Pravilnik o zajedničkom korištenju sredstava amortizacionog fonda. Po ovom Pravilniku sva sredstva amortizacije udruženih poduzeća udružuju se u Zajednicu i s njima raspolaže UO Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. Sredstva dobivena iz Fonda amortizacije ne će se vraćati nazad u fond. Ovakova odluka je bila neophodna, jer će se na taj način moći bolje i efikasnije iskoristiti raspoloživa sredstva za zamjenu i rekonstrukciju postrojenja.

Pored Pravilnika o korištenju sredstava AF donesen je i program trošenja sredstava u godini 1959. UO je naime prihvatio prijedlog programa, koji su podnijeli tehnički rukovodioci udruženih poduzeća. Raspodjela, odnosno trošenje sredstava AF ima se vršiti po odredbama Pravilnika o korištenju sredstava udruženog AF.

Sva udružena poduzeća su dužna u roku od 4 mjeseca dostaviti upravi Zajednice sve prijedloge većih radova, koji se predviđaju u naredne tri godine.

Izbor delegata za redovnu godišnju skupštinu SIK-e

Za redovnu godišnju skupštinu Savezne industrijske komore, koja se održava u mjesecu travnju 1959., UO je izabrao ove svoje predstavnike: Damjanić Miloš – glavni direktor, Čizmić Marin – direktor HE Kraljevac, Širola ing. Božidar – tehnički rukovodilac TE Konjščina.

DESETO REDOVNO ZASJEDANJE UO-a ODRŽANO JE DNE 22. 4. 1959.

Razmatranje i odobrenje završnog računa ZEPH i godišnjeg izvještaja za godinu 1958.

Nakon podnesenih godišnjih izvještaja o radu i poslovanju Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, putem diskusija su doneseni ovi važniji zaključci:

otuđiti dio osnovnih sredstava, koja će biti izvan procesa djelatnosti u elektroprivredi;

poduzeti potrebne mjere za likvidaciju paušalnih potrošača;

Uprava Zajednice će formirati komisiju sa zadatkom da izradi prijedlog izmjena dobavnih uvjeta za električnu energiju;

orijentirati elektroprivrednu školu na školovanje dovoljnog broja kvalificiranih radnika izričito za pogone u elektroprivredi;

da se u normativima predvidi povećanje radnih mjesta u nekim poduzećima, kako bi se iz njih mogla popuniti radna mjesta u novoizgrađenim objektima;

tražiti naplatu svih dugovanja iz godine 1958.

Nakon što su prihvaćeni izvještaji i prijedlog raspodjele sredstava, UO je odobrio završni račun za 1958. godinu.

Prijedlog Tarifnog pravilnika kolektiva ZEPH

Prema postojećim propisima, sve privredne organizacije su dužne do 31. 5. 1959. godine podnijeti na potvrdu svoj Tarifni pravilnik. Na temelju toga je UO donio nacrt Tarifnog pravilnika, koji će nakon diskusije u radnom kolektivu uprave Zajednice biti podnijet UO-u na odobrenje.

Okvirni ugovor sa Institutom za elektroprivredu

Upravni odbor je ovlastio Zajednicu da može sa Institutom za elektroprivredu sklopiti za razdoblje od pet godina okvirni ugovor, koji će sadržavati program dugoročnih zadataka. Program dugoročnih radova za godinu 1959. raspravit će Uprava Zajednice sa tehničkim rukovodiocima udruženih poduzeća, a potom taj prijedlog dostaviti UO-u.

Suglasnost za podizanje zajmova

Upravni odbor je dao suglasnost Toplani Zagreb za podizanje investicionog kredita za radove na izgradnji Toplane. Za potpis ugovora o zajmu i potpis o raspolaganju sredstvima ovlašten je direktor Draušnik Jurica i šef privredno-računske službe Čargonja Franjo.

Istovremeno je data suglasnost za podizanje zajma poduzećima HE Senj, Elektroprenos Zagreb i HE Dubrovnik.

Organizaciona šema HE Gojak

Pošto su radovi na gradnji HE Gojak završeni, to je potrebno, da bi se poduzeće konstituiralo, odobriti organizacionu šemu. UO je zadužio Komisiju za sistematizaciju i platni sistem, da izradi organizacionu šemu HE Gojak i odobri broj radnih mjesta analogno organizacionim šemama ostalih hidroelektrana.

Mirko Jovanović

Iz Elektroprimorja, Rijeka

Gradnja baždarnice, traforadionice i skladišta

Otkako je poduzeće sagradilo u Viktora Cara Emina ulici vlastitu upravno-poslovnu zgradu, nastoji da i sve svoje ogranke poslovanja koncentrira na tom mjestu.

Traforadionica poduzeća smještena je još uvijek na Školjiću u jednoj privatnoj kući, koja je u veoma lošem stanju, jer ju kućevlasnik, optant, već godinama ne popravlja. Baždarnica poduzeća smještena je u Vodovodnoj ulici u prostorijama tamošnje elektrane, koja je i sama prostorom veoma skučena.

Gradski narodni odbor Rijeka, koji i inače pokazuje mnogo razumijevanja za rješavanje energetskih problema u gradu, oslobodio je ove godine poduzeće od plaćanja kamata na obrtna i osnovna sredstva i ostavio ih poduzeću, da ih korisno upotrebi. Poduzeće ih smije koristiti za svoje potrebe, ali uz uvjet da to trošenje odobri Gradski narodni odbor.

GNO se saglasio s time, da poduzeće iz tako dobivenih sredstava izgradi prostorije za baždarnicu, skladišta i traforadionicu u dvorištu svoje upravno-poslovne zgrade. Radovi su u toku i građevinski dio baždarnice bit će gotov još do konca ove godine. Prostorije baždarnice bit će smještene u prvom katu, dok će u prizemlju biti izgrađena skladišta.

Koncentracijom poslovanja na jednom mjestu, mnogo će se uštediti na troškovima prijevoza, to više što će se skladišta sada nalaziti u neposrednoj blizini željezničke stanice.

Predviđa se da će se do konca 1959. za te radove utrošiti oko 37 milijuna dinara.

Izgradnja mreže u Opatiji i Crikvenici

Iz zajma za turizam, koji je iz Općeg investicionog fonda (OIF) odobren našim turističkim mjestima Opatiji i Crikvenici, gradit će se ove godine u Opatiji mreža, trafostanice, kabel za javnu rasvjetu te kabel od Voloskog do Ike. U tu svrhu utrošit će se u 1959. u Opatiji 268 milijuna dinara toga zajma.

U Crikvenici, koja ove godine dobiva iz tog zajma 55 milijuna dinara, gradit će se mreža, moderna živina javna rasvjeta, te jedna transformatorska stanica u Novom.

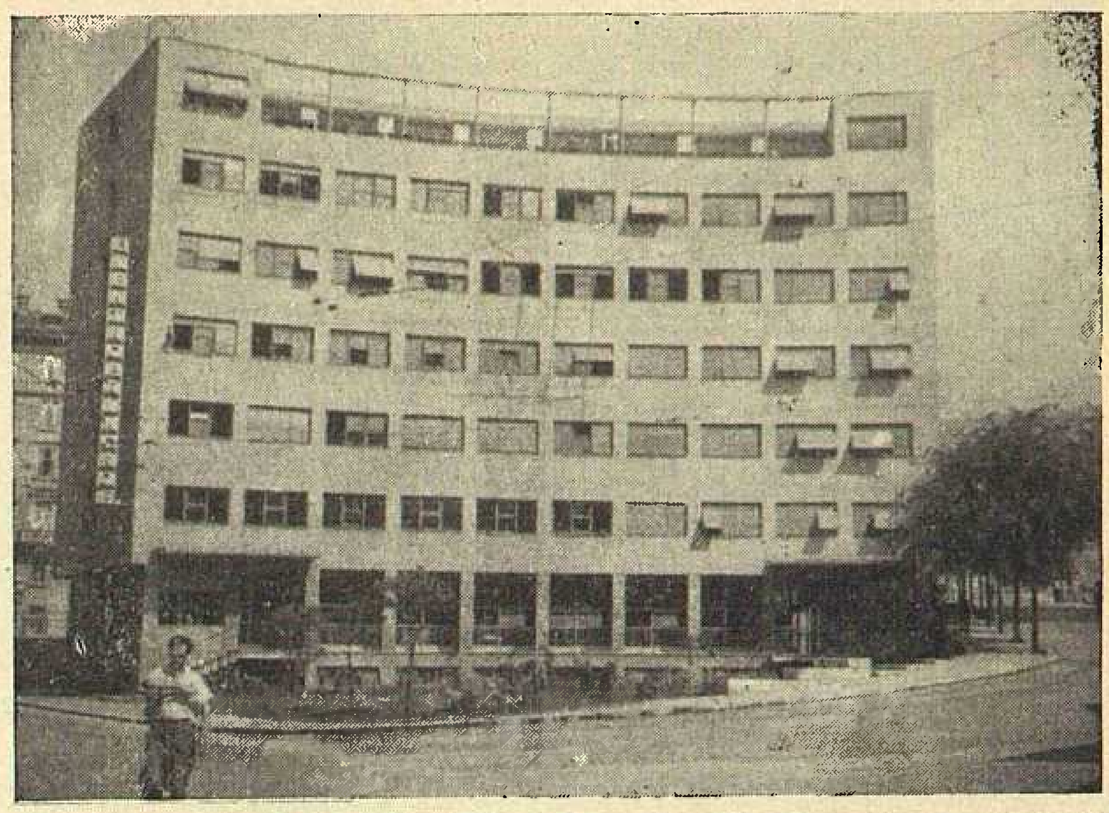
Spoj s otokom Krkom

Otok Krk je konačno dana 2. lipnja 1959. priključen na dalekovod Krk–Vinodol.

Elektrana u Puntu ne može raditi paralelno sa HE Nikola Tesla u Triblju iz tehničkih razloga, pa će služiti kao rezerva za brodogradilište i kao popuna, kada se Krk bude napajao iz zemaljske mreže preko transformatorske stanice Plase.

Cijene električne energije na otoku ostaju do daljnjega iz energetskih razloga iste kao i do sada.

Za povezivanje otoka Krka sa Vinodolom i Vinodola sa Senjom kotar Rijeka dodijelio je iz Kotarskog investicionog fonda 119 milijuna dinara. Isto je tako i republika NRH dodijelila za tu svrhu 80 milijuna dinara. Investitor za izgradnju dalekovoda 110 kV Senj–Vinodol, bit će s obzirom na izgradnju HE Senj, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.



Nova upravna zgrada poduzeća Elektroprimorje, Rijeka

Briga o ljudima

Poduzeće Elektroprimorje posvećivalo je i dosada veliku brigu rješavanju stambenog problema članova svoga kolektiva. Ove godine pristupa adaptaciji jedne oštećene zgrade u Zametu, koju je poduzeću dodijelio Narodni odbor općine Zamet. Kuća će biti popravljena i u njoj će se izgraditi 6 dvosobnih stanova i 4 garsonijere. Isto će se tako ove godine adaptirati na Krimeji jedan jednosobni komforni stan, te u Opatiji 2 stana.

Izgradnjom novih prostorija uz upravnu zgradu u V. Cara Emina ulici, uredit će se i društvene prostorije za sindikalnu podružnicu. Zbog pomanjkanja društvenih prostorija i društveni je život kolektiva dosad zaostajao. Nekada je kulturno-prosvjetna djelatnost u poduzeću bila veoma živa. Naročito se isticala dramska sekcija, koja je nekad slovila kao najbolje kulturno-umjetničko društvo u Rijeci, pa je bila i nagrađena prvom nagradom na natjecanju kulturno-umjetničkih društava grada Rijeke.

Momentano su se članovi te sekcije razišli i surađuju pojedinačno u raznim društvima u gradu, ali čekaju da se u poduzeću izgradi vlastita sindikalna dvorana. Tada će se društvena aktivnost kolektiva sigurno razviti i ponovno procvasti.

E. R.

Dalekovod će polagati i podmorske kabele

Ove godine poduzeće *Dalekovod* proširit će djelokrug svog rada i na jednu specijalnu oblast izgradnje dalekovodne električne mreže – polagat će podmorske kabele. U tu svrhu poduzeće je već naručilo specijalnu mehaničku opremu, koju izrađuju tvornice *Đuro Đaković* iz Broda i *Goša* iz Smederevske Palanke, te radionica *Dalekovoda*. Oprema se sastoji iz elektromotora i uređaja za jednolično kontrolirano odmotavanje kabela s bubnja i njegovo polaganje na morsko dno.

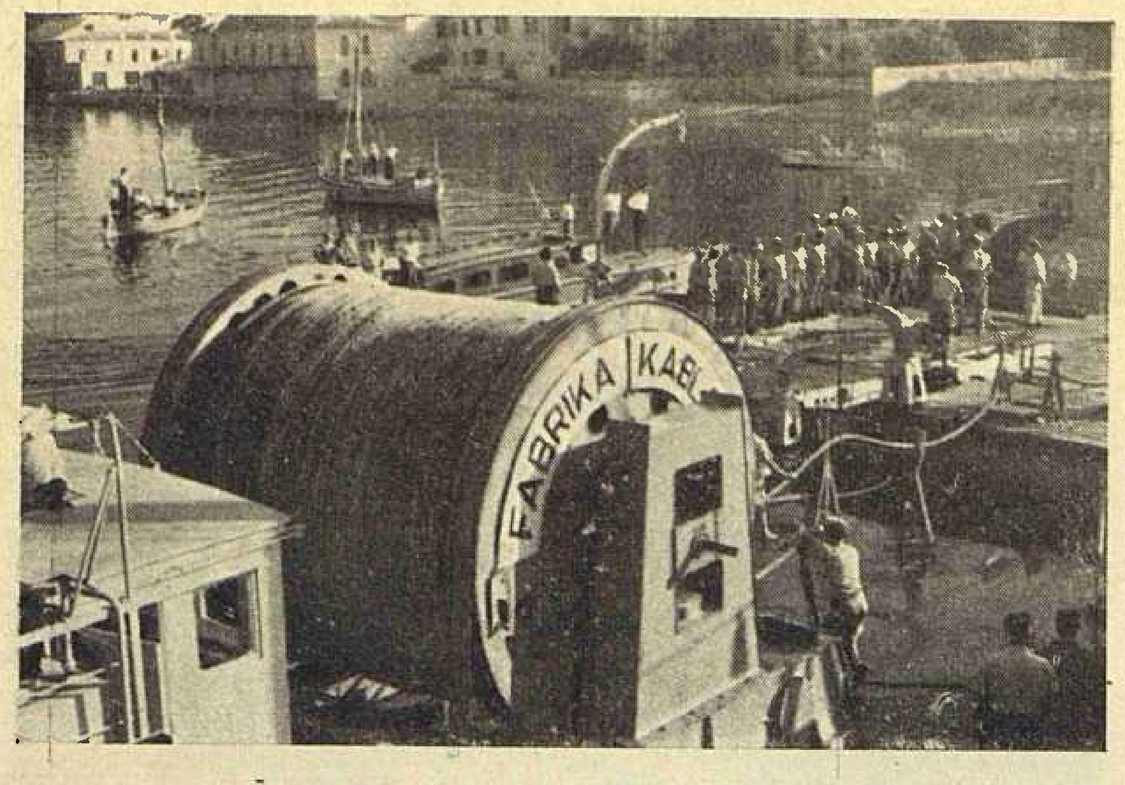
Ovaj će uređaj stajati oko 20 milijuna dinara i treba već do 20. lipnja o. g. da bude montiran na jednom specijalnom brodu, koji će JRM staviti na raspolaganje *Dalekovodu*. Krajem ovog mjeseca njime će se već izvršiti i prvo polaganje podmorskog kabela između otoka Brača i Hvara.

Dosad su kod nas položena tri podmorska kabela: između Dugog Rata i otoka Brača, između Zadra i Ugljana te između Krka i Jadranova. Samo je u prvom slučaju primijenjena posebna inostrana mehanizacija. U drugom slučaju polaganje je izvršeno bez mehanizacije, pa je bilo izvjesnih neprilika, koje su ipak savladane.

Obzirom na sve veće potrebe povezivanja ostalih naših otoka sa energetskim izvorima na kopnu (Korčula, Mljet, Lastovo, Vis, Rab, Pag, Cres i drugi), nabavka ove mehanizacije i orijentacija *Dalekovoda* na polaganje podmorskih kabela dobar je potez, koji će našu zemlju osamostaliti i u tim poslovima, a uštedjet će se i devize.

OSIM HIDROELEKTRANE SENJ I HIDROELEKTRANA RIJEKA

Nakon pripremnih radova, koji su već otpočeli na izgradnji hidroelektrane Senj, za što je dosad odobreno 250



Polaganje podmorskog kabela Zadar — Ugljan 1958. godine

milijuna dinara, ove godine počet će i radovi na izgradnji hidroelektrane Rijeka. Ova će hidroelektrana koristiti vodne snage Rječine i raspolagat će s dva agregata ukupne snage od 36 MW, a prosječno će godišnje proizvoditi 150 milijuna kWh električne energije.

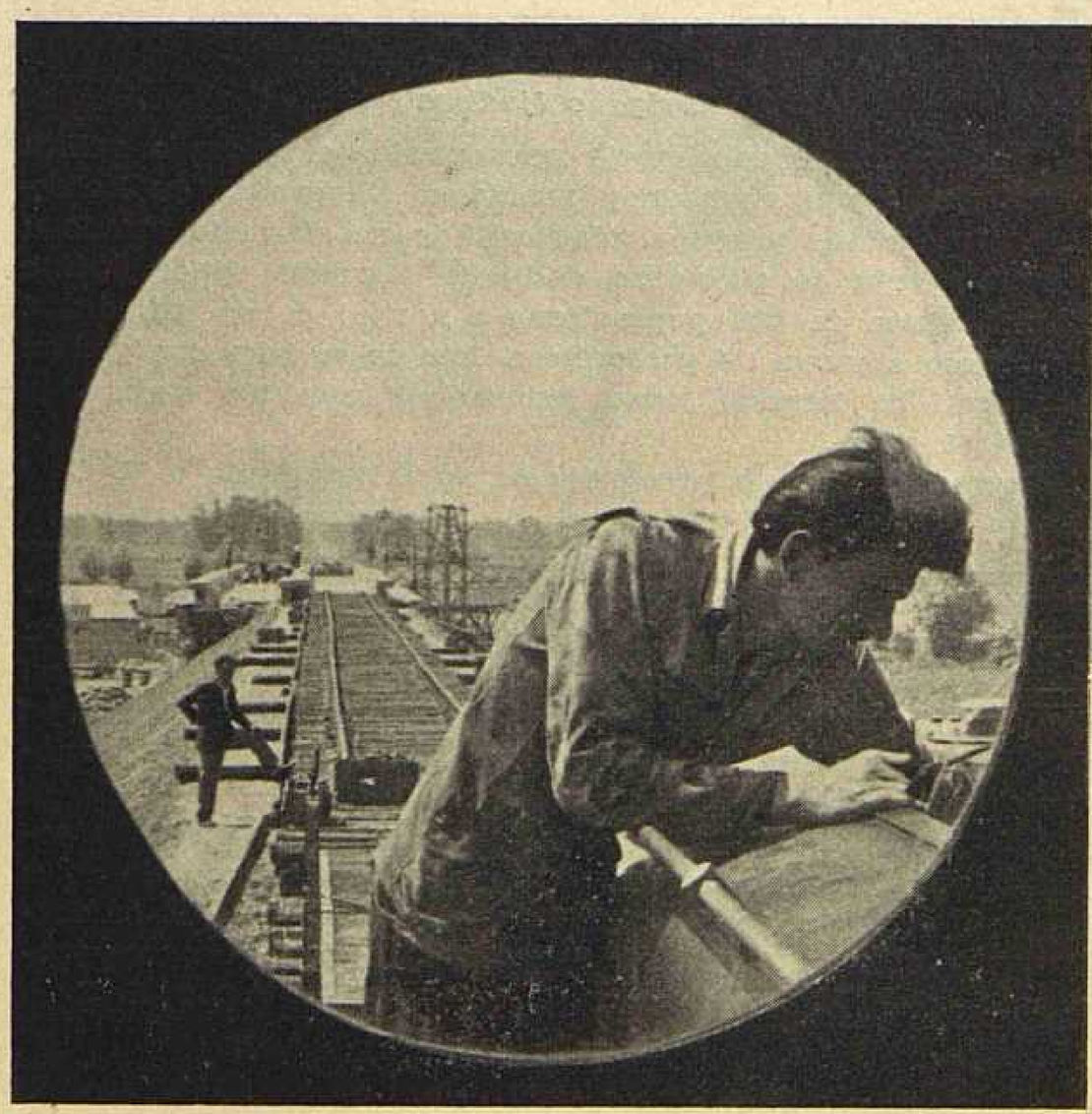
Ove godine počet će radovi na izbijanju dovodnog tunela dugog 3.150 m i kaverne za strojarnicu.

DALJNJA REKONSTRUKCIJA ELEKTRIČNE MREŽE U ZAGREBU

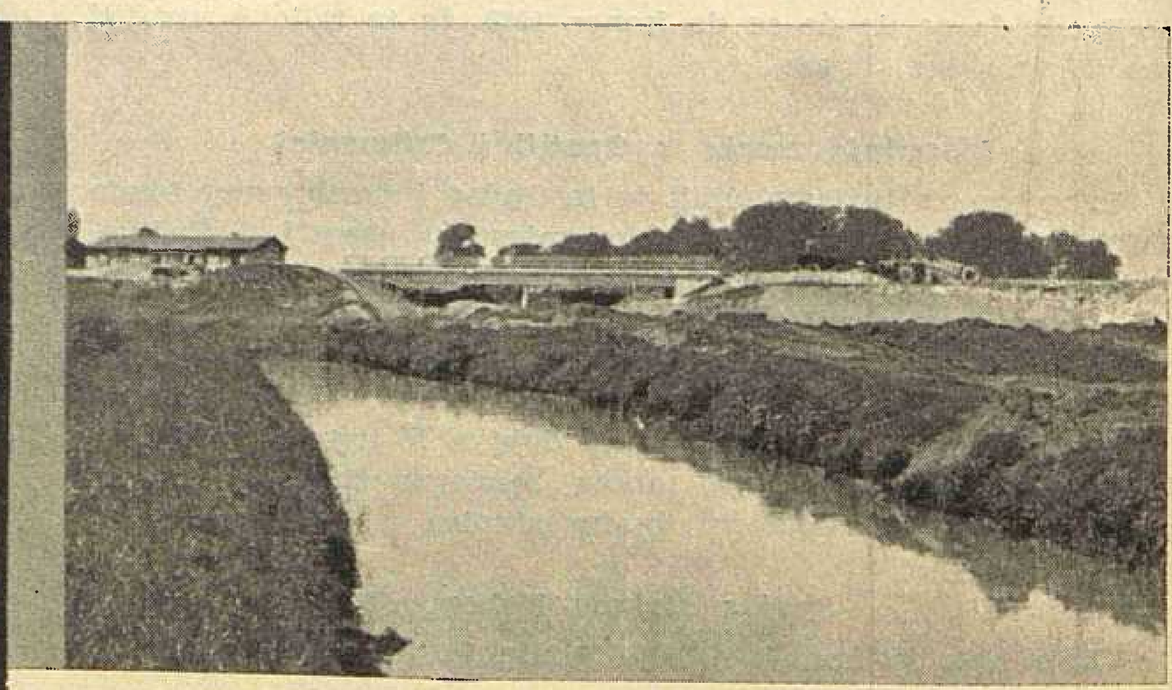
I ove godine *Elektra* nastavlja rad na uklanjanju uskog grla u snabdijevanju Zagreba električnom energijom — rekonstrukcijom gradske električne mreže. Ali, ponovo su raspoloživa sredstva premalena u odnosu na ona koja su potrebna. Dok raspoloživa sredstva ovog poduzeća za rekonstrukciju iznose svega 760 milijuna dinara, stvarno bi u tu svrhu ove godine trebalo uložiti 2 milijarde dinara, a to je gotovo tri puta više. Prema tome i ove jeseni i zime ispadat će iz pogona električni kabeli i trafostanice uslijed preopterećenosti, a to znači da će opet biti teškoća u snabdijevanju električnom energijom i ograničenja potrošnje.

Sredstvima kojima raspolaže ovo će poduzeće ove godine položiti oko 9 km kabela od 30 kV, dovršit će prvi dio 30/10 kV trafostanice u Držićevoj ulici i dovršit će građevinske radove na isto takvoj trafostanici na Jagodnjaku. Osim toga, izgradit će ili rekonstruirati oko 25 konzumnih trafostanica i uz njih odgovarajuću zračnu i kabelsku mrežu.

Sa gradilišta Termoelektrane Zagreb II



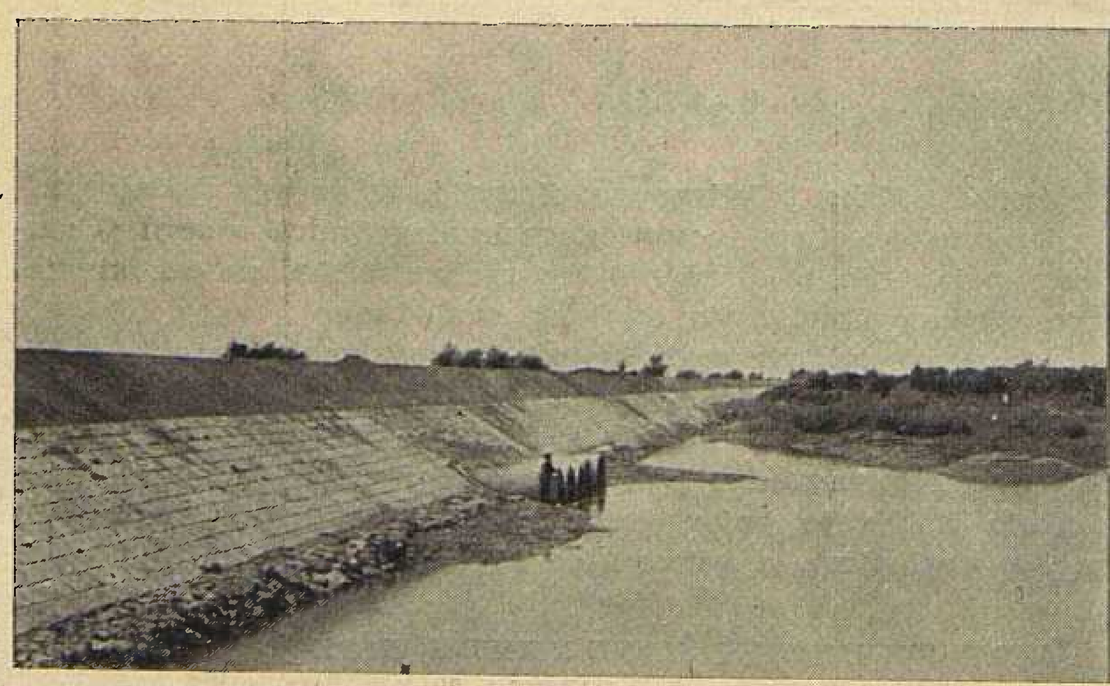
Sl. 1. Pogled kroz prozor motorne lokomotive na prugu Čulinec—Toplana i nadvožnjak na autoputu Zagreb—Beograd



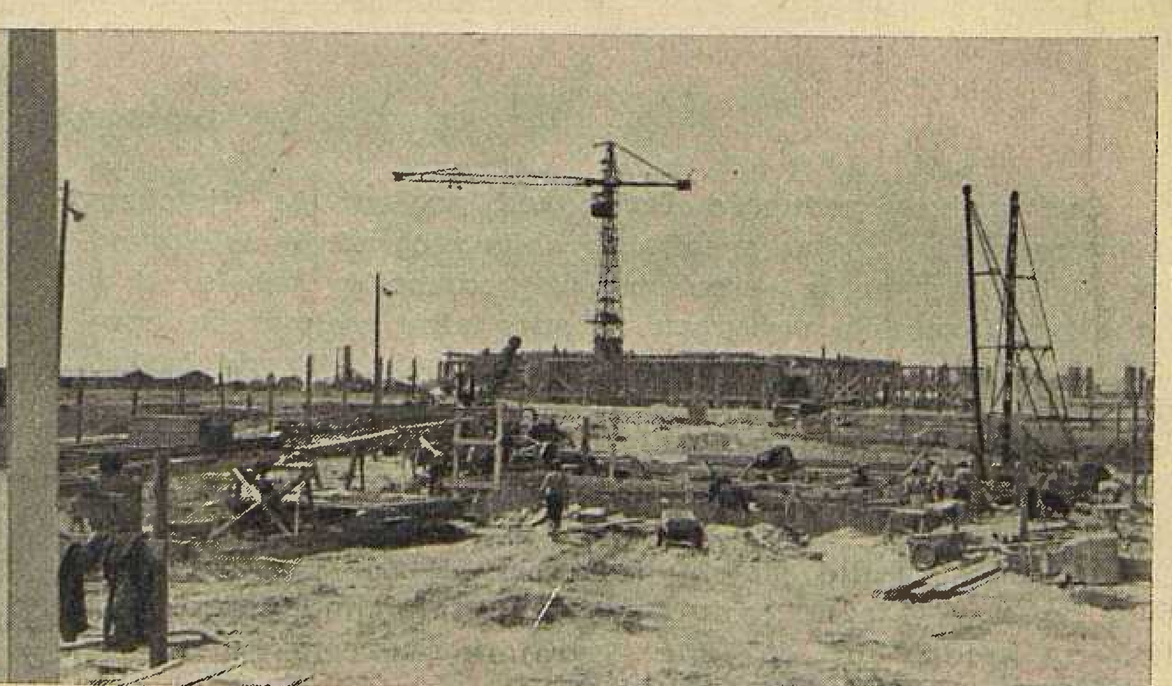
Sl. 2. Poslije autoputa pruga Čulinec—Toplana prolazi i preko glavnog odvodnog kanala Zagreba. Na slici vidimo novi armirano-betonski most na ovom kanalu, koji je sada još na suhom, ali će ispod njega poteći otpadne vode, kada se iskopa i novo korito kanala, kojim se ispravlja njegova veća okuka.

U jednom od prošlih brojeva obavijestili smo naše čitaoce o svečanom polaganju kamena temeljca za termoelektranu Zagreb II — Toplanu. Sada čitaoce informiramo o daljnjem toku radova.

Kao što saznajemo, ove se godine predviđa na ovom značajnom termoenergetskom objektu, koji će u prvoj fazi izgradnje imati dva agregata po 32 megavata, izvršiti pretežni



Sl. 3. Nasip nove pruge na prijelazu Savice: pet velikih betonskih cijevi ovdje osigurava prolaz za vodu



Sl. 4. Gradilište Toplane. U prednjem planu: radovi na izgradnji temelja za kotlovnicu. U pozadini: upravna zgrada, skladišta i garderoba, sve u jednom objektu

dio građevinskih radova. Isto tako još ove godine počet će i montaža čelične konstrukcije zgrade kotlovnice, kao i montaža nekih kotlovskih uređaja.

Osim toga, ovih dana bit će završena i izgradnja oko 8,5 km dugog industrijskog kolosijeka od željezničke stanice Čulinec do gradilišta ove elektrane kojom će se, kad bude gotova, dovoziti ugljen. Na trasi ove pruge svi su objekti izgrađeni u dvostrukoj širini, jer će tu kasnije biti položen drugi kolosijek — obilazna pruga za novi željeznički čvor na južnoj obali Save.

UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE DIMNIH PLINOVA U ELEKTRANI ZAGREB

Krajem ove godine u Elektrani Zagreb bit će montiran i pušten u pogon novi, u našoj zemlji još neispitani uređaj za pročišćavanje dimnih plinova, koji će leteće čestice pepela i ugljena odvajati iz dimnih plinova na mehaničkom principu. Ovaj novi tip uređaja izrađuje po licenci holandske firme Van Tougenen zagrebačka tvornica *Ventilator*. Ovaj će uređaj biti nekoliko puta jeftiniji od elektrofiltera i stajat će svega oko 43 milijuna dinara, pa postoje svi izgledi da ga naruče i instaliraju i druge tvornice u zemlji.

Kod normalnog rada elektrana ovaj uređaj odvajat će iz dimnih plinova oko 95% čestica letećeg pepela i ugljena, što će potpuno zadovoljiti efekat pročišćavanja. Jedino kod forsiranog rada i preopterećenja u kratkotrajnim periodima, efekat njegova rada ne će biti u tako visokom postotku.

Ovaj tip uređaja odvajat će iz dimnih plinova krute čestice na dva načina: centrifulagnom silom i usporavanjem brzine strujanja dimnih plinova, uslijed čega će doći do slijeganja čestica njihovom vlastitom težinom.

Uređaj će biti postavljen uz istočni dimnjak elektrane, a čestice dimnih plinova, koje će se odvojiti, koristit će poduzeće *Betonproizvod* u svojoj proizvodnji

I ČETVRTI PROJEKT ZA BURMU

Nakon izrade glavnih projekata za dvije manje hidroelektrane u Burmi — Washawug i Namsan Hka — te idejnog projekta za hidroelektranu srednjeg tipa Zawgyi, poduzeće *Elektroprojekt* u Zagrebu sada radi na izradi četvrtog projekta za ovu nama doduše daleku, ali prijateljsku zemlju. To je glavni projekt za navodnjavanje 6.000 hektara zemljišta u području Washawug, gdje će se prema prvom projektu ovog poduzeća podići i hidroelektrana Washawug.

Iz ove daleke zemlje našli smo u *Elektroprojektu* gosta ing. *Maran Brang Shawng*-a, koji se kod nas nalazi na šestmjesečnom praktičkom radu.

S STRANE LITERATURE

Njemački prijenos na 380 kV

Prvi prijenos od 380 kV u Njemačkoj stavljen je u pogon 5. oktobra 1957. na liniji Rommerskirchen — Hoheneck u dužini od 340 km.

U njemačkoj stručnoj literaturi, a i u stručnoj literaturi drugih zemalja mnogo je pisano o planiranju njemačke mreže 380 kV, a vrlo detaljan opis o izvedbi spomenutog voda izašao je u časopisu *Elektrotechnische Zeitschrift* (ETZ) br. 7. od 1. 4. 1958. u nizu od 9 članaka.

Ovaj dalekovod predstavlja prvu dionicu buduće njemačke mreže s naponom od 380 kV, pa time njemačka elektroprivreda čini značajan skok u prijenosu najvišim naponima. Premda se ovdje radi o skoku od 220 kV na 380 kV, ovaj je uređaj ipak interesantan i za nas, koji se nalazimo jednu stepenicu niže, t. j. pred prijelazom od 110 na 220 kV. U mnogočemu se tehnička rješenja opisana u navedenim člancima mogu primijeniti i na našu buduću mrežu 220 kV, pa je s toga gledišta ovaj opis još zanimljiviji.

Prvi vod 380 kV stavljen je u pogon u Njemačkoj na potezu sjever—jug, budući da se baš tu javila najveća potreba prijenosa. Snaga koju treba prenijeti narasla je 1957 g. na 1,6 milijuna kW, što je 300% više nego u 1938. g. Ekonomičnost prijenosa ovako velikih snaga, kao i vrlo ograničeni prostor za polaganje novih trasa tražili su prijelaz na 380 kV.

Dalekovod Rommerskirchen — Hohenecken izgrađen je kao dvostruki vod na čeličnim rešetkastim stupovima s rasporedom vodiča u obliku dvostrukog delta (njemački tip Dunav). Svaka faza je snop od četiri vodiča presjeka 240/40 Ač raspoređena u kutovima kvadrata sa stranicama od 40 cm.

U prvoj etapi stavljen je u pogon samo jedan sistem 380 kV, dok je drugi u pogonu na 220 kV s dva vodiča u snopu. Jedan sistem 380 kV ima prirodnu snagu od 650 MW, dok mu je snaga nabijanja 652 kVA po km. Efektivna vrijednost električnog polja snopa vodiča iznosi 16,2 kV/cm, a srednji godišnji gubitak snage uslijed korone 1,48 kW/km i sistemu. Izolacija je provedena lancem od tri štapna maglena izolatora s 27 rebara po izolatoru.

Zaštitno uže nije čelično, kako je to uobičajeno, već isto kao i vodič, t. j. 240/40 Ač. Ovakvo rješenje ima prednost u tome, što je vodič od alučela trajniji od čeličnog užeta, povoljniji je u pogledu raspodjele struje kratkog spoja, i što smanjuje nepovoljan utjecaj na susjedne vodove elektroveza. Nastojalo se da otpor uzemljenja stupova bude što manji i da ne prelazi 5 oma.

Transformatori u stanicama Rommerskirchen i Hoheneck izgrađeni su kao jednofazne jedinice u štednom spoju prijenosnog odnosa

$$\frac{400}{\sqrt{3}} \Big/ \frac{231}{\sqrt{3}} (\pm 18\%)/30 \text{ kV}$$

Svaka transformatorska grupa ima snagu od 3 × 220 = 660 MVA. Navedena regulacija od + 18% može se po izboru upotrebiti bilo za uzdužnu bilo za poprečnu regulaciju sa pomakom faze od 60°. Transformatorske su grupe istih karakteristika, ali nešto različite konstrukcije, budući da su ih dobavile tri razne tvornice (BBC, AEG i SSW). Jednofazne su jedinice spojene u zvijezdi s kruto uzemljenim zvjezdištem, dok je tercijarni namot snage 3 × 66 MVA vezan u trokut.

Nazivni napon kratkog spoja iznosi između namota napona $\frac{400}{\sqrt{3}} \Big/ \frac{231}{\sqrt{3}}$ kV . . . 10,2%, između $\frac{400}{\sqrt{3}}/30$ kV . . . 13,5%, a između . . . $\frac{231}{\sqrt{3}}/30$ kV . . . 10,5%. Transformatori su protiv udarnih prenapona naročito opremljeni odvodnicima.

Kod svake jednofazne jedinice ulaz napona 380, 231 i 30 kV zaštićen je prema zemlji po jednim odvodnikom. Njihovi su nominalni naponi 340, 180 i 35 kV. Osim toga su namoti za regulaciju na strani 220 kV još posebno zaštićeni s dva odvodnika. U transformatorske provodnike 220 kV i 30 kV kao i u provodnik zvjezdišta ugrađeni su strujni transformatori.

Svaka transformatorska jednofazna jedinica sastoji se od dva transformatora, koji su smješteni u zajednički kotao. Glavni je transformator $\frac{400}{\sqrt{3}} \Big/ \frac{231}{\sqrt{3}}$ kW u štednom spoju, ali s posebnim namotom za tercijar od 30 kV. Uz njega je dodatni transformator, komu se paralelni namot od 30 kV uzbuđuje iz tercijarnog namota glavnog transformatora (sl. 1.).

Da se transformatorima što više smanje dimenzije, jezgre su im izrađene od orijentiranog lima, niskih gubitaka. Time i ostalim konstruktivnim zahvatima uspjelo je jednofaznu jedinicu smjestiti u željeznički profil i otpremiti je posebnim transportnim vagonom s 20 osovina, nosivosti 220 t. Kod toga je trebalo demontirati samo jedan vertikalni provodni izolator. Treba spomenuti, da provodni izolatori transformatora na 380 kV predstavljaju veliko dostignuće

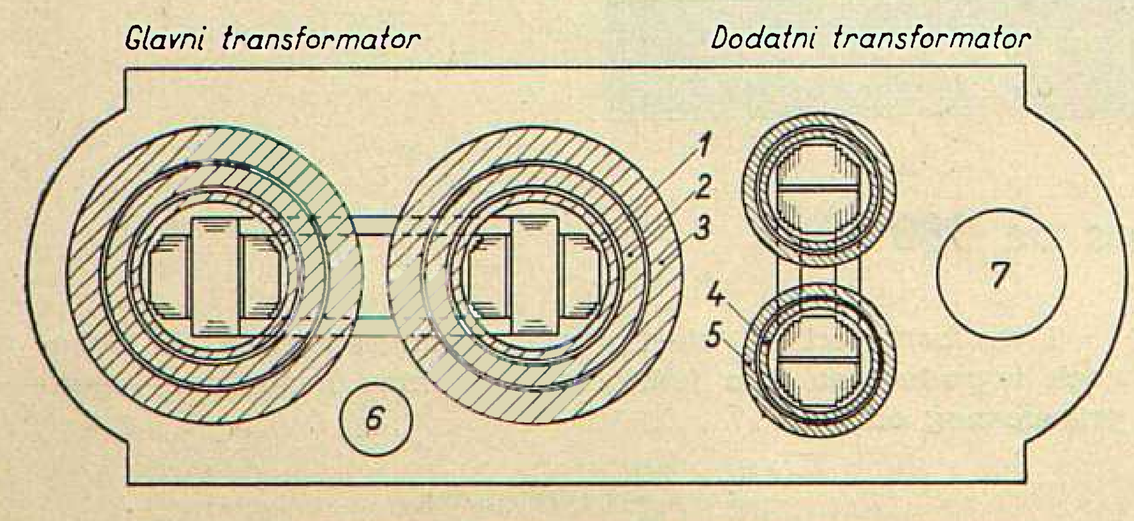
keramičke tehnike. Visina im je 3,95 m, a najveći vanjski promjer 0,89 m; izrađeni su u jednom komadu.

Mjerni transformatori već su i dosad, prema tendencijama RWE, kod 110 i 220 kV građeni kombinirano, t. j. naponski i strujni transformator u jednom kućištu, pa je tako učinjeno i kod 380 kV. Naponski mjerni transformator je kapacitivnog tipa, koji predstavlja kod tako visokih napona bolje ekonomsko i tehničko rješenje. Takav tip mjernog transformatora vrlo je otporan protiv strujnih udara, a postoji mogućnost i priključka VF telefonije, čime otpada posebni kondenzator. Odnos prijenosa naponskog transformatora iznosi $400/\sqrt{3}$ kV na $220/\sqrt{3}$ V, a nominalna mu je snaga 2×60 VA, klase 0,2 za područje frekvencije $50 \pm 0{,}75$ Hz.

Strujni dio mjernog transformatora ima tri jezgre s karakteristikama prema ovoj tabeli

Jezgra	Sekundarno, A	Nominalno VA	Klasa	n
1	2×1	15 (30)	0,2 G (0,5 G)	10
2	2×1	15 (30)	0,2 G (0,5 G)	10
3	2×1	60	1 G	20

Primarno se transformatori mogu prespojiti na nazivne struje 300, 600 ili 1200 A s mogućnošću preopterećenja od



Sl. 1. Principna šema jednopolnog regulacionog transformatora 380/220 kV.
1: namot za izjednačenje, *2:* poredni namot, *3:* serijski namot, *4:* 30kV-ni namot, *5:* stepenasti namot, *6:* 380kV provodni izolator, *7:* stepenasta sklopka.

100%. Kod spomenutih nominalnih strujnih područja transformator je dimenzioniran za granične termičke struje 22,5/45/90 kA, dok dinamička naprezanja odgovaraju graničnim strujama 56/112/112 kA. Ukupna visina kombiniranog mjernog transformatora iznosi od kotača do vrha 5,45 m, a promjer 1,0 m.

Za 380 kV odabran je tip sklopke s komprimiranim zrakom tvornice BBC. Sklopka je građena za maksimalni pogonski napon od 420 kV, za nazivnu struju od 1,5 kA, i za isklopnu snagu od 12000 MVA. Svaka faza ima 10 prekidnih mjesta, dakle ukupno 30 po sklopki. Pokusi su pokazali, da vremenska razlika između prekidanja prvog i posljednjeg od 30 kontakata iznosi samo 1 do 3 m/sek. Vrijeme ukapčanja od davanja impulsa do sklapanja kontakata iznosi 100 m/sek, a vrijeme iskapčanja od davanja impulsa do prekida struje 50 m/sek. Kod toga je uračunato 10 m/sek za gašenje luka. Sklopke mogu raditi s jednopolnim i tropolnim ponovnim uklapanjem. Pauza, za vrijeme koje moraju biti kontakti otvoreni, odabrana je sa 250 m/sek.

Prema propisima VDE sklopka treba pouzdano raditi u temperaturnom intervalu od -25^0 C do $+40^0$ C, no pokusi su pokazali, da ona radi pouzdano i u mnogo težim klimatskim prilikama.

Za 220 kV izabran je isti tip sklopke, samo sa 6 rasklopnih mjesta. Rasklopni elementi jednaki su kao kod sklopaka 380 kV. Maksimalni pogonski napon uzet je 250 kV, nazivna struja 1,8 kA, a nazivna isklopna snaga 8000 MVA.

Sklopke 30 kV zbog svoje naročite zadaće posebno su izvedene. Zadaća je ovih sklopki, da isklapaju velike prigušnice od 50 MVA, koje su zbog kompenzacije priključene na tercijarni namot transformatora. One su ekspanzione, nazivnog napona 30 kV, nazivne struje 1 kA (naknadno će se zamijeniti za 4 kA) i isklopne snage 2000 MVA. Nazivna isklopna snaga mora biti održana bez obzira na frekvenciju povratnog napona i koeficijent prenapona. Sklopka je građena za vanjsku montažu, a težina joj je 3,4 tone.

Kod ispitivanja ove sklopke naročita je pažnja posvećena prenaponima kod isklapanja, jer se radi o velikom induktivitetu. Pokusi su pokazali, da je faktor prenapona iznosio maksimalno 1,8, a u prosjeku 1,48, dok je kod stavljanja postrojenja u pogon prenaponski faktor na prigušnici iznosio 3,3, sa srednjom vrijednošću od 1,95. Pod prenaponskim faktorom razumije se odnos između tjemene vrijednosti nastalog prenapona prema zemlji, prema tjemenoj vrijednosti normalnog napona prema zemlji. Kod isklapanja prigušnica pojavljuju se osobito strmi povratni naponi, koji otežavaju gašenje. Tako su se pojavile frekvencije izjednačenja od 10,7 do 13,5 kHz, čemu su sklopke bile dorasle.

Rastavljači za 380 kV su pantografskog tipa izrađeni u tvornicama Siemens i AEG. Glavna im je prednost ušteda na prostoru, a maksimalni pogonski napon 420 kV; nominalna je struja 1,25 kA. Rastavljač je impozantne visine od 13,98 m. Zbog naročito jakog dimenzioniranja potrebno je spomenuti i rastavljač od 30 kV u polju prigušnica. On je izgrađen za nominalnu struju od 4 kA i dinamičku graničnu struju od 150 kA.

Do sada su u novom vodu od 380 kV stavljene u pogon samo dvije krajnje stanice, Rommerskirchen i Hoheneck (sl. 2). Obje su stanice skoro identične. I za postrojenje 380 kV izabran je tip uobičajen kod poduzeća RWE*) za 220 kV i to s poprečnim vezama iznad sabirnica. Sabirnice su dvostruke s pomoćnom sabirnicom. Širina polja iznosi 26 m, razmak vodiča 6,5 m, a ukupna dubina polja 250 m. Budući da su transformatorske jedinice jednofazne, postavljena je jedna jedinica kao rezerva, koja se može priključiti na potrebno mjesto pomoću rastavljača.

Sabirnice su izvedene kao snop od dva vodiča 537/57 Ač. Konstrukcija portala, koji nose sabirnice i spojne veze, u obim je stanicama različita u toliko, što je u stanici Rommerskirchen izvedena čelična puna, a u stanici Hoheneck čelična rešetkasta konstrukcija. Ubuduće će se graditi samo rešetkasti tip, jer mu je cijena samo 57% pune konstrukcije. Rešetkasta će se konstrukcija pocinčavati.

Dok je shema onog dijela postrojenja za 380 kV građena, kao što je rečeno, prema uzoru na postojeće izvedbe kod 220 kV, dio za 30 kV morao se specijalno prilagoditi posebnim uvjetima nastalim zbog velikih snaga prigušnica, velikih snaga kratkog spoja i jednofaznih transformatorskih jedinica.

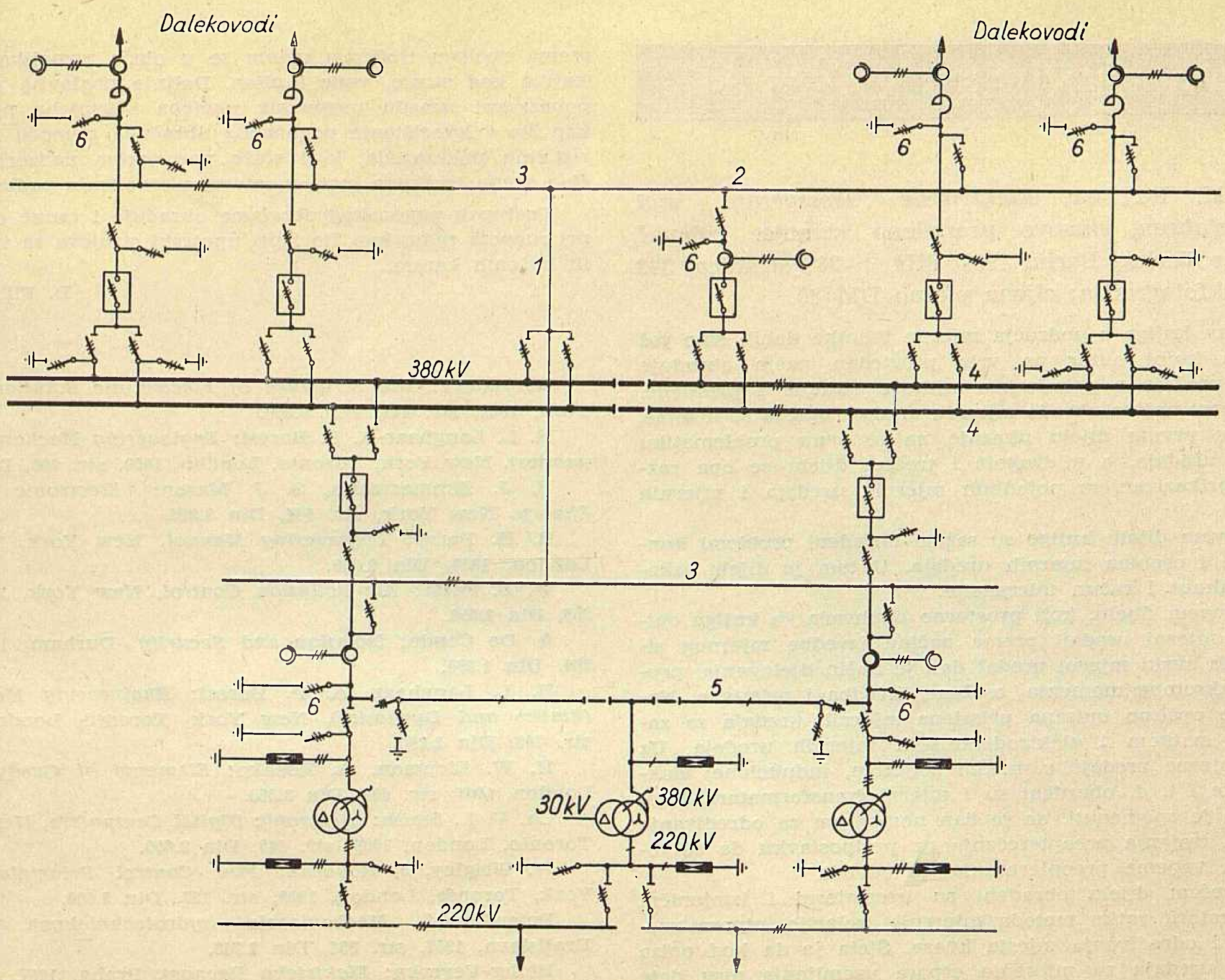
Za opskrbu komprimiranim zrakom izgrađen je u obim stanicama centralni kompresorski uređaj. Za gašenje luka u sklopkama potrebno je 15 atp, a za pogon 5 atp, dok se u kompresorskoj stanici zrak komprimira na 30 atp, a zatim na mjestu upotrebe reducira. Za privođenje aparatima izgrađen je dvostruki prstenasti vod od centralne stanice.

Budući da se pogon na strani 380 kV i 220 kV vrši s kruto uzemljenom nultočkom, mora naravno uzemljenje biti tome prilagođeno. Ono je izvedeno kao trakasta mreža s bakrenim vodičem presjeka 70 mm². Naprave, preko kojih bi se visoki potencijal mogao pojaviti izvan stanice, prekinute su izolacijom. To je učinjeno na pr. kod ograda, željezničkih šinja i t. d.

Zvjezdišta transformatora priključena su zajednički preko rastavljača od 110 kV na uzemljenje stanice. Protiv udaraca groma stanica je zaštićena gromobranima, koji strše 9 m iznad portala. Od zaštitnih užeta iznad stanice se odustalo zbog opasnosti prekida i pada na sabirnice i aparate.

Naravno da je u okviru koordinacije izolacije naročita pažnja posvećena sigurnosti od atmosferskih prenapona. S obzirom da je tražena povećana sigurnost ovog prvog prijenosa sa 380 kV, i to naročito zbog onečišćenja izolatora, dimenzionirana je vanjska izolacija aparata i voda za podnosivi napon industrijske frekvencije od 830 kV umjesto 750 kV, koliko traže propisi VDE. Podnosivi udarni napon za vod uzet je 1800 kV (VDE : 1425 kV), a za vanjsku izolaciju aparata 1450 kV (VDE 1425 kV). Unutarnja izolacija aparata izvedena je za podnosivi napon industrijske frekvencije od 640 kV, a udarni podnosivi napon od 1800 kV. Na aparate je ugrađeno iskrište od 2585 mm.

*) Rheinisch-westfällische Elektrizitätswerke, Essen.



Sl. 2. Osnovna šema stanice 380 kV
1: Obilazno polje, *2:* spojno polje, *3:* obilazne sabirnice, *4:* dvostruke sabirnice, *5:* pomoćne sabirnice, *6.* tri jednopolna rastavljača.

Karakteristike odvodnika na strani 380 kV su slijedeće:

nazivni napon	340 kV
napon gašenja	410 kV
proradni napon kod 50 Hz . .	612 do 715 kV
proradni udarni 50%-tni napon	730 do 860 kV
nazivna struja gutanja . . .	10 kA
ostatni napon	1156 kV

Dio aparata za 220 kV izoliran je prema propisima VDE, s oznakom 220 E, kako to odgovara za kruto uzemljenje mreže.

Kao što je već spomenuto, namot 220 kV na transformatoru zaštićen je odvodnikom nominalnog napona 180 kV. Njegov ostatni napon iznosi 612 kV kod 10 kA; proradni mu je napon kod industrijske frekvencije 350 $\pm$ 7,5% kV, a kod 50% udarnog vala 1/50 $\pm$ 420 kV. O zaštiti regulacionog namota transformatora već je govoreno.

Upotrebljeni odvodnici prenapona na strani 220 i 380 kV nove su konstrukcije, koja dopušta mnogo niže izvedbe.

S obzirom na važnost prijenosnog uređaja i skupocjenost aparata zaštiti i relejima posvećena je naročita pažnja.

Svaka transformatorska jedinica ima 5 Buchholz-ovih releja i to po jedan za kotao i regulacionu sklopku, jedan za oba provodnika 220 kV, jedan za provodnik zvjezdišta 220/380 kV i jedan za sva 4 provodnika 30 kV. Osim toga donji dio provodnika 380 kV ima svoj posebni Buchholz-ov relej. Svi ovi releji vode na jedan pomoćni relej za iskapčanje, koji istovremeno izbacuje sklopke na strani 220 i 380 kV. Ova je zaštita provedena tako detaljno zato, što je u planu, da se kasnije izvede automatsko izbacivanje oštećene jednofazne transformatorske jedinice i ubacivanje rezervne.

Nadalje je na transformatore ugrađena diferencijalna zaštita. Zbog kompliciranog spoja transformatora nije se djelovanje zaštite moglo pouzdano obuhvatiti računski, pa je zbog toga izrađen model transformatora u mjerilu snage $1 : 10^6$.

Kao rezervna zaštita za transformator služi impedantna zaštita, koja štiti sabirnice. Kod te zaštite naročito je trebalo voditi računa o činjenici, da je impedancija transformatora osjetljivo promjenljiva u vezi položaja regulacione sklopke. Impedantna zaštita štiti s vremenom 0,6 do 0,8 sek, dok vrijeme prekostrujne tropolne zaštite zbog stepenovanja mora biti udešeno na 10 sek. Uz sve navedeno transformator ima i termičku zaštitu protiv preopterećenja.

Zaštita voda 380 kV u načelu je ista, kao što se upotrebljava u mreži 220 kV. Trebalo je zbog velike dužine voda i niskih mogućih struja kratkog spoja uvesti pomoćni poticajni član releja ovisan o faktoru snage. Relej ima također kompenzaciju otpora luka.

Ponovno uklapanje udešeno je tako, da kod jednopolnih kvarova isklapa dotična faza s mehaničkom pauzom od 1,2 sek i tada ponovno uklapa. Ako je kvar u tri faze, ne uklapa se ponovno. Tropolno isklapanje slijedi i onda, ako jednopolni kvar traje više od 0,6 sek.

Zbog velike dužine voda moguća je jaka pojava Ferantijeva fenomena t. j. povećanja napona na kraju voda. Da se to spriječi, ugrađena je posebna zaštita protiv povećanja napona. Ako se napon poveća na 430 kV, stupa rele u djelovanje i uključi prigušnice (jedinice po 50 MVA), koje u redovitom pogonu nisu priključene. Njihovo isključivanje vrši se ručno. Ako se pak iz bilo kojeg razloga napon podigne do 480 kV, daljnji rele isključuje sklopku na 380 kV u vremenu od 0,1 sek.

Paralelno s izgradnjom vodova 380 kV izgrađena je i dojavna veza potrebna za siguran i uredan pogon.

Vod 380 kV ima uobičajenu visokofrekventnu vezu, no pokazalo se, da je ona za sve veće pogonske zahtjeve nedovoljna. Zbog toga je izgrađena posebna UKV veza na valu od 13 cm i s predajnom snagom od 5 W. Ovu je liniju moguće koristiti za 120 govornih kanala. UKV prijenos ima 4 stanice s posadom i 4 relejne stanice bez posade.

Prema njemačkim podacima opisani prijenos s naponom od 380 kV jeftiniji je od prijenosa na naponu od 220 kV za 25%. U budućim pak prijenosima, gdje će se izbjeći jedna međutransformacija, troškovi će biti manji čak za 40%. Tu se misli na direktnu transformaciju u elektranama od 10 kV na 380 kV i u stanicama od 380 kV na 110 kV.

Ing. B. Markovčić

NOVE KNJIGE I ČASOPISI

P. M. Pflier, *Elektrische Messgeräte und Messverfahren*, nanovo prerađeno izdanje. Izdavač Springer Verlag, Berlin 1957; XII + 287 stranica, 343 crteža i fotografija; cijena platno DM 30.

U nizu knjiga s područja mjerne tehnike dobili smo još jednu u kojoj autor na vrlo pregledan način obrađuje mjerne uređaje s primjerima njihove izradbe i primjene. Preglednost načina obrade mjernih uređaja ogleda se u tome, što se u prvom dijelu ukazuje na osnovnu problematiku mjernih uređaja, a u drugom i trećem dijelu se ona razrađuje prikazivanjem pojedinih mjernih uređaja i mjernih metoda.

U prvom dijelu knjige su sažeto obrađeni problemi konstrukcije i osobina mjernih uređaja. U tom je dijelu također dotaknut i račun tolerancije.

U drugom dijelu, koji prostorno obuhvaća 2/3 knjige opisani su mjerni uređaji prema načinu izvedbe mjernog sistema. Za svaki mjerni uređaj dan je način djelovanja, proračun zakretnog momenta, osobine, izvedba i primjena. Naročito je opširno opisana primjena mjernih uređaja sa zakretnim svitkom i elektrodinamskih mjernih uređaja. Uz ostale mjerne uređaje s mekim željezom, indukcione, elektrostatske i t. d. obrađeni su i mjerni transformatori. Interesantno je spomenuti, da je dan nomogram za određivanje vremena trajanja preopterećenja uz pretpostavku da se toplina za vrijeme preopterećenja ne odvodi.

U trećem dijelu obrađeni su istosmjerni i izmjenični kompenzatori, zatim metoda mjerenja izolacije, otpora uzemljenja i određivanja mjesta kvara. Šteta je da kod opisa mjernih uređaja za mjerenja otpora uzemljenja nisu date praktične upute za primjenu aparata s obzirom na izvedbu uzemljenja i da nije posebno dotaknut problem mjerenja napona koraka i dodira.

Čitajući ovo opsežno djelo o mjernim uređajima ne osjeća se neravnomjernost u obradi pojedinih poglavlja. Jedino što narušava ravnomjernost izlaganja je izvođenje jednadžbe u količinskom i veličinskom obliku.

Na kraju knjige dan je opsežan pregled literature i to pretežno njemačke.

Knjiga se preporuča kao izvrstan udžbenik za početnike i odličan priručnik za one koji se bave mjernom tehnikom ili imaju s njom barem povremeno dodirnih točaka.

Ž. Zlatar

KOSTENRECHNUNG der Energie- und Wasserversorgungs unternehmen

74 strane, format A 4 sa 4 tabele A 3 i jednom tabelom format A 2, uvezano u poluplatno, cijena DM 18.– Naklada: Verlags- und Wissenschaftgesellschaft der Elektrizitätswerke m. b. H., Frankfurt/Main.

Vrhovno udruženje za opskrbno gospodarstvo izdalo je kontni plan za opskrbna poduzeća i s njima povezane prometne pogone. Knjiga je kod poduzeća naišla na veoma dobar prijem. Na želju poduzeća objelodanjene su sada pod gornjim naslovom i upute o računu troškova. To su zapravo rezultati koordiniranog rada VDEW i VGW.

Prvi dio »Računa troškova« obrađuje, na osnovu opće važećih teoretskih spoznaja i posebnih iskustava poduzeća za opskrbu električnom strujom, plinom i vodom, vezu između kontnog plana i računa troškova, njegove zadatke i osnove te omeđavanje pojmova troškova sa raznolikih gledišta. Dalje se daje preporuka za račun troškova prema vrstama troškova, prema mjestima i prema nosiocima troškova. Detaljna obrada sa primjerima pruža mogućnost za ispravnu primjenu pogonsko-obračunskog lista, kojom je posvećen drugi dio knjige. U tome djelu opisane su razne obračunske metode i prikazana tehnika obračuna uz razne pretpostavke organizacione prirode i to na osnovu mnogobrojnih primjera i postupaka. Priložene tabele i slike daju preporuke za svrsishodno raščlanjenje vrste i mjesta troškova. Kod računa prema nosiocu troškova uzima se u obzir raznolika problematika kod struje, vode i plina. Daljnja poglavlja pokazuju povezanost između pogonskih uspjeha i uspjeha poduzeća, kao što i iskorištenje pogonskog obračuna pomoću karakterističnih pokazatelja, koji služe pogonskom nadzoru i koji čine račun troškova instrumentom rukovođenja poduzeća.

Postupak pogonskog obračuna obrađuje i radne postupke pri ručnom radu, kao što i pri upotrebi strojeva za knjiženje ili bušenih karata.

B. Filipović

W. Hamer: *The Structure of Electrolytic Solutions*, New York, 1959, str. 441, Din 5.550.

H. L. Langhaar-A. P. Boresi: *Engineering Mechanics (Dynamics)*, New York, Toronto, London, 1959, str. 705, Din 1.500.

H. J. Zimmermann, S. J. Mason: *Electronic Circuit Theory*, New York, str. 564, Din 3.225.

R. H. Perry: *Engineering Manual*, New York, Toronto, London, 1959, Din 2.850.

W. L. Faith: *Air Pollution Control*, New York, 1959, str. 259, Din 2.550.

A. De Conde: *Isolation and Security*, Durham, 1957, str. 204, Din 1.350.

H. L. Langhaar, A. P. Boresi: *Engineering Mechanics (Statics and Dynamics)*, New York, Toronto, London, 1959, str. 705, Din 2.700.

H. W. Liepman, A. Roshko: *Elements of Gasdynamics*, London, 1957, str. 439, Din 3.300.

Ch. V. L. Smith: *Electronic Digital Computers*, New York, Toronto, London, 1959, str. 443, Din 3.600.

W. Wrigley, J. Hovorka: *Fire Control Principles*, New York, Toronto, London, 1959, str. 133, Din 3.000.

Peter-Mencl, *Mechanizacia hydrotechnickych stavieb*, Bratislava, 1957, str. 394, Din 2.748.

Heller-Veverka: *Elektricka Pevnost*, Praha, 1957, str. 397, Din 3.582.

VEM-Handbuch, Transformatoren und Wandler, Berlin, 1958, str. 396, Din 2.484.

N. Okerblom: *Schweisspannungen in Metallkonstruktionen*, Halle, 1959, str. 190, Din 2.981.

F. Schnessl: *Die Kurzschlussvorgänge*, Berlin, 1959, str. 134, Din 1.458.

V. Fetzer: *Einschwingvorgänge in der Nachrichtentechnik*, München, Berlin, 1958, str. 356, Din 4.954.

O. Weisser, F. Schulz: *Elektroenergetika*, Praha, 1956, str. 253, Din 1.002.

Stanek: *Einführung in die Vektorrechnung für Elektrotechniker*, Berlin, 1958, str. 127, Din 1.332.

G. Sprockhoff: *Versuche zur Einführung in die Elektrizitätslehre*, Berlin, 1958, str. 161, Din 802.

H. Mann: *Fernsehtechnik*, Band I., Leipzig, 1958, str. 245, Din 1.811.

A. Sokolov: *Quanten-Elektrodynamik*, Berlin, 1957, str. 324, Din 4.722.

Handbuch für den Kraftwerksbetrieb, Berlin, 1959, Din 1.623.

Жолдак, Лычагин, Попов: Технология изготовления электроэлементов для электроавтоматически устроиств, Москва, 1959, стр. 423, Дин 610

Коган; Электронные моделирующие устройства и их применеине для исследования систем автоматического регулирования, Москва, 1959, стр. 492, Дин 623

Костенко, Пиотровски: Электрические машины, Москва 1959, стр. 464. Дин 424

Аваев, Крылов: Общая электротехника, Москва, 1959, стр. 448, Дин 405

*** : Краткий справочник по электрификации сельского хозяйства, Москва 1959, стр. 251, Дин 209

Мансуров, Попов: Теоретическа электротехника, Москва, 1958, стр. 608, Дин 464

Жеребцов: Радиотехника, Москва, 1958, стр. 495, Дин 437

Афанасьев: Конструкции выключающих аппаратов высокого наряжения, Москва, 1959, стр. 574, Дин 741

Мелентьев Штейнгауз: Экономика энергетики СССР, Москва, 1959, стр. 396, Дин 809

Sve se ove knjige mogu nabaviti kod *Znanstvene knjižare*, Zagreb, Preradovićeva 2.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE VELJAČU I OŽUJAK 1959. GODINE

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjesec	Godina	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	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.	1958	81811	20539	2303	14707	101	273	84215	35519	18930	26817	— 5983	159498
5.	1958	75962	11664	1602	14454	105	213	77669	26331	4473	52800	— 6726	154547
6.	1958	47745	16101	990	15648	98	213	48833	31962	37883	32896	— 6886	144688
7.	1958	28351	22896	722	18733	105	225	29178	41854	50377	29341	— 9342	141408
8.	1958	13998	26018	428	17985	101	276	14527	44279	49614	34654	— 896	142178
9.	1958	7734	37103	259	22783	96	274	8089	60160	53069	25715	— 111	146922
10.	1958	31290	33129	1046	26466	99	262	32435	59857	72636	4997	— 5975	163950
11.	1958	61776	23411	1928	21683	108	266	63812	45360	47405	23991	— 5781	174787
12.	1958	75436	21585	1951	20474	112	319	77499	42378	45197	27059	— 5627	186506
Ukupno	1958	654130	275959	16873	218012	1248	3244	672251	497215	374061	417825	— 53024	1908328
1.	1959	92472	21860	2149	17299	114	317	94735	39476	13943	58082	— 11131	195105
2.	1959	73909	40212	1498	17916	108	310	75515	58438	— 3002	52748	— 2519	181180
3.	1959	70584	30070	1446	19073	102	316	72132	49459	12083	53868	— 1296	186246
Ukupno I–III	1959	236965	92142	5093	54288	324	943	242382	147373	23024	164698	— 14946	562531

Napomena: Od mjeseca siječnja 1959 iskazuje se u statističkom izvještaju proizvodnja električne energije svihkod Statističkog zavoda evidentiranih industrijskih i lokalnih elektrana, a ne samo većih industrijskih elektrana kao štoje to bilo iskazivano u 1958. g.

Ispravak: Iz broja 3–4: Podaci o proizvodnji industrijskih HE, a prema tome i oni za sve HE iskazani su u broju 3 i 4 bez proizvodnje hidroelektrane Tvornice papira Rijeka, što je ispravljeno u prednjem izvještaju za mjesec veljaču i ožujak ove godine.

Pogonski pokazatelji elektrane NR Hrvatske za mjesec veljaču i ožujak 1959. godine

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje,[2] %		Utrošak topline, kcal/kWh	
				veljača	ožujak	Od početka godine	veljača	ožujak	Od početka godine	veljača	ožujak	veljača	ožujak
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	75,0	19898	9639	48266	117,3	53,9	92,1	100,0	100,0	—	—
		Gojak	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Ozalj	5,1	1152	2144	6368	41,1	71,7	75,0	98,0	98,0	—	—
		Kraljevac	62,0	36498	42174	127937	124,1	92'5	109,6	96,9	95,6	—	—
		Manojlovac (Miljacka)	24,0	11611	12060	39006	115,3	80,9	102,9	96,0	95,6	—	—
		Jaruga	5,5	3511	3707	11199	105,0	94,9	101,6	95,2	94,0	—	—
	TE	Zagreb	17,0	6806	7401	18675	124,3	148,0	111,7	59,6	58,7	5580	6200
		Jertovec	39,0	22748	14649	51622	229,5	143,7	149,5	86,7	50,5	4044	4096
		Vlaška	9,5	3965	4063	10519	140,4	227,0	118,2	62,0	57,5	4771	4826
		Rijeka	6,3	3500	2264	5905	—	—	1338,0	82,6	48,2	5474	5727
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,5	4416	4530	12658	192,5	333,0	334,5	37,7	34,9	...	...
		Sladorana, Županja	3,0	—	—	26	—	—	13,5	—	—	—	—
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1778	1856	5555	219,0	201,8	185,6	44,0	41,6	...	...
		Željezara, Sisak	5,5	2492	1958	6546	72,5	53,9	61,3	67,5	47,8	...	...

1) Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim izkazan je u odnosu na god. 1958 = 100.
2) Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje instaliranog kapaciteta.

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesec veljaču i ožujak 1959. godine

Elementi energetske bilance	Veljača		Ožujak		Od početka godine		Indeks (1958 = 100) za		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Veljaču	Ožujak	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	114121	62,1	100654	53,7	329107	57,0	138,3	96,1	112,0
Proizvodnja industr. elektrana	19414	10,6	20519	10,9	59381	10,3	115,8	117,0	117,0
Proizvodnja lokalnih elektrana	418	0,2	418	0,2	1267	0,2	104,3	105,4	101,6
Ukupna proizvodnja na generatoru	133953	72,9	121591	64,8	389755	67,5	134,4	99,1	112,7
Nabava el. en. iz susjed. zajed.	49746	27,1	65951	35,2	187722	32,5	95,1	117,5	121,7
Nabava el. en. iz inozemstva	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupno raspoloživa el. energija	183699	100,0	187542	100,0	577477	100,0	120,8	105,0	115,7
Vlastiti potrošak elektr. u sistemu	4566	2,5	3872	2,1	12534	2,2	173,0	134,5	139,0
Vlastiti potr. ind. i lok. elektrana	1983	1,1	2094	1,1	6065	1,1	115,3	116,2	116,9
Ukupno raspoloživo na pragu elektr.	177150	96,4	181576	96,8	558878	96,8	119,9	104,3	115,1
(Nabava ind. elektr. u sistemu)	(1308)	(0,7)	(1616)	(0,9)	(3824)	(0,7)	(269,8)	(360,0)	(287,0)
(Prag elektrana u sistemu)	(160609)	(87,4)	(164349)	(87,6)	(508119)	(88,0)	(121,1)	(103,7)	(115,6)
Gubici prijenosa u sistemu	7922	4,3	6525	3,5	23152	4,0	111,5	55,7	81,6
Gubici razvoda u sistemu	16935	9,2	17608	9,4	49917	8,6	167,2	87,5	116,6
Gubici razvoda lokal. elektrana	42	0,0	42	0,0	127	0,0	105,0	105,0	101,5
Ukupno predaja el. en. potrošačima	152251	82,9	157401	83,9	485682	84,1	106,9	110,2	117,3
Od toga									
Predano inostranstvu	2519	1,4	1296	0,7	14946	2,6	—	22,8	261,9
Industrij. vlastita opskrba	16165	8,8	16851	9,0	49619	8,6	110,6	109,6	111,8
Lokalna opskrba	334	0,2	334	0,2	1013	0,2	104,0	105,0	101,7
Potrošači u sistemu	133233	72,5	138920	74,0	420104	72,7	115,4	114,5	115,7
Struktura potrošnje u sistemu — Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100%									
Kućanstva (domaćinstva)	36341	27,2	33937	24,4	110961	26,4	125,1	118,0	124,8
Rasvjeta poslovnih prostorija	4593	3,5	4157	3,0	14685	3,5	109,2	106,5	113,4
Rasvjeta društvenih prostorija	1023	0,8	960	0,7	3337	0,8	100,0	100,1	104,3
Motori i aparati	4110	3,1	4152	3,0	13442	3,2	111,0	115,2	118,6
Poljoprivredni motori	631	0,5	638	0,5	1947	0,5	116,5	137,5	126,1
Javna rasvjeta	1942	1,5	1816	1,3	5853	1,4	113,0	122,6	112,0
Preprodavaoci	1508	1,1	1276	0,9	4520	1,0	94,7	92,7	92,8
Ukupna potrošnja na malo	50148	37,7	46936	33,8	154745	36,8	119,8	116,0	121,0
Vodovod	3152	2,4	3582	2,6	10288	2,5	102,2	115,9	109,0
Gradska el. vuča	1228	0,9	1286	0,9	3806	0,9	107,5	102,4	102,0
Ukupna komunalna velepotrošnja	4380	3,3	4868	3,5	14094	3,4	103,6	112,0	107,0
Ugljenokopi	5462	4,1	5598	4,0	17327	4,1	99,1	84,7	94,5
Tvornice cementa	6066	4,5	8364	6,0	20842	5,0	149,1	139,4	128,0
Ostala opća velepotrošnja	30924	23,2	31234	22,5	93067	22,1	117,5	115,0	116,2
kod elektrokemije	(988)	(0,7)	(869)	(0,6)	(2358)	(0,6)	(63,7)	(35,2)	(47,1)
kod elektrometalurgije	(11168)	(8,4)	(12426)	(9,0)	(24938)	(5,9)	(159,0)	(126,7)	(138,3)
kod ostalih	(18768)	(14,1)	(17939)	(12,9)	(65771)	(15,6)	(106,2)	(120,8)	(115,4)
Ukupna opća velepotrošnja	42452	31,8	45196	32,5	131236	31,2	116,3	114,0	114,3
Karbid	9242	6,9	12528	9,0	34709	8,3	76,3	96,2	90,4
Aluminij	11168	8,4	12426	9,0	35822	8,5	158,1	126,5	146,0
Ostala elektrokemija	988	0,7	870	0,6	3264	0,8	59,7	35,2	49,7
Ukupna elektrokemija	(21398)	(16,0)	(25824)	(18,6)	(73795)	(17,6)	(103,0)	(102,0)	(106,0)
Ferolegure elektrometalurgije	11226	8,5	11906	8,6	34849	8,4	118,1	143,6	119,1
Elektrotoplina	2547	1,9	3124	2,2	8171	1,9	149,3	182,1	157,0
Željeznička električna vuča	1032	0,8	1049	0,8	3071	0,7	119,9	94,5	105,1
Melioracije	50	0,0	17	0,0	143	0,0	78,1	5,5	37,6
Ukupna specijalna velepotroš.	36253	27,2	41920	30,2	120029	28,6	110,1	114,0	111,8

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesec veljaču i ožujak 1959. godine

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	2. 1959	591	338	253	74	40	52	76	68	79	119	48	22	9	3	1
	3. 1959	609	383	226	71	30	73	60	96	79	118	49	22	8	3	0
Indeks na bazi	2. I958	120	107	142	118	236	105	126	73	125	135	163	121	148	91	135
	3. I958	108	93	144	87	202	96	115	94	119	95	250	93	191	97	20

Proizvodnja ugljena za mjesec veljaču i ožujak 1959. godine

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1958 = 100 za		
		Veljača	Ožujak	Od početka godine	Veljaču	Ožujak	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi		66970	72440	207770	103,7	102,7	101,9
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	6030	6780	18385	91,8	94,3	89,4
	Ostali	4790	4870	14240	86,8	89,8	90,3
	Rudnik Pregrada	4532	4747	14441	73,9	71,2	77,9
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	18097	15918	50639	101,6	89,0	96,4
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Dalmacija: Rudnik Siverić	12010	12010	35340	103,7	95,2	90,5
	Ostali	556	604	1716	92,5	99,3	90,7
	Ostala područja	2250	2200	6612	87,0	80,8	87,3
	Ukupno mrki	48265	47129	141373	95,2	88,7	90,7
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečki ugljenokopi	18051	18022	53746	124,3	119,7	120,8
	Konjšćinski ugljenokopi	22200	22292	63774	102,8	95,6	93,8
	Rudnik Ladanje Donje	13503	13550	40875	94,8	99,7	96,3
	Stubički ugljenokopi	16154	15361	47064	121,2	111,0	115,3
	Ostali	1804	1828	5256	79,8	67,7	68,6
	Bilogora — Podravina: Krapinski ugljenokopi	10387	10943	32336	71,0	76,9	73,7
	Križevački ugljenokopi	6490	6000	18226	123,3	117,1	119,2
	Ostali	7356	6983	21977	101,8	98,6	101,2
	Ostala područja	632	559	2101	24,2	21,7	26,7
	Ukupno lignit	96577	95538	285355	100,9	98,0	97,7
Ukupno sve vrste ugljena		211812	215107	634498	100,3	97,2	97,3

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesec veljaču i ožujak 1959. godine

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama							
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Koksara	Plinara
Proizvodnja u 1000 t	2. 1959.	1710	104	748	858	450	212	370	660	1,0	17.2	82	2,0
	3. 1959.	1803	111	803	889	457	215	391	720	0,6	18,6	89	2,1
Indeks na bazi	2. 1958.	109,7	113,0	106.9	112,5	113,9	100,5	108,1	111,3	100,0	108,7	100,0	95,2
	3. 1958.	111,1	107,7	106,8	115,7	118,0	97,4	108,5	112,8	60,0	124.0	102,2	95,5

Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesec veljaču i ožujak 1959. godine

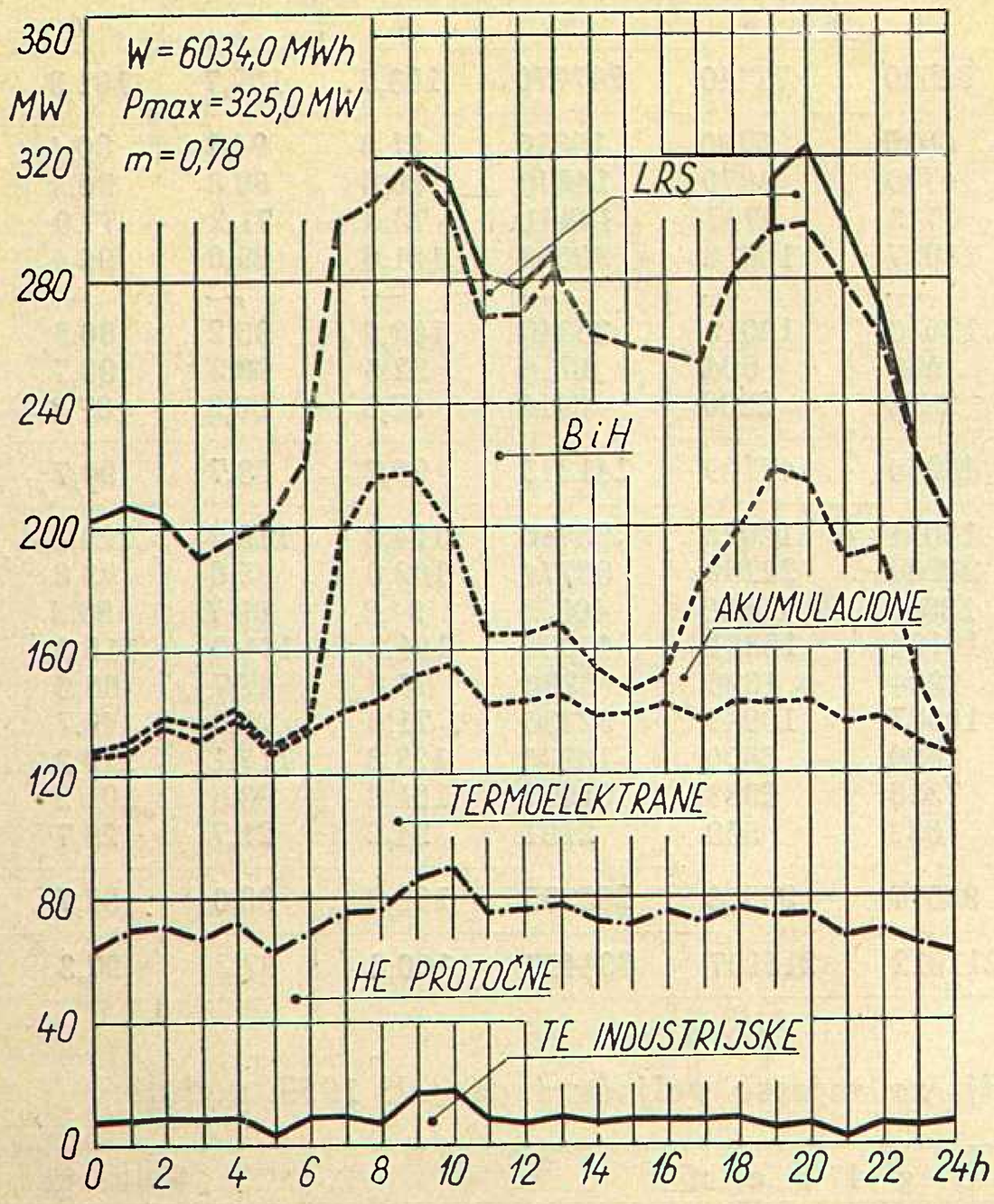
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	2. 1959.	38110	3503	76552	18396	475	4643	21328	3026	212
	3. 1959.	47107	3721	95782	26172	686	4295	27205	3427	237
Indeks na bazi	2. 1958.	112,0	93,3	92,4	90,2	47,2	113,3	109,3	91,2	130,0
	3. 1958.	127,3	87,0	100,4	121,3	138,7	100,5	99,2	103,9	154,9

Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesec veljaču i ožujak 1959. godine

Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
2. 1958.	89	87	87	90	91	93	75	87	90	88
3. 1958.	97	91	98	101	101	103	74	95	98	95
2. 1959.	96	95	97	97	100	91	89	94	97	99
3. 1959.	110	110	109	110	116	105	106	116	110	108

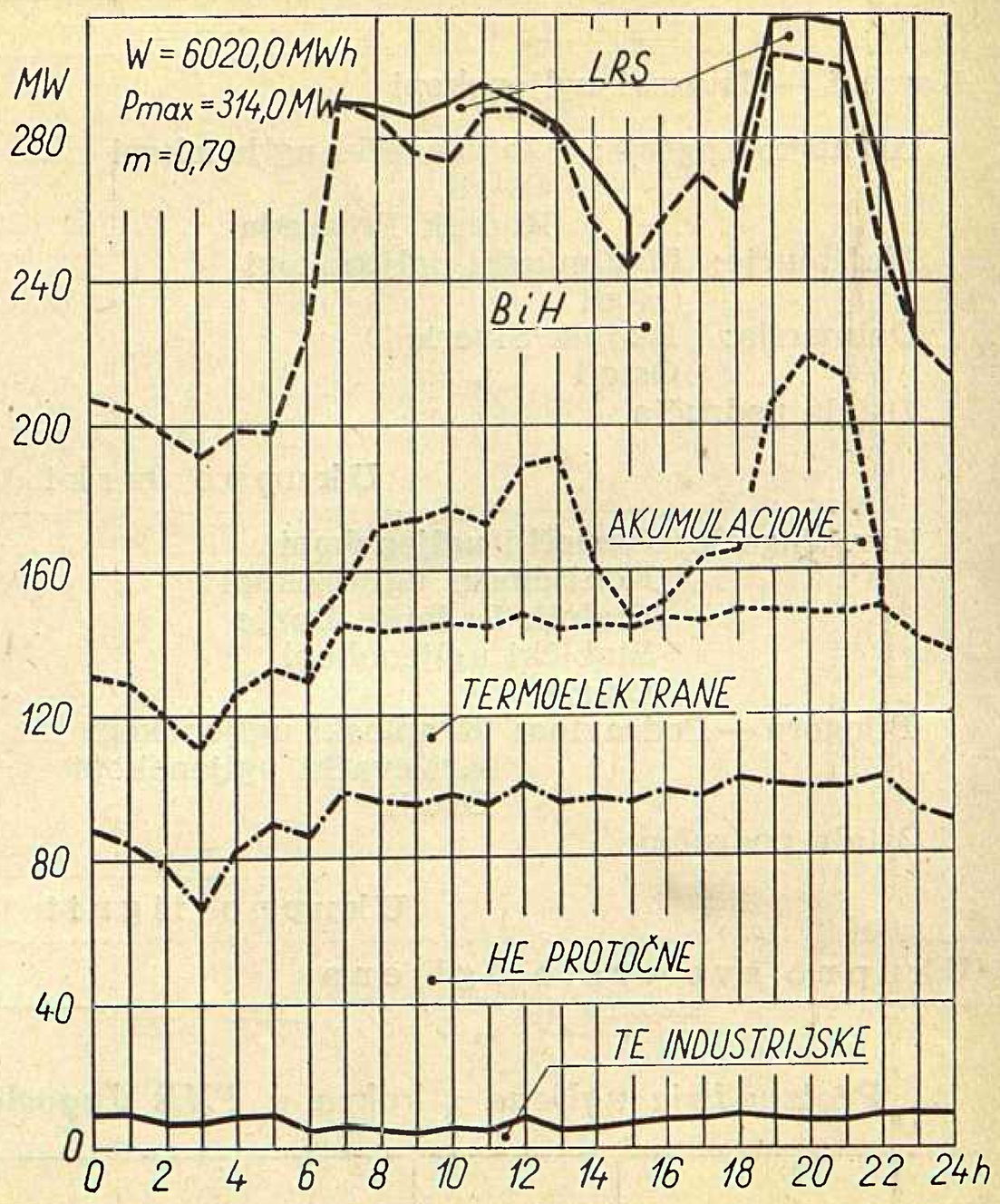
SRIJEDA 18. 2. 1959.

PO IZVORIMA ENERGIJE



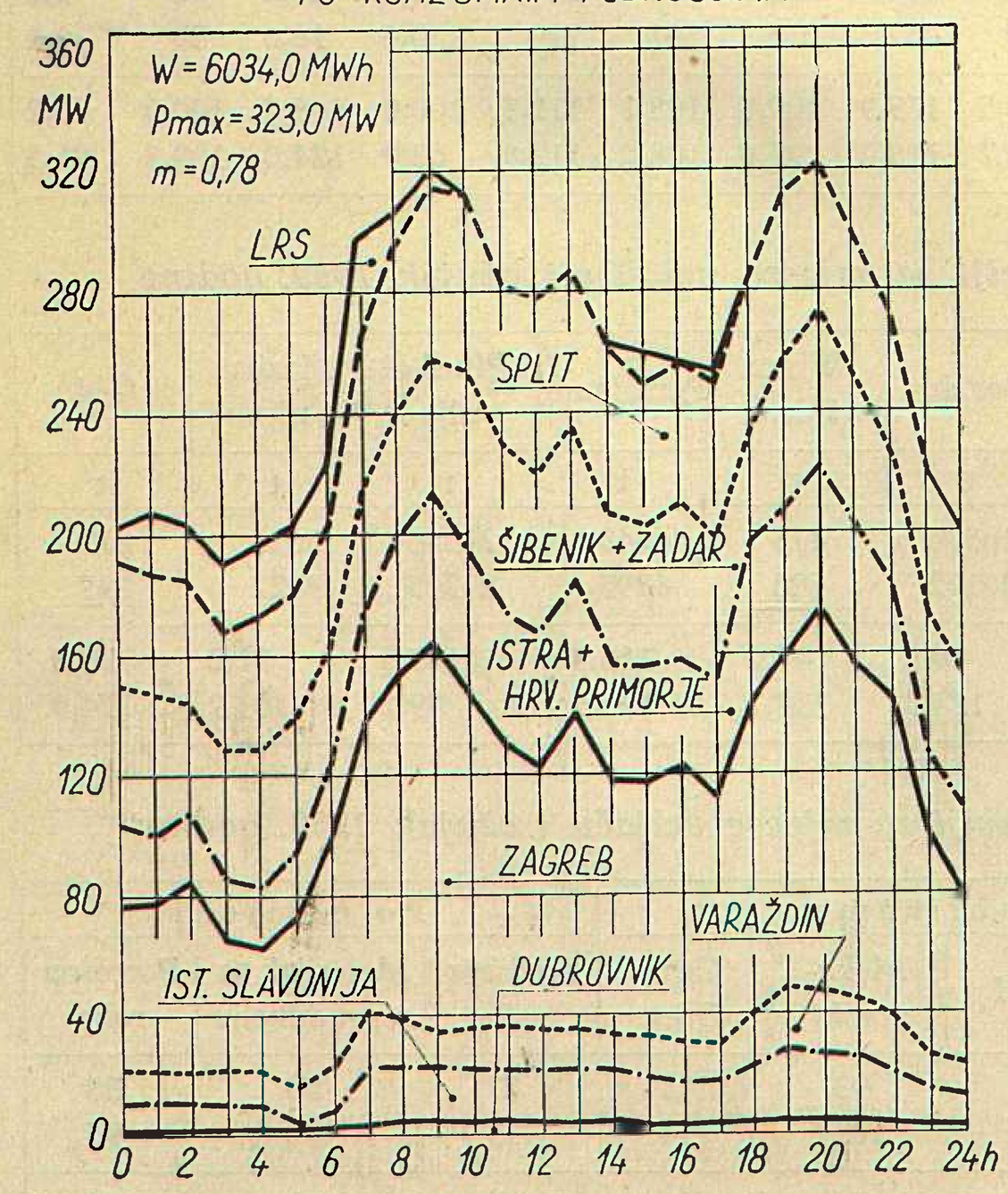
SRIJEDA 18. 3. 1959.

PO IZVORIMA ENERGIJE



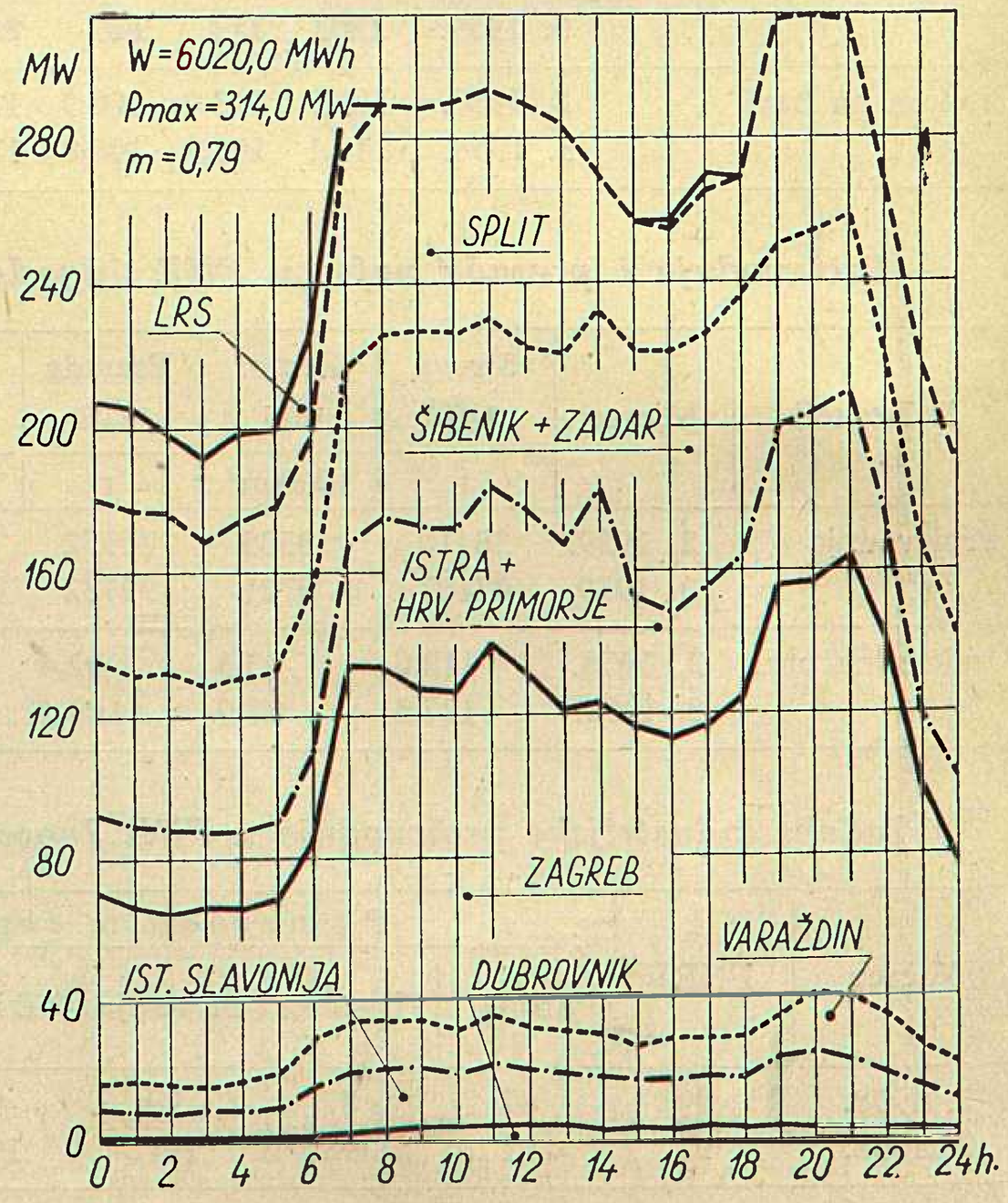
SRIJEDA 18. 2. 1959.

PO KONZUMNIM PODRUČJIMA



SRIJEDA 18. 3. 1959.

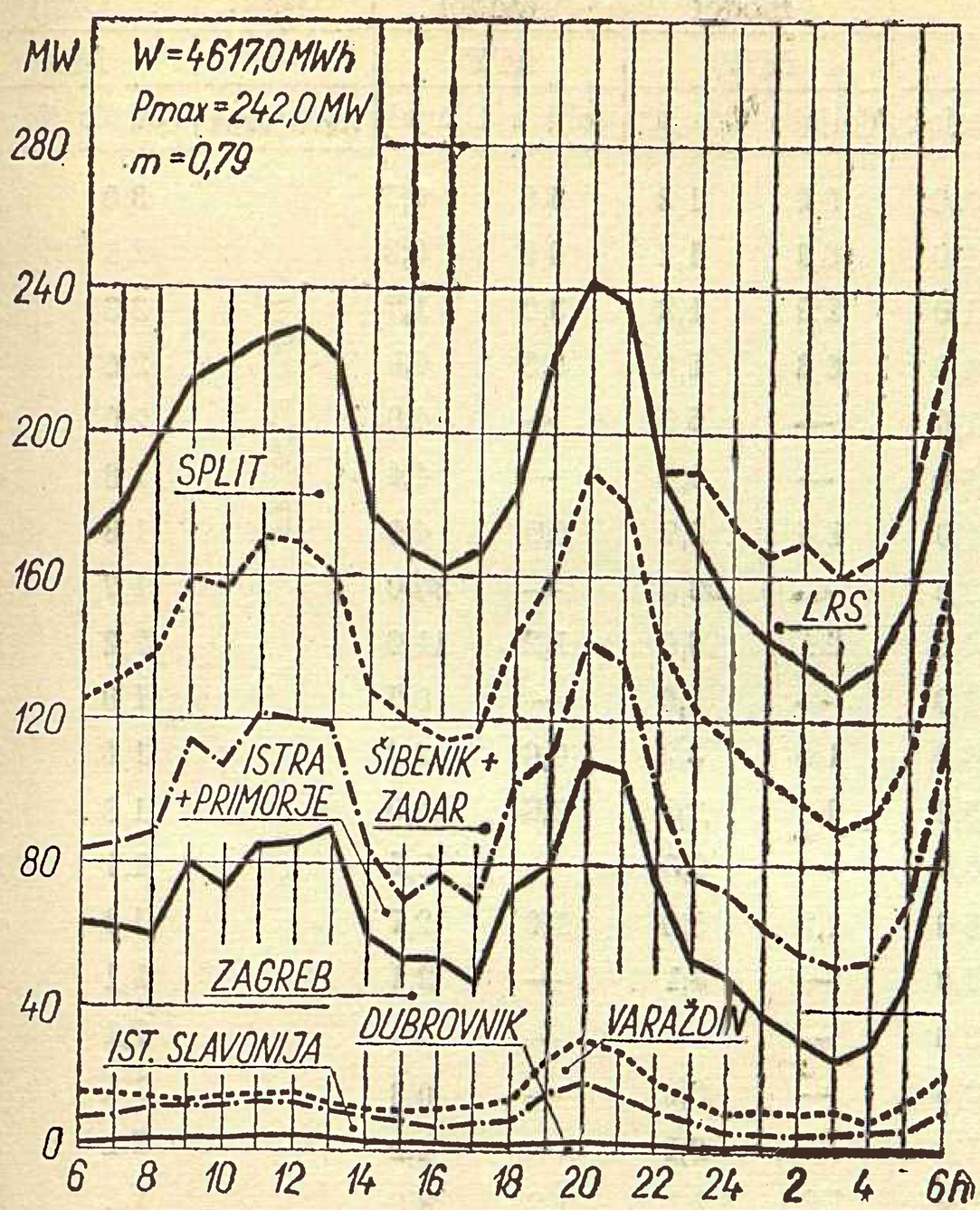
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA



TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA 22. 2. i 22. 3. 1959.

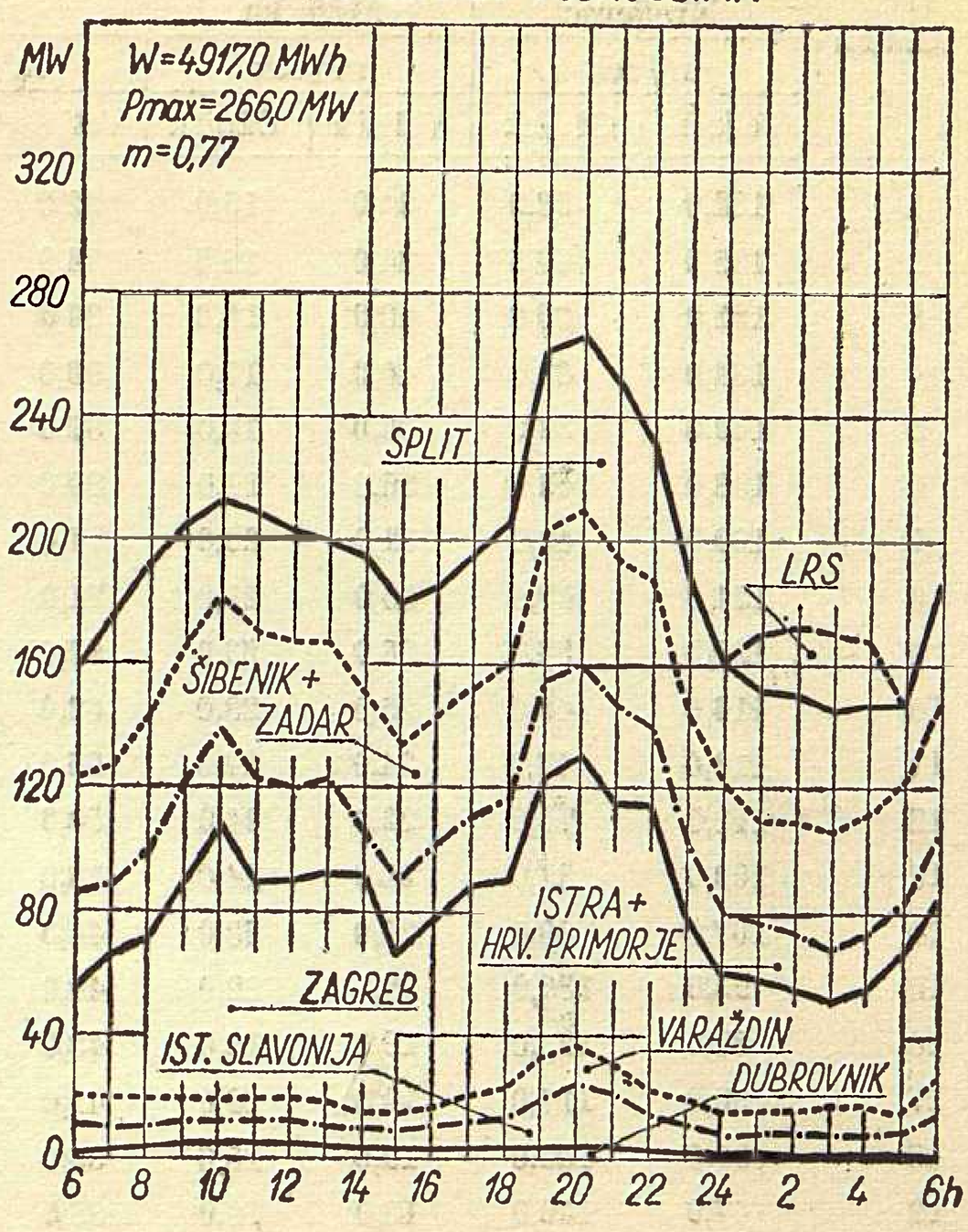
NEDJELJA 22. 2. 1959.

PO KONZUMNIM PODRUČJIMA

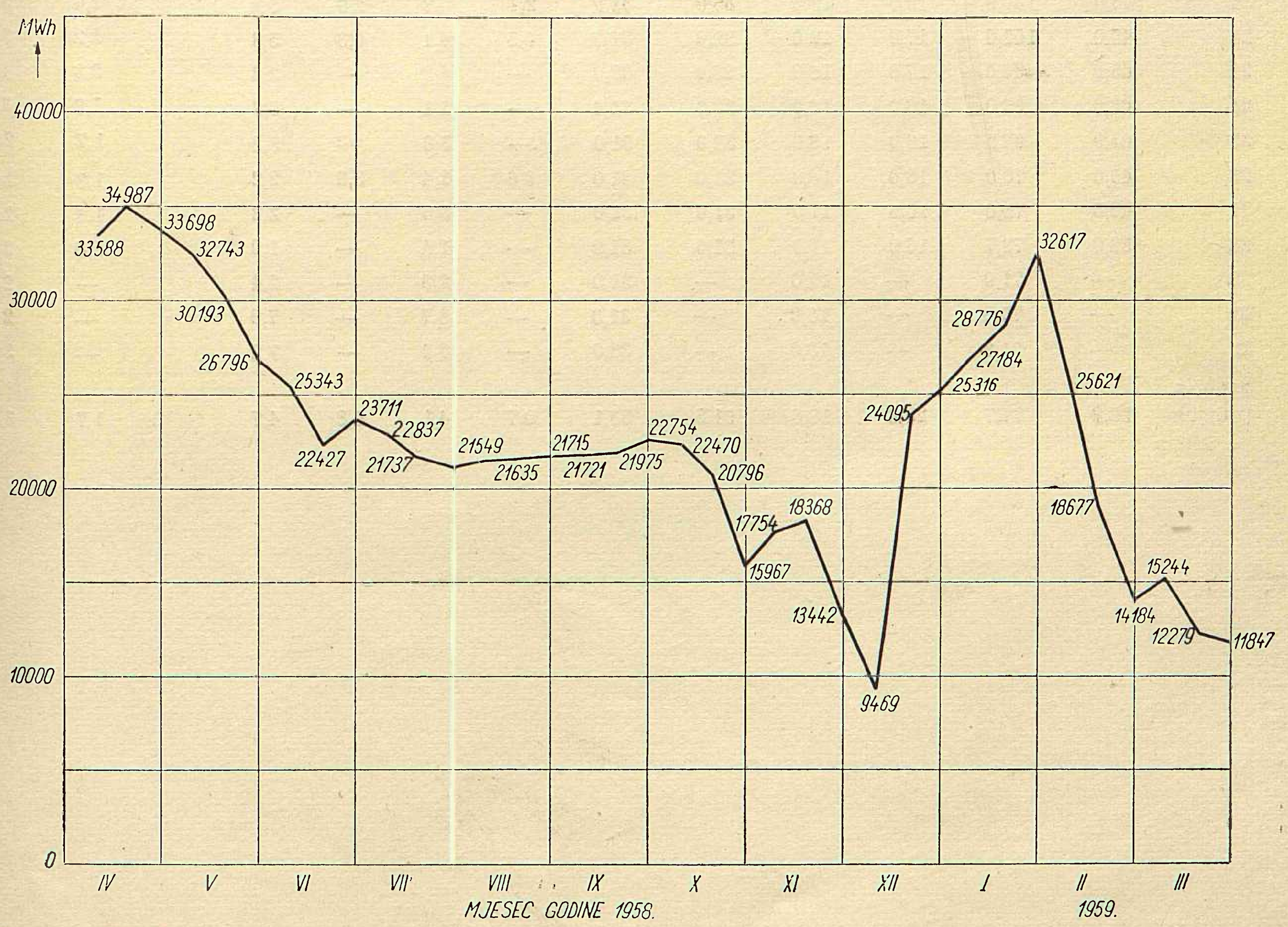


NEDJELJA 22. 3. 1959.

PO KONZUMNIM PODRUČJIMA



AKUMULACIJA – VINODOL



Srednje dnevne protoke vode za mjesec veljaču i ožujak 1959. godine

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Miljacka		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/ sek		m³/ sek		m³/ sek		MW		MW		MW		MW	
	Veljača	Ožujak	Veljača	Ožujak	Veljača	Ožujak	Veljača	Ožujak	Veljača	Ožujak	Veljača	Ožujak	Veljača	Ožujak
1	132,0	58,0	34,0	15,0	62,0	31,0	3,0	1,8	4,0	0,5	*Nije još u pogonu*		3,0	1,9
2	135,0	60,5	34,0	15,5	74,0	31,0	0,3	1,1	0,9	0,8			2,6	2,1
3	161,0	66,0	40,0	16,0	84,0	31,0	2,0	1,2	3,0	1,7			3,3	2,1
4	164,0	68,0	40,0	17,0	90,0	31,0	0,3	1,2	0,6	0,8			2,0	1,9
5	149,0	39,0	38,0	19,0	87,0	51,0	—	5,0	—	4,0			2,0	2,1
6	138,0	43,0	36,0	19,0	80,0	35,0	—	3,4	—	4,4			1,8	4,4
7	130,0	49,0	32,0	20,0	77,0	31,0	1,4	3,7	0,9	4,0			1,8	4,0
8	124,0	47,6	30,0	21,0	71,0	33,5	—	26,0	—	30,0			1,7	3,4
9	120,0	54,0	28,0	23,0	67,0	34,0	2,1	6,0	1,2	11,0			2,2	5,3
10	116,0	46,0	25,0	23,0	62,0	35,0	—	5,6	—	8,7			1,6	4,0
11	113,0	47,0	24,0	24,0	56,0	35,0	1,0	3,2	0,6	2,8			1,4	3,0
12	111,0	74,0	22,0	24,0	50,0	35,0	0,8	2,0	0,6	5,0			1,8	2,6
13	109,0	88,0	21,0	24,0	48,0	36,0	—	2,3	—	2,2			1,7	2,6
14	107,0	83,0	20,0	23,0	44,0	35,0	1,2	5,0	1,0	2,7			1,3	1,9
15	93,0	136,0	20,0	22,0	44,0	34,0	—	4,1	—	2,1			1,1	2,3
16	72,0	123,0	19,0	19,0	43,0	33,0	—	—	—	—			1,1	2,2
17	58,0	117,0	19,0	19,0	41,0	32,0	—	0,6	—	0,3			1,1	2,2
18	51,0	105,0	19,0	15,0	36,0	31,0	—	2,1	—	1,2			1,1	2,1
19	47,0	108,0	18,0	18,0	35,0	31,0	1,8	2,1	1,2	3,6			1,1	2,1
20	46,0	107,0	17,0	18,5	36,0	32,2	3,2	8,8	2,8	16,0			1,2	5,0
21	45,0	107,0	18,0	19,0	35,0	31,0	2,1	5,8	2,0	6,2			1,4	5,0
22	45,0	102,0	17,0	18,0	32,0	31,0	0,5	4,1	0,3	5,3			2,2	5,0
23	45,0	96,0	17,0	16,0	33,0	37,0	—	4,7	—	3,2			2,3	4,0
24	46,0	86,0	16,0	16,0	32,0	31,0	—	2,1	—	3,7			1,8	3,1
25	45,0	68,5	16,0	18,0	32,0	31,0	—	3,8	—	3,2			1,7	2,8
26	45,0	70,0	16,0	18,0	31,0	31,0	0,6	2,4	3,0	2,2			1,3	2,6
27	46,5	75,0	15,5	17,0	31,0	31,0	—	3,5	—	2,2			1,6	2,6
28	52,0	73,7	16,0	17,0	31,0	31,0	—	1,4	—	1,9			1,6	2,5
29	—	71,0	—	17,0	—	31,0	—	2,3	—	2,4			—	2,4
30	—	70,0	—	16,0	—	31,0	—	6,7	—	7,9			—	2,2
31	—	71,0	—	18,0	—	33,0	—	6,9	—	7,2			—	3,8
Mjeseč. prosjek	90,8	77,7	23,8	18,8	51,5	33,1	0,7	4,1	0,8	4,7			1,7	3,0

GOD. 8 (1959) energija BROJ 7 — 8

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

IZGRADNJA HIDROELEKTRANE SENJ

Miljenko Nadinić, Zagreb

Poslije hidroelektrana Split i Dubrovnik, pristupa se izgradnji i HE Senj, 216 MW, 1040 GWh, na vodotocima Like i Gacke. U članku se daje historijat i karakteristike projekta.

DK 621.311.21.002

U veljači ove godine Savezno izvršno vijeće donijelo je odluku, da se započne s izgradnjom hidroelektrane Senj.

Na temelju odluke Saveznog izvršnog vijeća Upravni odbor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske na IX. redovnoj sjednici od 27. III. ove godine osnovao je sa 1. IV. 1959. poduzeće u izgradnji »HE Senj« sa sjedištem u Senju.

Historijat studija

a) Prije i za vrijeme prvog svjetskog rata

Iskorišćenje vodnih snaga rijeke Like i Gacke pokrenuto je prije nekih 50 godina. Prve studije ograničile su se na korišćenje vodnih snaga Gacke, a provelo ih je »Primorsko društvo za vodene sile i elektriku« od godine 1907. do 1909. Radove je financirao francuski kapital. Na temelju tih studija izrađen je prvi projekt za instalirani protok $Q_i = 7\ m^3/sek$. Spomenuto društvo, koje je u međuvremenu promijenilo ime u »Adriatique Électricité«, predložilo je godine 1912. novi projekt za instalirani protok $Q_i = 12\ m^3/sek$.

Prvu idejnu osnovu za zajedničko iskorišćavanje vodnih snaga Like i Gacke objelodanio je Ing. Theodor Schenkel u knjizi »Karstgebiete und ihre Wasserkräfte« godine 1912.

Hrvatska zemaljska vlada u Zagrebu, poslije ukidanja odobrenja za izvedbu projekta iz godine 1912. ($Q_i = 12\ m^3/sek$), daje u zadatak Vodograđevnom odsjeku u Zagrebu, da pristupi na njen račun istražnim radovima i izradi projekta za jedinstveno korišćenje vodnih snaga Like i Gacke. Na temelju tog zahtjeva vršeni su istražni radovi od 1915. do 1922. i izrađen je elaborat za iskorišćenje vodnih snaga Like i Gacke, koji je međutim izgubljen. Poslije 1922. dolazi do zastoja na istražnim radovima i projektiranju.

b) Između dva svjetska rata

U godini 1937. Odbor za elektrifikaciju bivše Savske banovine, koji je kasnije izrastao u Banovinsko električno poduzeće (BEP) nastavio je sa geodetskim radovima, te hidrološkim i hidrografskim istraživanjima. Međutim radi veličine pothvata i pomanjkanja novčanih sredstava za potrebna opsežna istraživanja odustalo se od daljnjih radova i orijentiralo se na manju i konzumu bližu hidroelektranu Vinodol (danas HE »Nikola Tesla«), time da se kasnije, kad se namaknu sredstva, nastavi s opsežnim istražnim radovima.

c) Za vrijeme drugog svjetskog rata

Njemačko poduzeće »Hansa Leichtmetall A. G.« zatražilo je od prof. A. Ludina godine 1941., da dade svoje mišljenje o iskorišćenju vodnih snaga Like i Gacke. Prof. Ludin u svojem izvještaju složio se s koncepcijom Ing. Theodora Schenkela.

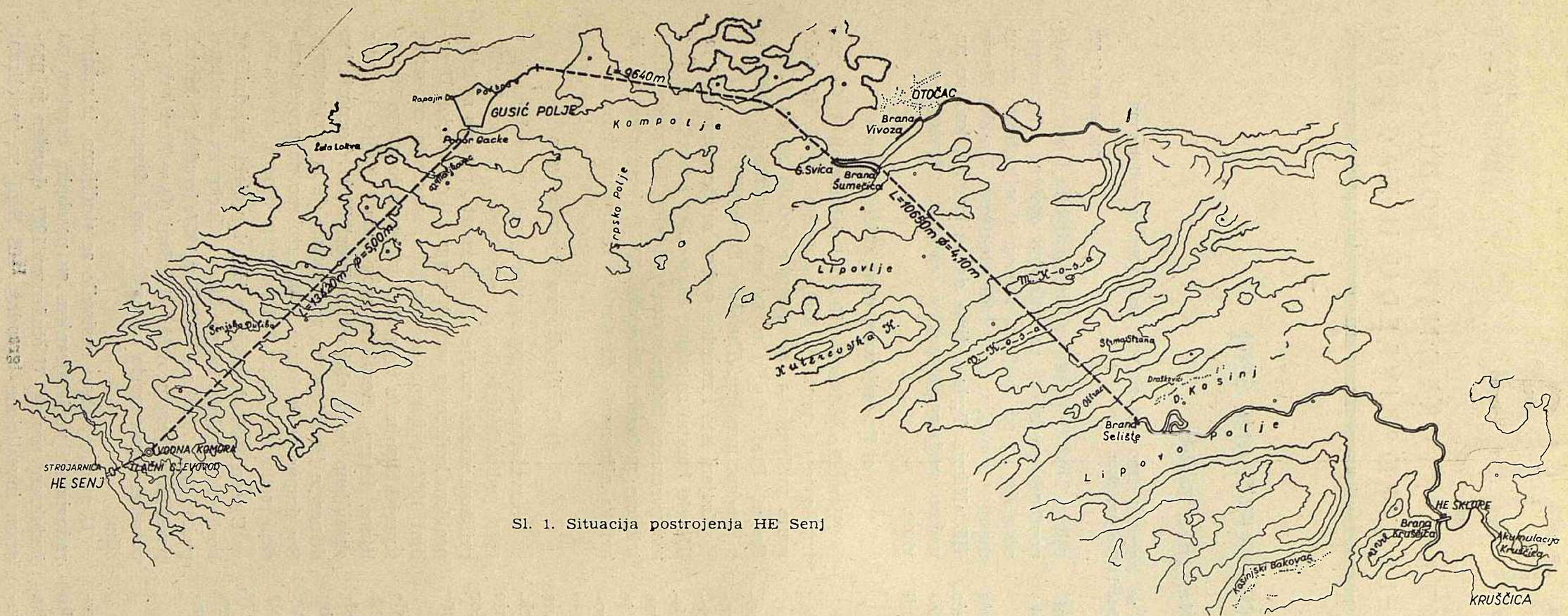
Krajem iste i naredne godine zainteresirao se i talijanski kapital za vodne snage Like i Gacke, ali je u međuvremenu izdana koncesija bivšem Državnom električnom poduzeću Hrvatske (DEP) koje zbog ratnih prilika nije moglo da nastavi radove na terenu.

d) Poslije drugog svjetskog rata

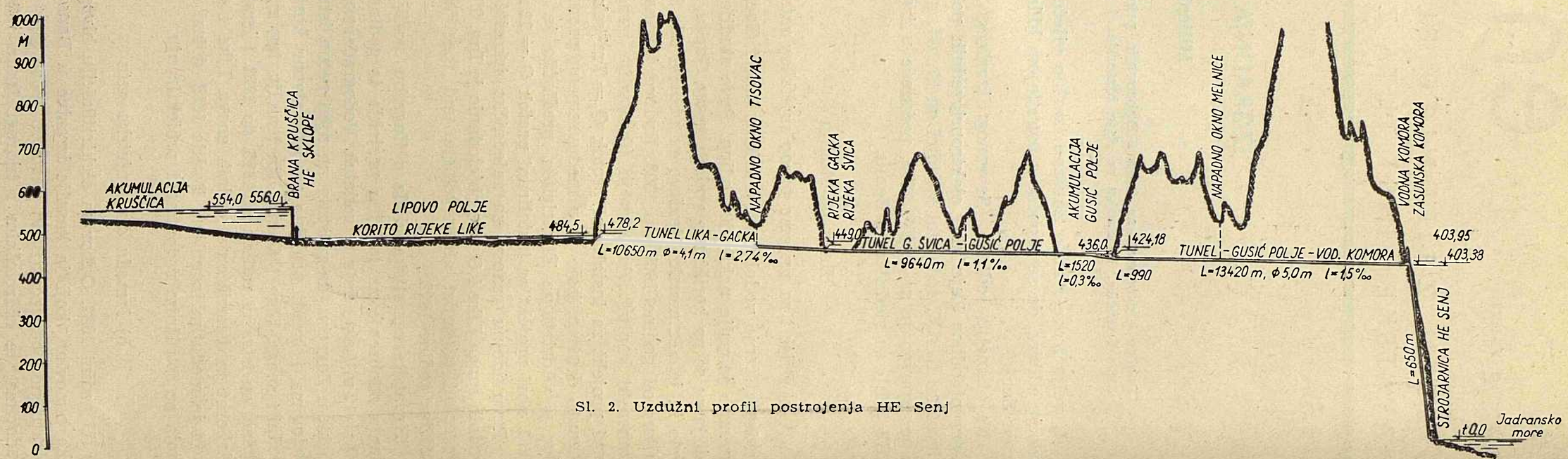
Po svršetku drugog svjetskog rata obnovljena je u 1945. godini hidrološka i meteorološka mreža. U 1953. prilikom izrade studije »Jugelexport«, ponovo se ističe problem korišćenja vodnih snaga Like i Gacke. U godini 1954. pristupa se opsežnim istražnim radovima i projektiranju (u toj godini utrošeno je preko 95 milijuna dinara). Rezultati ovog rada i idejno rješenje objavljeno je u elaboratu: Possibilités d'exportation d'énergie électrique en provenance de la Yougoslavie. Sveukupno je do konca 1958. utrošeno na projektantskim radovima preko 372 milijuna dinara.

Ujesen 1956. dovršen je idejni projekt zajedničkog korištenja vodnih snaga Like i Gacke za instalirani protok $Q_i = 70\ m^3/sek$. U rujnu 1957. izrađen je kratak izvod iz idejnog projekta HE Senj ($Q_i = 70\ m^3/sek$) za potrebe Jugelexporta na engleskom i francuskom jeziku.

U međuvremenu nastavilo se studijama, istražnim radovima i projektiranjem sa posebnim osvrtom na instalirani protok. U studenom 1957. dovršen je program investicione izgradnje HE Senj za instalirani



Sl. 1. Situacija postrojenja HE Senj



Sl. 2. Uzdužni profil postrojenja HE Senj

protok $Q_i = 60\ m^3/sek$, koji je podnesen na reviziju Zajednici jugoslavenske elektroprivrede — Komisiji za reviziju programa elektroenergetskih postrojenja u Beogradu.

Upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede odobrio je predloženi program investicione izgradnje HE Senj za instalirani protok $Q_i = 60\ m^3/sek$ na V. redovnoj sjednici održanoj 29. listopada 1958.

Program investicione izgradnje HE Senj ne obuhvaća izgradnju pribranskog postrojenja HE Sklope, za koju se izrađuje poseban program investicione izgradnje. S obzirom na razmjerno nisku investiciju za strojarnicu i veoma povoljnu cijenu energije može se očekivati da će već za vrijeme izgradnje HE Senj započeti i izgradnja HE Sklope. (Instalirani protok $Q_i = 50\ m^3/sek$, instalirana snaga $N_i = 2 \times 12$ MW, godišnja proizvodnja 80 GWh, ukupne investicije $1.182 \times \times 10^6$ Din, cijena električne energije 1,45/kWh. To su podaci na bazi korisne akumulacije Kruščica 97 hm^3, međutim, budući da je moguća veća akumulacija, poboljšat će rentabilitet ove elektrane).

e) Kratak opis postrojenja

Hidroelektrana Senj imat će instaliranu snagu 3×72 MW = 216 MW sa srednjom godišnjom proizvodnjom od 1.040 GWh. Ukupne investicije (bez HE Sklope) 19 milijardi i 684 milijuna dinara. Cijena električne energije po instrumentima iz 1958. iznosi 1,40 Din/kWh.

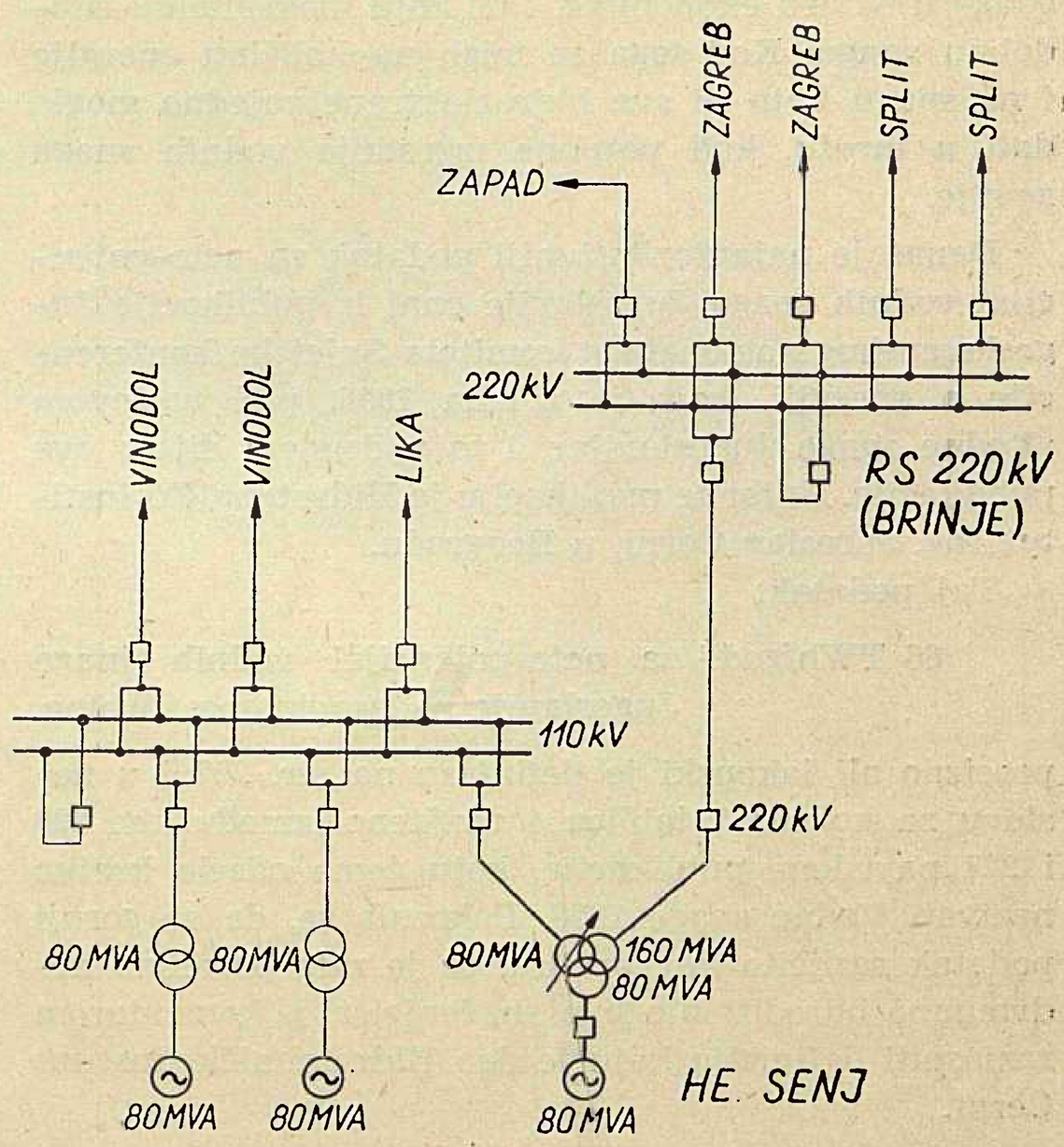
Glavni objekti su (vidi situaciju postrojenja) pregrada Kruščica smještena u kanjonu Like. Visina brane od temelja do krune iznosi 70 m, a dužina u kruni 244 m. Ova pregrada omogućava istoimenu akumulaciju sadržine 102 hm^3 i korisne sadržine 97 hm^3 (podaci iz programa investicione izgradnje, međutim u međuvremenu izvršeni geodetski radovi ukazuju na nešto veću moguću akumulaciju — cca 15%). Iz akumulacije Kruščica vode odlaze ponovo u regulirano korito Like duljine cca 14 km, kroz pribransko postrojenje hidroelektrane Sklope odnosno kroz temeljni ispust, do mjesta Selišta na Lipovom polju, gdje se nalazi ulazni uređaj spojnog tunela Lika—Gacka duljine 10 650 m i betonska brana u koritu Like radi stvaranja potrebnog uspora za zahvat vode. Na izlazu iz tunela Lika—Gacka u koritu Gacke kod Šumečice nalazi se betonska brana radi stvaranja uspora na Gackoj, koji omogućuje tok Like i Gacke u smjeru Gusić-polja. Sjeverni krak Gacke, koji se odvaja blizu Vivoza i teče prema Brlogu, pregradit će se branom iz kamenog nabačaja.

Dovod voda Gacke i Like do kompenzacionog bazena u Gusić-polju počinje kanalom dužine 1 300 m, zatim se nastavlja tunelom duljine 9 640 m i konačno kanalom od izlaza tunela do kompenzacionog bazena u Gusić-polju duljine 1 520 m.

Kompenzacioni bazen Gusić-polje ukupne sadržine 3,25 hm^3 i korisne sadržine 2,6 hm^3 predviđen je radi dnevnog izravnanja hidroelektrane Senj. Za otvarenje ovog bazena izradit će se nasip od kamena dužine 2 050 m, srednje visine 5,5 m, sa betonskim dijelom duljine 12 m na kojem će biti smješteni preljev i organi za evakuaciju velikih voda. Od bazena Gusić-polje do vodne komore izradit će se tunel duljine 13 420 m, koji je ujedno i najdulji tunel hidroelektrane Senj. Tlačni cjevovod izvest će se od jedne čelične cijevi, a strojarnica će se izvesti kao podzemna.

Sve projekte poslije drugog svjetskog rata izradilo je poduzeće Elektroprojekt u Zagrebu.

Iz gornjih podataka izlazi da hidroelektrana Senj po snazi i proizvodnji, građevinskim i montažnim radovima, te jediničnoj cijeni 1 kWh ide u red naših najvećih i najekonomičnijih hidroenergetskih postrojenja. Od svih radova najopsežniji su i najteži radovi na tunelima, kojih izvedba će ujedno diktirati završetak cjelokupnog postrojenja. Od pripremnih radova



Sl. 3. Principna shema HE Senj i veza s mrežom

najkrupniji su opskrba gradilišta električnom energijom, tehničkom i pitkom vodom i izgradnja saobraćajnica, kojih izvedba će započeti u času izlaska ovog članka.

f) Principna shema elektrane i veza s mrežom

Principna shema HE Senj i njena veza na mrežu omogućuje elastičnu podjelu energije između mreže 110 kV i 220 kV. U ovoj shemi nije prikazana 110/35 kV transformacija, koja će se izvesti uz HE Senj radi opskrbe grada Senja i okolice, vlastitog potroška elektrane, primorskog pojasa južno od elektrane, kao i gradilišta elektrane za vrijeme gradnje (za to vrijeme postavit će se provizorij 110/35 kV, a kasnije će se izvesti uz elektranu kao stalno postrojenje). Ovakvo rješenje omogućuje da se električna energija predaje neposredno u konzumno područje Hrvatskog Primorja, Istre i Slovenskog Primorja, da se koriste postojeći 110 kV vodovi prema zaleđu tog područja, te da služi kao izvor i potporna točka u 220 kV dalekovodu HE Split-TS Mraclin.

Naslov pisca: Ing. Miljenko Nadinić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.

VODNE SNAGE JUGOSLAVIJE

Marijan Leskovar, Zagreb

Posljednja procjena neto-potencijala vodnih snaga Jugoslavije, koja ima službeni karakter, data je 1956. u publikaciji JNK-SKE »Vodne snage Jugoslavije«, sa vrijednošću od 66 TWh/god.
U toj publikaciji precizno ali lakonski je definirano značenje tog pojma, pa se u članku daje komentar toj definiciji, da ne bi došlo do netočnih interpretacija.

DK 621.22:621.31(497.1)

Za elektroprivredu su najvažnija ova dva podatka o vodnim snagama Jugoslavije: koliko bi se električne energije prosječno godišnje moglo proizvesti iz tih snaga u okviru ekonomike, i uz koju maksimalnu istodobnu snagu. Kod toga se misli na količinu energije i na snagu koju bi sve hidroelektrane zajedno mogle dati u mrežu, kod potpune izgradnje vodnih snaga zemlje.

Danas je najautoritativniji podatak za neto-potencijal vodnih snaga Jugoslavije onaj iz publikacije Jugoslavenskog nacionalnog komiteta Svjetske konferencije o energiji, koja je izdana 1956. pod naslovom »Vodne snage Jugoslavije«, i to u drugom dijelu ove publikacije. Autor te publikacije je Hidrotehnički institut Ing. Jaroslav Černi, u Beogradu.

Taj podatak:

66 TWh/god.[1] za neto-potencijal vodnih snaga Jugoslavije na osovinama turbina,

precizno ali lakonski je definiran na str. 227 i u naslovu za kolonu 7 tablice 4 uvrštene između str. 226 i 227 navedene publikacije, koju ćemo odsele kratko nazivati Vodne snage 1956. Pokazalo se, da se gornji podatak različito interpretira, pa je zato potrebno nedvoumno odrediti njegovo značenje, t. j. komentarom razjasniti definiciju koju je dao Hidrotehnički institut Černi.

Hidroenergetska postrojenja izgrađuju se samo ukoliko je njihova proizvodna cijena za kWh kompetitivna sa proizvodnom cijenom električne energije iz termoelektrana i drugih izvora električne energije.

U sadašnjosti, ili točnije za vremena izrade rada prikazanog u Vodnim snagama 1956, proizvodna cijena za kilovatsat iz novih termoelektrana kretat će se, odnosno kretala se, oko šest dinara po kWh kod trajanja upotrebe izlazne snage po izlaznoj energiji od oko 4.000 sati/god. Pod izlaznom energijom misli se neto-proizvodnja elektrana, mjerena na pragu elektrane, i snaga na tom istom mjestu.

»Prosječni godišnji vjerojatno raspoloživi neto-hidroenergetski potencijal u budućim postrojenjima, kao neto-energija na osovinama hidrauličkih mašina«, kako je definiran na str. 227 Vodnih snaga 1956, predstavlja *ekonomski potencijal* kod današnjih tehničkih i privrednih okolnosti u Jugoslaviji. Ocijenjen je, po tablici 4 uvrštenoj prije str. 227 spomenute publikacije, sa 66 TWh/god.

Od te količine treba odbiti gubitke u generatorima i u transformatorima, vlastite potroške elektrana i one količine raspoložive energije koje će ostati neiskorištene poradi kvarova i radova na samom postrojenju i u prijenosu, te poradi neraspoloživosti potražnje. Uvaživši ove gubitke, gornjem neto-potencijalu odgovara količina efektivno proizvedene električne energije na izlazu iz svih hidroelektrana, koje treba da bude, po našoj ocjeni, između 59 i 62 TWh/god.

Usvajamo okruglu srednju vrijednost iz gornjeg intervala, t. j.

$$W_{H.izl.} = 60 \text{ TWh/god.}$$

Bazirajući se na vrijednosti iz gornje jednadžbe, možemo značenje podatka »neto-potencijal na osovinama hidrauličkih turbina od 66 TWh/god.« rasvijetliti, prema svemu gornjemu, ovim izlaganjem:

»Neto-potencijal vodnih snaga, na osovinama hidrauličkih mašina, je tehničko-ekonomska količinska procjena, koja po svojoj naravi ne može imati apsolutni značaj, već je nužno vezana na vrijeme u kom je postavljena.[1]

Neto-potencijalu od 66 TWh/god. u dugogodišnjem prosjeku, na osovinama turbina, odgovara količina efektivne neto-proizvodnje hidroelektrana od oko 60 TWh u slučaju godine s indeksom hidrauličnosti 1,00, kod dovršenja izgradnje vodnih snaga Jugoslavije.

Neto-potencijal po gornjoj definiciji, od 66 TWh/g., predstavlja onu količinu mehaničke energije koju je danas razumno uzeti, na temelju današnjeg poznavanja hidrologije, topografije, geologije i izrađenih projekata, te ozbiljnih ocjena per analogiam, da bi je se moglo proizvesti iz vodnih snaga Jugoslavije u prosječnoj hidrološkoj godini, u okviru ekonomike kod današnjih tehničkih i privrednih okolnosti.[2]

To znači da, kada bi se danas realni konzum električne energije u Jugoslaviji približavao na pr. količini od 100 TWh/god., i ako bismo imali potrebna novčana sredstva, onda bismo opremili naše vodotoke za proizvodnju od oko 60 TWh/god. u dugogodišnjem prosjeku, i koristili bismo te kapacitete, dok bismo ostatak potreba na električnoj energiji pokrivali termičkom proizvodnjom. Tako bismo podmirili potrebe na električnoj energiji uz najpovoljnije ekonomske uslove. — U osnovi ove ocjene leži pretpostavka, da su prosječni proizvodni troškovi termičke proizvodnje, na pragu novih termoelektrana, oko šest dinara po kilovatsatu na visokom naponu, uz trajanje upotrebe maksimalne izlazne snage od oko četiri hiljade sati na godinu. — Pod realnim konzumom razumijeva se količina električne energije predana potrošačima i povećana za iznos gubitaka u prijenosu i razvodu. U stvari to je godišnja neto-proizvodnja svih elektrana u zemlji.

Jasno je, da će se godišnji realni konzum električne energije u Jugoslaviji približiti količini od 100 TWh tek za više decenija. Sigurno je da će u tom vremenu

---

[1] 1 TWh (čita se teravatsat) = milijarda kilovatsati

[1] i [2] Sa iznesenim u stavcima koji su na kraju označeni sa 1) odnosno s 2), doslovce se saglasio Hidrotehnički institut »Černi«.

napredovati tehnika građenja hidroelektrana u smjeru pojeftinjenja kod istih topografskih, geoloških i hidroloških uslova, ali je vjerojatno i to, da će, također, pojeftiniti proizvodnja električne energije drugim izvorima, unatoč poskupljenju uglja, sa kojim se mora računati. A i naše poznavanje topografskih, geoloških i hidroloških uslova za izgradnju hidroelektrana na raznim padovima vode, produbit će se kroz to vrijeme. Evidentno je stoga, da se konačno postignuta stvarnost ne će točno pokrivati sa cifrom od oko 60 TWh/god. efektivne proizvodnje u dugogodišnjem prosjeku, t. j. sa cifrom odo 66 TWh/god. za neto-potencijal vodnih snaga Jugoslavije na osovinama turbina, — ali uza sve to, ova cifra predstavlja opreznu i solidno postavljenu ocjenu, te je danas razumno dati joj prvenstvo pred svakom drugom cifrom za količinsku ocjenu gore definiranog pojma«.

Usvajajući gornje značenje neto-potencijala vodnih snaga Jugoslavije, *kao ekonomskog potencijala* kod današnjih okolnosti, sa vrijednošću od 66 TWh/god. na osovinama turbina znamo, da se ta ocjena vremenom može mijenjati na više ili na niže, budući da je data na osnovu današnjih okolnosti, a znamo i to, da i dok ta ocjena važi kao takova, njoj odgovara nešto niža efektivna proizvodnja na izlazu iz svih hidroelektrana. Razlika će se kretati oko 9%, po našoj ocjeni.

U svojoj srži, ova se gledišta potpuno slažu, s jedne strane sa službenim gledištem Hidrotehničkog instituta »Ing. Jaroslav Černi« u Beogradu, a s druge strane sa službenim gledištem jugoslavenske državne uprave, kako to izlazi iz saopćenja danog krajem 1955. izravno Organizaciji za evropsku ekonomsku kooperaciju, čije je sjedište u Parizu, ili danog iste godine Evropskoj ekonomskoj komisiji Ujedinjenih nacija, sa sjedištem u Ženevi. (L. 2. str. 20).

Razmotrimo kakovi su izgledi za promjenu gornje ocjene tokom vremena.

U mnogo slučajeva naknadno su povišene procjene visine neto-potencijala vodnih snaga, i to kod onih procjena koje su bile učinjene za pojedine zemlje prije više od dva decenija.

Gornje je odraz činjenice, da je dosada tehnika hidrauličke proizvodnje brže napredovala od tehnike termičke proizvodnje električne energije.

Nije nam poznat ni jedan slučaj, da bi procjena neto-potencijala vodnih snaga neke zemlje koja je bila izvršena poslije rata, bila dosada promijenjena. Razdoblje od 14 godina nakon rata prekratko je, da bismo iz ovog posljednjeg mogli zaključiti da se izmijenio odnos u brzini napredovanja dviju gore spomenutih grana tehnike.

Tehnika izgradnje hidroenergetskih postrojenja i dalje napreduje, tako da hidraulička proizvodnja postaje jeftinijom. U dokaz toga navodimo:

Prvo, da se sve više cijene, i u ekonomskim kalkulacijama uvažuju ostale koristi, pored energetske, polučene ostvarenjem kompleksnih vodoprivrednih rješenja. U te ostale koristi spadaju poboljšanje uslova plovnosti rijeka, zaštita od poplava, natapanje i koristi za razonodu i odmor radnih ljudi stvaranjem umjetnih jezera. Time sama proizvodnja električne energije iz ovakovih postrojenja sa višestrukom svrhom postaje sve to jeftinijom.

Drugo, još uvijek napreduju smjelost i kvalitet općih koncepcija hidroenergetskih postrojenja, čime se povećava neto-potencijal kod istih privrednih okolnosti, a snizuju se, štaviše, i troškovi proizvodnje, ili bar jedne od ovoga. Primjer: Drina—Tara—Jadran.

Treće, osobito brzi i značajni su napretci tehnike na polju konsolidacije i asanacije terena.

Četvrto, još uvijek napreduju projektiranje i tehnika građenja hidrauličkih objekata kao što su tuneli, brane, derivacijski kanal i preljevni uređaji.

Peto, dispozicija elektrana se poboljšava, a i dimenzije strojeva stalno se smanjuju za istu snagu, tako da građevinski dio troškova za izgradnju same strojarnice konstantno opada. Ovo tim više, što jedinične snage pogonskih agregata rastu sve više, pa time postava agregata zahtijeva sve manje građevinskih radova i prostora za istu instaliranu snagu.

Šesto, time što se izgrađuju proizvodni agregati sa sve to većim jediničnim snagama, njihova cijena po kW opada, a opadaju i troškovi za pomoćnu opremu, za transformaciju i za rasklopno postrojenje, po jedinici snage.

Sedmo, Francis-turbine i Kaplan-turbine izvode se za sve veće padove, što donosi znatne uštede prema postrojenjima s Peltonovim, odnosno uštede i energetske koristi u drugom slučaju, t. j. prema Francisovim turbinama, — na graničnim visinama pada.

Novo polje otvaraju prenosni i serijski fabricirani proizvodni hidroelektrički agregati zatvoreni u bulbi, sa potpuno automatskim radom i daljinskom komandom.

I konačno navodimo, kao deveti razlog za izglede na daljnje pojeftinjenje hidrauličke proizvodnje električne energije, da Kaplan-turbine sa horizontalnom osovinom i sa zupčaničkim multiplikatorom brzine pojeftinjuju izgradnju hidroelektrana na niskim padovima.

Ima i drugih razloga za povećanje neto-potencijala vodnih snaga. Na pr. pojeftinjavanje prijenosa električne energije proizvedene na padovima vode udaljenim od centara potražnje. Zatim interkoneksija u kontinentalnim razmjerima, čime se povećavaju redovitost hidrauličke proizvodnje i stepen iskorištenja raspoložive potencijalne energije vode.

Kako smo mogli ustanoviti provjeravanjima na slučaju slivova za koje su u zadnje vrijeme bili izrađeni osnovni projekti, sama procjena neto-potencijala iz Vodnih snaga 1956. učinjena je oprezno. Negdje su projekti dali više, negdje niže vrijednosti proizvodnje, ali su se razlike izravnale.

Sve ovo govori u prilog očekivanja, da će procjene neto-potencijala vodnih snaga i nadalje biti vremenom povisivane, i da će stvarna konačna visina izgradnje u Jugoslaviji premašiti ocjenu neto-potencijala danu u Vodnim snagama 1956.

S druge strane, za mogućnost razvoja u suprotnom smjeru, t. j. u smjeru manje visine konačne izgradnje vodnih snaga u Jugoslaviji, nego što odgovara neto-potencijalu iz relacije (1), govore niže navedena tri momenta.

Eventualnost, da projekti, koji tek budu izrađeni, pokažu da je bio, u Vodnim snagama 1956, u cjelini suviše optimistički procijenjen onaj dio neto-potenci-

jala vodnih snaga koji proizlazi iz voda u slivovima, za koje još nisu postojali osnovni projekti vodoprivrednog rješenja kada se radilo na spomenutoj studiji. Već sada imamo izrazit takav primjer u slučaju procjene u Vodnim snagama 1956. i proračuna iz Osnovnog projekta Une i Sane. (L. 3. str. 62.)

Stalan i siguran, ali relativno polagan napredak tehnike termičke proizvodnje električne energije.

Znanost i nova tehnika nuklearne proizvodnje električne energije obećavaju tako mnogo, da efekat ovog novog momenta može da premaši po učinku efekt obih gore iznesenih momenata, već pred kraj ovog stoljeća.

Po našoj ocjeni, djelovanje prvih dvaju momenata iz druge grupe ne može da prevagne u poredbi sa djelovanjem grupe momenata koji utječu u smjeru porasta neto-potencijala vodnih snaga. Međutim, po našem se mišljenju danas može razumnom ocijeniti hipoteza, da bi posljednje navedeni moment u drugoj grupi mogao imati takav upliv, sam po sebi ili u zajedničkom djelovanju sa ostala dva momenta iz te grupe, da bi ta grupa po ponderabilitetu svog efekta premašila grupu momenata koji govore u prilog naknadnog povećavanja ocjene neto-potencijala, ali ne mora da će to zaista biti slučaj ostvaren u zbilji, u svoje vrijeme.

Prema tome, zaključujemo:

Ne može se ništa sigurno odgovoriti na pitanje hoće li u Jugoslaviji u konačnici biti izgrađeno više, jednako ili manje hidroenergetskih postrojenja nego što se predviđa procjenom neto-potencijala definiranog jednadžbom (1).

U toj neizvjesnoj situaciji, danas je jedino moguće ostati kod ocjene neto-potencijala vodnih snaga Jugoslavije postavljene po današnjim tehničkim i privrednim okolnostima.

Precizirajmo numerički ovaj podatak i popunimo ga gledom na snagu i na trajanje upotrebe:

(1) $W_{H.n.p.} = 66$ TWh/god. na osovinama turbina, za tok energije, u dugogodišnjem prosjeku.

(1a) $W_{H.n.p.} = 17$ GW za maksimalnu snagu na osovinama turbina u prosječnoj hidrološkoj godini.

(1b) $t_{up} = \frac{66\,000}{17} = 3.880$ h/god. za trajanje upotrebe.

Podatak iz (1a) temelji se na podatku koji je godine 1954. dao Grupi Yougelexport Hidrotehnički institut Ing. Jaroslav Černi iz Beograda, gdje je snaga svih postrojenja kod pune izgradnje neto-potencijala vodnih snaga Jugoslavije ocijenjena sa

$$P = 17{,}05 \text{ GW},$$

kako je to izneseno u trećoj koloni tablice 5 na strani 24 iz L. 4.

Kao efektivnu izlaznu proizvodnju svih hidroelektrana kod potpune izgradnje vodnih snaga Jugoslavije, koja odgovara relacijama (1), i kao maksimalnu snagu koju će te elektrane stvarno predati mreži u prosječnoj hidrološkoj godini, ocjenjujemo da treba zadržati ove vrijednosti:

(2) $W_{H.izl.} = 60$ TWh/god. za efektivnu neto-proizvodnju, u dugogodišnjem prosjeku.

(2a) $P_{H.izl.} = 16$ GW za maksimalnu istodobnu snagu svih hidroelektrana, u prosječnoj hidrološkoj godini.

(2b) $t_{up.izl.} = \frac{60\,000}{16} = 3.750$ h/god. za trajanje upotrebe po (2) i (2a).

Podaci iz dviju posljednjih grupa relacija izraženi su zaokruženim brojevima. Time je naznačen njihov karakter kao rezultati koji se, djelomično, temelje na ocjenama. Da bismo potpuno okarakterizirali njihov značaj, ponavljamo da su oni, po naravi stvari, nužno vezani na vrijeme u kom su postavljeni.

Literatura

L. 1. Hidrotehnički institut »Ing. Jaroslav Černi« u Beogradu: »Vodne snage Jugoslavije – Knjiga prva« – izd. JNK-SKE, Beograd, 1956.

L. 2. O. E. E. C.: »The Electricity supply industry in Europe – 1955«, izd. O. E. E. C., Pariz, 1956.

L. 3. Ing. *S. Mikulec*, ing. *M. Pavlović* i ing. geol. *R. Kajmaković:* »Vodne snage Une i Sane« – izd. Elektroprojekt, Sarajevo, 1959.

L. 4. N. U.: »Possibilités d'exportation d'énergie électrique en provenance de la Yougoslavie – Volume II – Partie I – Questions techniques (Rapport)« – izd. C. E. E., Ženeva, 1955.

Naslov pisca: Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.

POZOR FOTO-AMATERI!

Uspjele snimke elektroprivrednih objekata (transformatorskih stanica, vodova, pogonskih uređaja, poslovnih i upravnih zgrada) u gradnji ili već dovršenih, veličine barem 13 × 18 otkupljujemo uz vrlo povoljne uvjete.

Za slike, koje budu objavljene plaćamo posebno i autorski honorar.

Uz svaku sliku potrebno je navesti kratak opis objekta, koji predstavlja, datum kada je snimljena, te ime i prezime snimatelja.

Uredništvo »ENERGIJE«

VALORIZACIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U JUGOSLAVIJI

Božidar Filipović, Zagreb

Ukratko su prikazani polazni principi jedne metode valorizacije električne energije na temelju jedne opširnije studije. Dan je pregled rezultata pokušaja proračunavanja vrijednosti za razne kategorije energije.

DK 621.31:338.521

U energetsko-ekonomskim analizama u gospodarstvu električnom energijom, koje se vrše bilo u vezi s odlukama o izgradnji novih elektroenergetskih baza, bilo povodom oblikovanja tarifa električne energije na osnovu troškova i pogonskih podataka ili na osnovu planskih proračuna troškova opskrbe, pokazuje se potreba za diferenciranjem vrijednosti električne energije, naročito onda kada su u središtu pažnje kombinirani hidro-termički opskrbni sistemi. Kod hidroenergije ne dostaje samo srednja proizvodna cijena kao mjerilo za ocjenu stepena ekonomičnosti planiranog postrojenja. Valorizacija zimske i ljetne proizvodnje, proizvodnje po danu i noći, dakle u dobi velike i male potražnje, kao što i valorizacija utjecaja hidrauličnosti godine te stalne i varijabilne dobave, može tek dati pravu ocjenu za ekonomičnost elektroenergetske opskrbe baze.

Ekonomičnost proizvodnosti hidroelektrana jedan je od osnovnih elemenata za odabiranje njihovog stepena izgradnje i ekonomske veličine akumulacije.

Podesno kategoriziranje cjelokupne proizvodnje električne energije te energetski opravdano iznalaženje vrijednosti tih pojedinih energetskih kategorija dobave električne energije daju veoma upotrebljivu bazu za tarifiranje u opskrbi potrošača električnom energijom.

U jednom i drugom slučaju radi se o dalekosežnim odlukama čije donošenje može, svrsishodno postavljena i primjenjiva valorizacija električne energije, da usmjeri u smjeru optimalnih ekonomskih rješenja.

S obzirom na navedene okolnosti izvršena je u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu studija pod naslovom »Vrijednost električne energije« čiji rezultati se ovdje iznose sa željom da se rješavanju ovog važnog problema u mješovitim elektroenergetskim opskrbnim sistemima priđe sa što šireg fronta.

Metoda iznalaženja vrijednosti električne energije, koja je ovdje primijenjena polazi od analize tendencija kretanja troškova i razvoja energetsko-pogonskih karakteristika opskrbe potrošača električnom energijom. Na osnovu tih veličina treba da se odaberu podesne i praktično primjenljive energetske kategorije i ocijene za naše odnose njihove vrijednosti na mjestu proizvodnje i potrošnje. Valorizaciona metoda treba da omogući također iznalaženje utjecaja hidrauličnosti godine na vrijednost električne energije za srednje i sušne godine, te da pruži ispravne kriterije za iznalaženje vrijednosti konstantne i varijabilne dobave električne energije u našim elektroenergetskim sistemima.

Iznalaženju vrijednosti električne energije polazi se ovdje isključivo putem troškova, koje prouzrokuje elektroprivredi opskrba potrošača i ne ulazi se u iznalaženje vrijednosti na osnovu ekonomskih djelovanja ponuda i potražnje na energetskom tržištu.

Uvodno neka bude odmah naglašeno da primijenjeni proračun vrijednosti električne energije ima samo ilustrativni karakter i da se važnost polaže prvenstveno na ispravnost postavljenih principa valorizacije i na podesnost metode za procjenu vrijednosti električne energije u opskrbi potrošača električnom energijom u našoj zemlji.

Izračunane vrijednosti mogle bi korisno poslužiti kao provizorno jedinstveno mjerilo svuda, gdje se ukazuje potreba za primjenom valorizacije i dok se ne donesu obavezne vrijednosti od za to nadležnog foruma.

Energetske i troškovne osnove studije

Energetske osnove za studiju uzete su prema elaboratu Instituta za elektroprivredu, Zagreb »Grube elektroenergetske bilance Jugoslavije od 1937. do 1970. godine«, autor Ing. H. Požar — 1954. Novije energetske razrade nisu uzete u obzir, jer nisu sadržavale podatke za obradu dnevnih dijagrama potražnje, a osim toga bili su takovi podaci objelodanjeni već u poodmakloj fazi razrade predmetne studije (Elaborat Komisije za perspektivni plan elektroprivrede Saveznog izvršnog vijeća: »Novi elektroenergetski projekti« i »Predlog za perspektivni razvoj elektroprivrede Jugoslavije« Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, Maj 1957.).

Godišnje potrebe cjelokupnog konzumnog područja FNR Jugoslavije uzete su ovako:

Potrebe konzuma FNR Jugoslavije u GWh — Tablica 1

Oznaka	Godina			
	1957	1960	1965	1970
Energija mjerena na stezaljkama generatora	6.034,6	8.528,9	11.175,9	14.903,1
Preljev hidroelektrana	7,8	25,6	73,4	139,0
Ukupna raspoloživost	*6.042,4*	*8.554,5*	*11.249,3*	*15.042,1*
Prema grubim bilancama	6.048,0	8.546,0	11.238,0	15.050,0
Prema studiji	6.034,0	8.529,0	11.179,0	14.903,0

Neznatne razlike između polaznih energetskih veličina ove studije i podataka prema »Grubim bilancama« posljedica su metode rada same studije, koja je uvjetovala rastavljanje godišnjih energija na sezonske i dnevne energije.

Elementi troškova za elektrane i razvodna postrojenja u godini 1957. uzeti su prema »Predlogu društvenog plana jugoslavenske elektroprivrede za god. 1957«, Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

Troškovi postrojenja predviđenih za stavljanje u pogon u kasnijim godinama ocijenjeni su prema raspoloživim podacima iz raspoloživih studija odnosno projekata. Troškovi snage za pojedine nove elektrane

računati su na osnovu troškova izgradnje, te stopa godišnjih troškova od 10% za hidroelektrane i 18% za termoelektrane.

Troškovi i energetske karakteristike proizvodnje kao osnove za razradu ove studije sadržane su u narednoj tablici 2.

Karakteristike proizvodnje za FNR Jugoslaviju i za NR Hrvatsku — Tablica 2

Oznaka	1957	1960	1965	1970
Jugoslavija				
Energija na generatoru GWh	6.034	8.529	11.179	14.903
Ukupni troškovi u 10^6 Din/g	30.164	37.610	45.368	58.944
Jedinični trošk. Din/kWh	5,00	4,41	4,05	3,95
Hrvatska				
Energija na generatoru GWh	1.690	2.106	3.049	4.329
Ukupni troškovi u 10^6 Din/g	7.779	8.414	9.736	13.853
Jedinični trošk. Din/kWh	4,60	4,00	3,19	3,20

Troškovi rada termoelektrana proračunani su u prosjeku sa Din 3,82 po kWh za godinu 1957, sa Din 3,62 po kWh za godinu 1960, sa Din 3,55/kWh za godinu 1965. i sa Din 2,00 za god. 1970.

Specifični potrošci topline novih elektrana kreću se u granicama između 3.200 i 3.500 kcal/kWh već prema trajanju upotrebe termoelektrane. Računajući sa cijenom ugljena od 500 Din/t, dobivamo troškove goriva od 1,60 do 1,75 Din/kWh.

Troškovi proizvodnje termoelektrana u FNRJ iskazani su radi lakšeg pregleda primjenjivanih energetskih i ekonomskih veličina za srednju i sušnu hidrološku godinu u narednoj tabeli 3. Energetske karakteristike proizvodnje za ove dvije karakteristične hidrološke godine uzete su prema elaboratu Instituta »Grube elektroenergetske bilance Jugoslavije« Zagreb, III. 1954., a u kojem je izbor karakterističnih godina izvršen na osnovu elaborata Instituta »Izbor karakterističnih hidroloških godina za izradu energetske bilance«, Zagreb 1953.

Smatra se da je za potrebe ove studije dovoljno točno uzeti za troškove rada termoelektrana u sušnoj godini istu osnovu kakova je primijenjena za kalkulaciju strukture cijene srednje godine, iako su u sušnoj godini u radu i one manje ekonomične termoelektrane.

TEORETSKE OSNOVE I TEHNIKA RADA METODE VALORIZACIJE

Osnovna ideja iznalaženja vrijednosti električne energije po energetskim kategorijama prema troškovnom principu polazi sa stanovišta, da uslijed varijabilnosti potražnje — ne samo tokom godine već i tokom svakog dana — moraju i troškovi opskrbe da isto tako budu tokom dana i godine varijabilne veličine.

Troškovi u elektroprivredi mogu se podijeliti na dvije osnovne kategorije. Stalni troškovi unutar nekog promatranog vremena su oni, koji nisu ovisni o količini električne energije već samo o angažiranoj, t. j. potraživanoj snazi, te ih stoga i nazivamo troškovima snage. Promjenljivi troškovi unutar nekog promatranog vremenskog perioda su pak oni, koji se mijenjaju s količinom energije, pa ih stoga i nazivamo troškovima rada.

Rješenje postavljenog zadatka, t. j. iznalaženje vrijednosti električne energije odabranih energetskih kategorija unutar cjelokupne opskrbe potrošača na osnovu troškova opskrbe, leži u iznalaženju razumne i podesne metode za raspodjelu troškova snage i troškova rada na pojedine energetske kategorije. S druge su strane za dobivanje realnih rezultata od značaja energetske osnove od kojih polazimo u razradi metode i u obuhvaćanju energetskih kategorija.

Dnevni dijagram potražnje nesumnjivo je najvjerniji odraz energetskih odnosa u opskrbi potrošača električnom energijom. Takav dijagram, kao energetsko-pogonska karakteristika promatranog opskrbnog područja, uzet je za energetsku osnovu metode valorizacije.

U dnevnom dijagramu opterećenja jasno dolazi do izražaja doba velike i doba male potražnje, čime se ujedno logično dolazi i do vremenskog obuhvaćanja prvih dviju energetskih kategorija: »električne energije u doba velike potražnje« t. j. energije od 6—12 sati svakog radnog dana i »električne energije u doba male potražnje« t. j. energije u preostalo vrijeme radnih dana i u cijelosti ona neradnih dana.

Promatrajući odnose u opskrbi potrošača tokom godine s jedne strane, te uvažujući vremensku promjenljivost vodnih kapaciteta hidroelektrana s druge strane, u studiji su odabrane za godišnje diferenciranje energetskih kategorija, godišnje sezone ljeto i zima. Kao zimski period odabrani su mjeseci listopad, studeni, prosinac, siječanj, veljača i ožujak, dok su ostali mjeseci godine uvršteni u ljetni period.

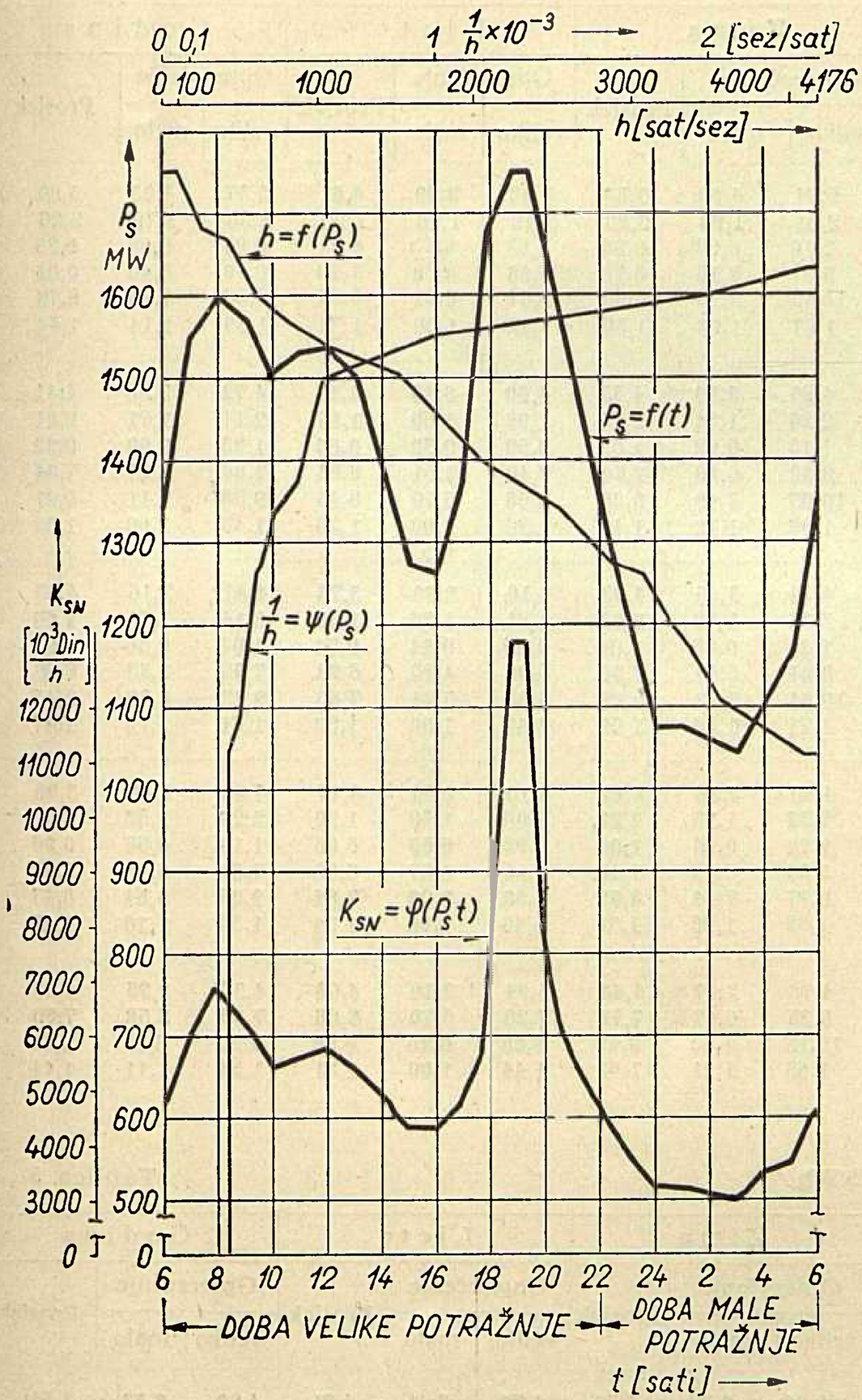
Time su odabrane četiri kategorije električne energije, dvije sezonske i dvije dnevne.

Nakon temeljitog razmatranja došlo se je do zaključka, da se za sezonske kategorije odabere po jedan dijagram dnevnog opterećenja kao reprezentant za cijelo sezonsko razdoblje, pridavajući mu sezonski ponder od 174 dana. Time je analogno prema već izvršenim energetskim studijama u Institutu uvažen utje-

Troškovi proizvodnje termoelektrana FNR Jugoslavije u srednjoj i sušnoj hidrološkoj godini — Tablica 3

Oznaka pojma	Srednja hidrološka godina				Sušna hidrološka godina			
	1957	1960	1965	1970	1957	1960	1965	1970
Instalirana snaga MW	608	638	725	1094	608	638	725	1094
Proizvodnja GWh god.	1356	1750	1780	2564	2043	2565	3069	4941
Traj. upotrebe instalirane snage sati/god.	2430	2745	2500	2350	3380	4050	4230	4550
Troškovi snage 10^6 Din g.	13765	13790	14990	22057	13765	13790	14990	22057
Troškovi rada 10^6 Din/g.	5179	6330	6300	5128	7820	9300	10800	9380
Ukupni troškovi 10^6 Din/g.	18944	20300	21290	27185	21585	23090	25790	31937
Jed. troškovi snage Din kWh	10,18	7,98	8,40	8,25	6,68	5,38	4,85	4,48
Jed. troškovi rada Din/kWh	3,82	3,62	3,55	2,00	3,82	3,62	3,55	2,00
Ukup. jedin. troškovi Din/kWh	14,00	11,60	11,95	10,25	10,50	9,00	8,40	6,48

caj neradnih dana. Razmatrano je vremensko razdoblje od 1957. do 1970. godine, te su detaljno obrađene četiri godine i to 1957. kao polazna godina za metodu, a 1970. kao konačna godina promatranog vremenskog perioda. Kao dvije međugodine odabrane su godine 1960. i 1965. Interpolacijom je omogućeno utvrditi vrijednost kategorija za svaku godinu unutar promatranog razdoblja.



Sl. 1. Troškovi snage. Energetski sistem FNRJ 1965 zima ($P_{s\,max}$ = 1752 MW, $P_{s\,min}$ = 1042 MW, W_d = 33100 MWh/dan; W_s = 5759 GWh/sez; m = 0,787; m = 0,594)

Za raspodjelu troškova rada (troškova goriva) primijenjen je princip raspodjele prema količinskom udjelu proizvodnje grupa elektrana u pojedinim zonama opterećenja. Na temelju detaljnih proračuna za god. 1957. izračunat je prosječni jedinični trošak rada i to odvojeno za industrijske termoelektrane, a odvojeno za termoelektrane udružene elektroprivrede. Za daljnje godine uzet je u obzir ulazak u pogon novih ekonomičnih termoelektrana.

Težište raspodjele troškova leži međutim u raspodjeli troškova snage.

a) Za raspodjelu troškova snage na sezone primijenjen je princip stvarno angažirane snage, prema kojem sezona sa manje korištenom snagom neke grupe elektrana snosi samo sezonske troškove za tu manju snagu. Stoga sezona sa većom potražnjom snosi i svoje sezonske troškove snage grupe i preostale troškove snage druge sezone sa manjom potražnjom. Po tom principu provedena raspodjela godišnjih troškova snage na sezonske troškove po grupama elektrana služi kao osnova za daljnju raspodjelu troškova na dobe dana.

b) Za raspodjelu sezonskih grupnih troškova na dobe velike i male dnevne potražnje primijenjen je princip, da svaka momentana potražnja snosi onaj dio ukupnih troškova snage koji odgovara njenoj veličini. Ovaj princip raspodjele troškova snage prema veličini potražnje opisan je u časopisu »Bilten Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu« god. 1956. br. 11—12 pod nazivom »Principi valorizacije električne energije« Ing. B. Filipović.

Varijabilnost jediničnih troškova snage tokom dana vidljiva je iz dijagrama troškova snage u sl. 1 u kojem su unijeti vremensko-jedinični troškovi snage u ovisnosti o snazi i vremenu. Ukupni dnevni troškovi snage izraženi su jednadžbom

$$K_{Sd} = \int_0^{24} K_{S\,N_{mom}} \cdot dt. \qquad \text{(Din/dan).}$$

Varijabilnost troškova snage tokom dana predočena je krivuljom $K_{Sd} = \varphi\,(N, t)$, a krivuljom obuhvaćena površina mjerilo je za dnevne troškove snage K_{Sd}, uvažujući ponderabilnu vrijednost reprezentantnog dijagrama i za sezonske troškove snage $K_{S\,sez}$.

Formirajući sezonski reprezentantni dijagram dnevne potražnje od 6 do 6 sati i povlačeći kod 22 sata graničnu liniju između doba velike i male potražnje, možemo razlučiti troškove snage koji otpadaju na ova dva različita doba dnevne potražnje. Za cijelu sezonu su ti troškovi određeni jednadžbama

$$K_{S\,sez\,v} = R \cdot \int_6^{22} K_{S\,N_{mom}} \cdot dt$$

(Din/sez) za doba velike potražnje i

$$K_{S\,sez\,m} = R \cdot \int_{22}^{6} K_{S\,N_{mom}} \cdot dt.$$

(Din/sez) za doba male potražnje,

gdje R znači sezonski reprezentantni broj reprezentantnog dnevnog dijagrama potražnje.

Dodavanjem troškova rada termoelektrana i kupnje električne energije iz drugih elektroenergetskih područja za NR Hrvatsku, i to proporcionalno s količinom energije koja otpada na pojedinu dobu dana, dobivamo ukupne sezonske troškove, a time i vrijednost električne energije na mjestu proizvodnje za dvije energetske kategorije.

Valorizacija srednje i sušne godine u nekom konkretnom mješovitom elektroenergetskom sistemu i to svedeno na mjesto proizvodnje sprovedeno je saglasno sa duhom ove metode na temelju troškovne opskrbe sistema.

Ukupne godišnje troškove proizvodnje, raščlanjene na troškove snage hidroelektrana, na troškove snage termoelektrana i na troškove rada, treba prema podesnom principu raspodjele prevaliti na srednje i sušne hidrološke godine. Prevaljivanje troškova sprovedeno je u tri razne varijante.

Varijanta I.

Polazeći od činjenice da u nekom stanovitom elektroenergetskom opskrbnom sistemu postoje izgrađene hidroelektrane i termoelektrane koje imadu da u svim hidrološkim prilikama zadovolje potrebe potrošača, nameće se jedan od mogućih zaključaka, da se o tom činjeničkom stanju ima voditi računa i kod valorizacije električne energije u srednjim i sušnim hidrološkim godinama. Kalkulativno utvrđeni troškovi snage

Vrijednosti električne energije za 4 kategorije za FNRJ u Din/kWh — Tablica 4

Potrebna energija GWh/god.	Vjerojatna godina potrebe	Elementi vrijednosti električne energije	Zima			Ljeto			Godina		
			Opterećenje		Prosjek	Opterećenje		Prosjek	Opterećenje		Prosjek
			veliko	malo		veliko	malo		veliko	malo	
6034	1957	Proizvodnja el. energije	5,71	4,50	5,55	5,02	3,59	4,61	5,37	4,05	5,00
		Distribucija el. energije	2,56	1,98	2,23	2,12	1,18	1,99	2,36	1,79	2,20
		Dobit	1,10	0,68	0,98	0,82	0,43	0,71	0,97	0,56	0,85
		Vrijednost po proizv. jedinici	9,37	7,16	8,76	7,96	5,60	7,29	8,70	6,40	8,05
		Vrijednost potrošačima predane jed. el. ener.	11,40	8,70	10,65	9,67	6,81	8,84	10,56	7,76	9,79
		Odnosi vrijedn. predane energije	1,67	1,28	1,56	1,42	1,00	1,30	1,55	1,14	1,44
8529	1960	Proizvodnja el. energije	4,85	3,70	4,53	4,60	3,40	4,27	4,72	3,56	4,41
		Distribucija el. energije	2,26	1,74	2,15	1,96	1,59	1,87	2,11	1,71	2,01
		Dobit	1,15	0,72	1,02	0,90	0,52	0,80	1,05	0,60	0,92
		Vrijednost po proizv. jedinici	8,26	6,16	7,70	7,46	5,51	6,94	7,88	5,87	7,34
		Vrijed. potrošačima predane jedinice el. ener.	10,05	7,49	9,36	9,08	6,70	8,45	9,56	7,11	8,91
		Odnosi vrijedn. predane energije	1,50	1,12	1,40	1,36	1,00	1,26	1,43	1,06	1,33
11179	1965	Proizvodnja el. energije	4,70	3,40	4,33	4,10	2,90	3,78	4,41	3,16	4,05
		Distribucija el. energije	7,36	1,88	2,23	1,91	1,36	1,75	2,14	1,64	2,00
		Dobit	1,21	0,66	1,04	0,85	0,44	0,74	1,04	0,55	0,91
		Vrijednost po proizv. jedinici	8,27	5,94	7,56	6,86	4,70	6,24	7,59	5,35	6,96
		Vrijed. potrošačima predane jedinice el. ener.	10,04	7,22	9,29	8,35	5,74	7,58	9,22	6,50	8,45
		Odnosi vrijednosti predane energije	1,74	1,26	1,62	1,45	1,00	1,32	1,61	1,13	1,47
14903	1970	Proizvodnja el. energije	4,45	3,26	4,12	4,10	2,86	3,77	4,28	3,08	3,95
		Distribucija el. energije	2,38	1,75	2,22	2,06	1,49	1,90	2,23	1,62	2,06
		Dobit	1,22	0,64	1,06	0,99	0,50	0,85	1,10	0,58	0,96
		Vrijednost po proizv. jedinici	8,05	5,65	7,40	7,15	4,87	6,52	7,61	5,28	6,97
		Vrijed. potrošačima predane jedinice el. ener.	9,77	7,14	8,99	8,69	5,93	7,94	9,25	6,54	8,47
		Odnosi vrijedn. predane energije	1,65	1,20	1,51	1,46	1,00	1,34	1,56	1,10	1,43
Prosječne vrijednosti i odnosi		Proizvodnja el. energije	4,78	3,57	4,45	4,34	3,10	4,00	4,56	3,35	4,23
		Vrijednost po proizv. jedinici	8,35	6,07	7,72	7,26	5,70	6,66	7,80	5,58	7,20
		Vrijednost po predanoj jedinici	10,15	7,45	9,42	8,80	6,15	8,08	9,50	6,80	8,80
		Odnos vrijedn. predane energije	1,65	1,21	1,52	1,44	1,00	1,31	1,54	1,11	1,44

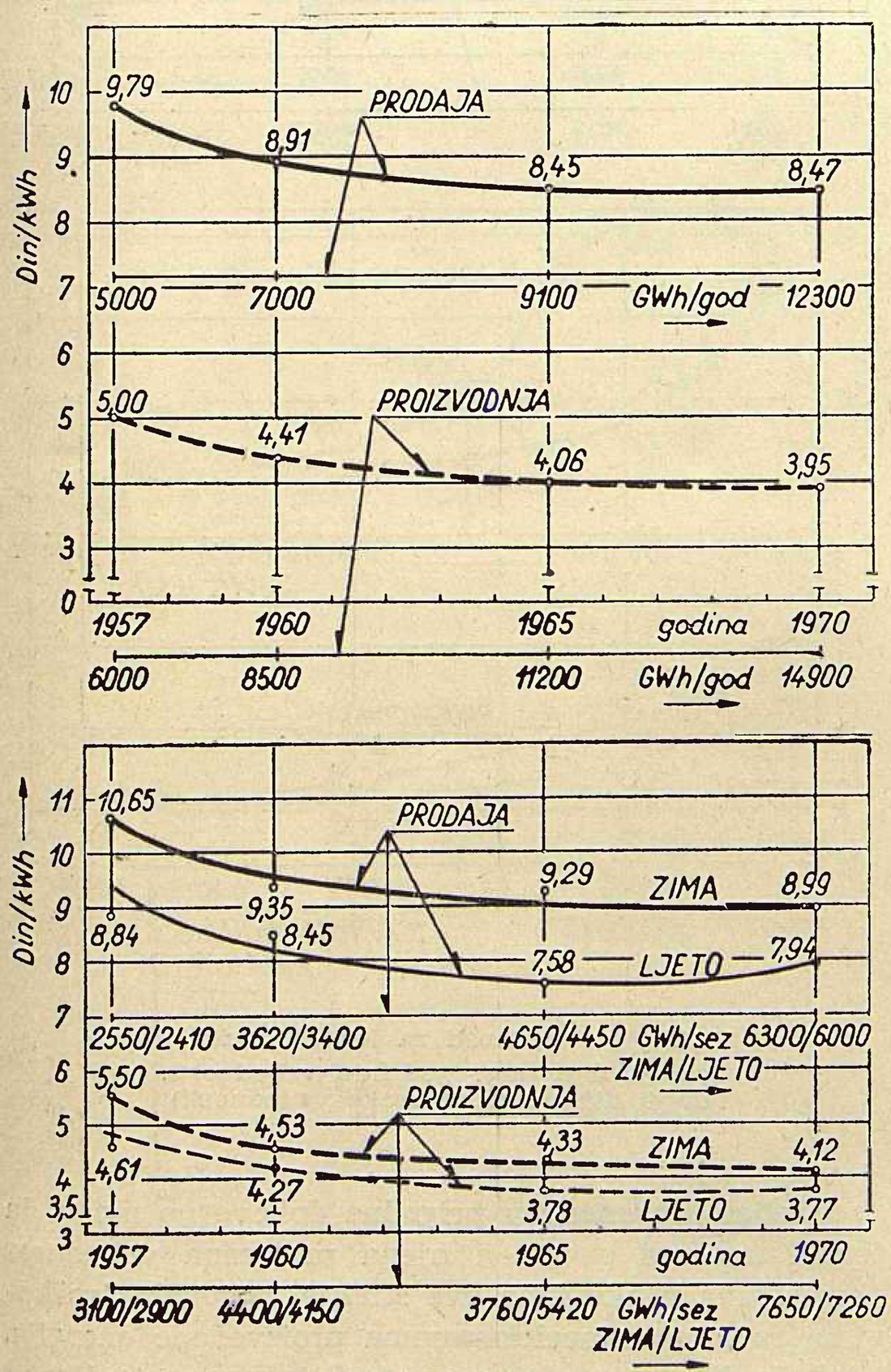
Vrijednosti električne energije za 4 kategorije za NRH u Din/kWh — Tablica 5

Potrebna energija GWh/god.	Vjerojatna godina potrebe	Elementi vrijednosti električne energije	Zima			Ljeto			Godina		
			Opterećenje		Prosjek	Opterećenje		Prosjek	Opterećenje		Prosjek
			veliko	malo		veliko	malo		veliko	malo	
1690	1957	Proizvodnja el. energije	5,08	3,75	4,68	4,70	3,41	4,31	4,90	3,53	4,51
		Distribucija el. energije	2,77	2,15	2,58	2,90	2,32	2,78	2,83	2,30	2,67
		Dobit	0,77	0,42	0,67	0,68	0,42	0,61	0,74	0,41	0,66
		Vrijednost po proizv. jedinici	8,62	6,32	7,93	8,28	6,15	7,70	8,47	6,24	7,84
		Vrijed. potrošačima predane jedinice el. ener.	10,48	7,67	9,63	10,06	7,46	9,35	10,37	7,60	9,50
		Odnosi vrijedn. predane energije	1,40	1,03	1,29	1,35	1,00	1,25	1,39	1,02	1,27
2106	1960	Proizvodnja el. energije	4,79	3,31	4,40	3,74	3,13	3,57	4,35	3,23	4,05
		Distribucija el. energije	3,42	2,09	3,05	2,41	1,75	2,23	2,86	1,91	2,61
		Dobit	1,07	0,49	0,92	0,60	0,39	0,54	0,84	0,42	0,74
		Vrijednost po proizv. jedinici	9,28	5,89	8,37	6,75	5,27	6,34	8,05	5,56	7,40
		Vrijed. potrošačima predane jedinice el. ener.	11,27	7,10	10,17	8,22	6,38	7,71	9,79	6,74	8,89
		Odnosi vrijedn. predane energije	1,76	1,11	1,59	1,29	1,00	1,21	1,53	1,05	1,39
3049	1965	Proizvodnja el. energije	3,38	2,67	3,20	3,47	2,45	3,19	3,44	2,58	3,19
		Distribucija el. energije	2,48	1,83	2,29	2,26	1,62	2,10	2,37	1,74	2,19
		Dobit	0,76	0,45	0,66	0,72	0,36	0,62	0,74	0,40	0,65
		Vrijednost po proizv. jedinici	6,62	4,95	6,16	6,45	4,43	5,91	6,55	4,72	6,03
		Vrijed. potrošačima predane jedinice el. ener.	8,06	6,02	7,48	7,84	5,37	7,19	7,98	5,74	7,35
		Odnosi vrijedn. predane energije	1,50	1,12	1,39	1,46	1,00	1,34	1,48	1,07	1,37
4329	1970	Proizvodnja el. energije	3,15	2,38	2,95	3,73	2,98	3,52	3,40	2,65	3,20
		Distribucija el. energije	2,34	1,48	2,12	2,55	2,02	2,39	2,43	1,71	2,24
		Dobit	0,70	0,36	0,61	0,87	0,57	0,49	0,78	0,46	0,70
		Vrijednost po proizv. jedinici	6,19	4,22	5,68	7,15	5,57	6,40	6,61	4,82	6,14
		Vrijed. potrošačima predane jedinice el. ener.	7,52	5,14	6,91	8,69	6,17	8,19	8,02	5,87	7,46
		Odnosi vrijedn. predane energije	1,46	1,00	1,34	1,69	1,20	1,59	1,56	1,14	1,45
Prosječne vrijednosti i odnosi		Proizvodnja el. energije	3,78	2,92	3,55	3,82	2,92	3,57	3,80	2,92	3,56
		Vrijednost po proizv. jedinici	7,20	9,17	6,67	7,07	5,30	6,58	7,14	5,23	6,63
		Vrijednost po predanoj jedin.	8,70	6,23	8,05	8,60	6,43	7,99	8,66	6,32	8,03
		Odnosi vrijedn. predane energije	1,40	1,00	1,29	1,38	1,03	1,27	1,39	1,02	1,29

terete podjednako svaku godinu, pa prema tome jednako i srednju i sušnu godinu. Troškovi rada u termoelektranama utvrđeni na temelju posebnog energetskog bilanca sušne godine, povećani su u odnosu na troškove rada u srednjoj hidrološkoj godini. Usvajajući potom ekonomski princip snašanja troškova po njihovom uzročniku ima se sušna godina teretiti sa razlikom troškova rada sušne i srednje godine. Metoda valorizacije dobiva time veoma jednostavan oblik.

Varijanta II.

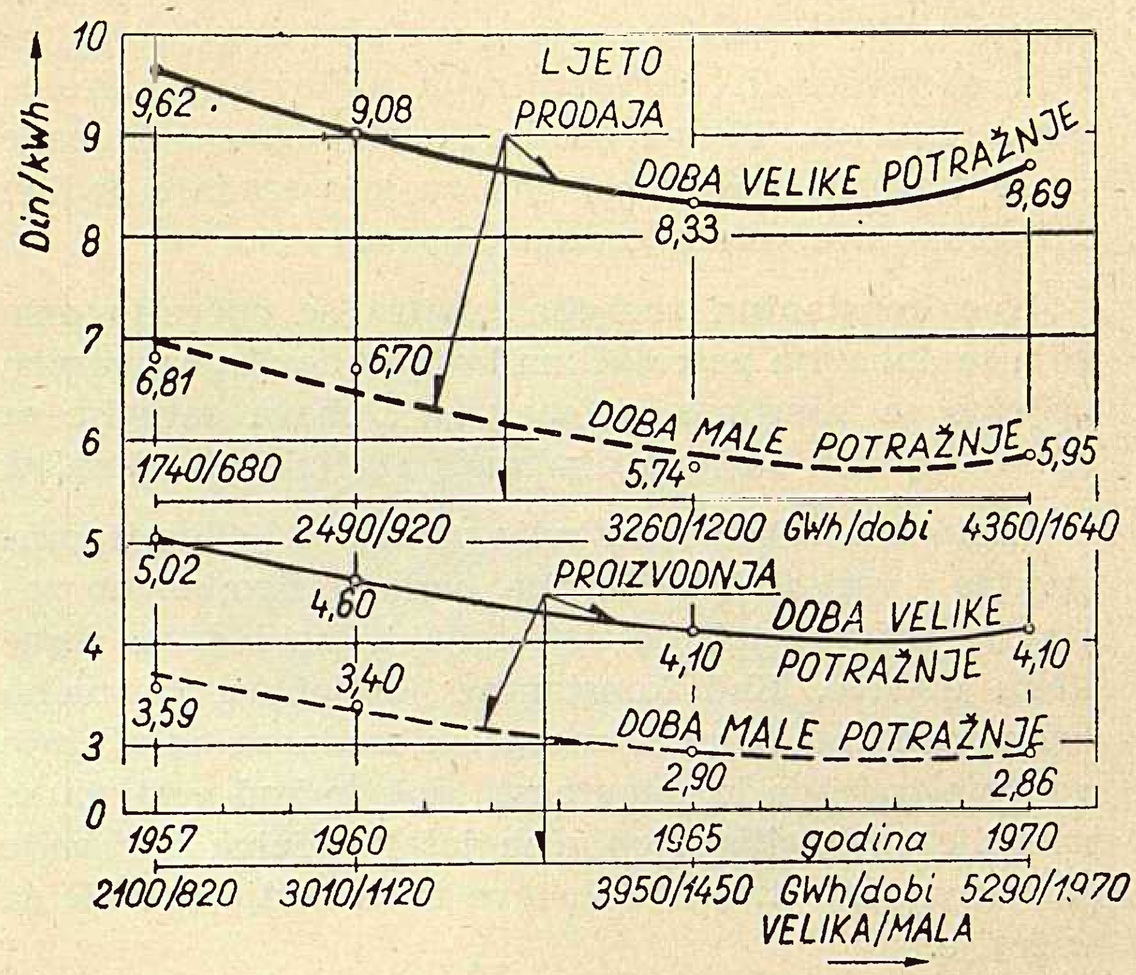
Metoda valorizacije po ovoj varijanti promatra odvojeno potrebne troškove u srednjoj i u sušnoj godini. Polazeći u oba slučaja od istih hidroenergetskih baza, pokazuje se, da varijabilnost hidrauliciteta tih baza uvjetuje u mješovitim elektroenergetskim sistemima u sušnim godinama veće troškove nego u srednjim godinama, i to kao posljedice povećane potrebe na dodatnim termoelektranama u cilju zadovoljenja predviđenog konzuma.

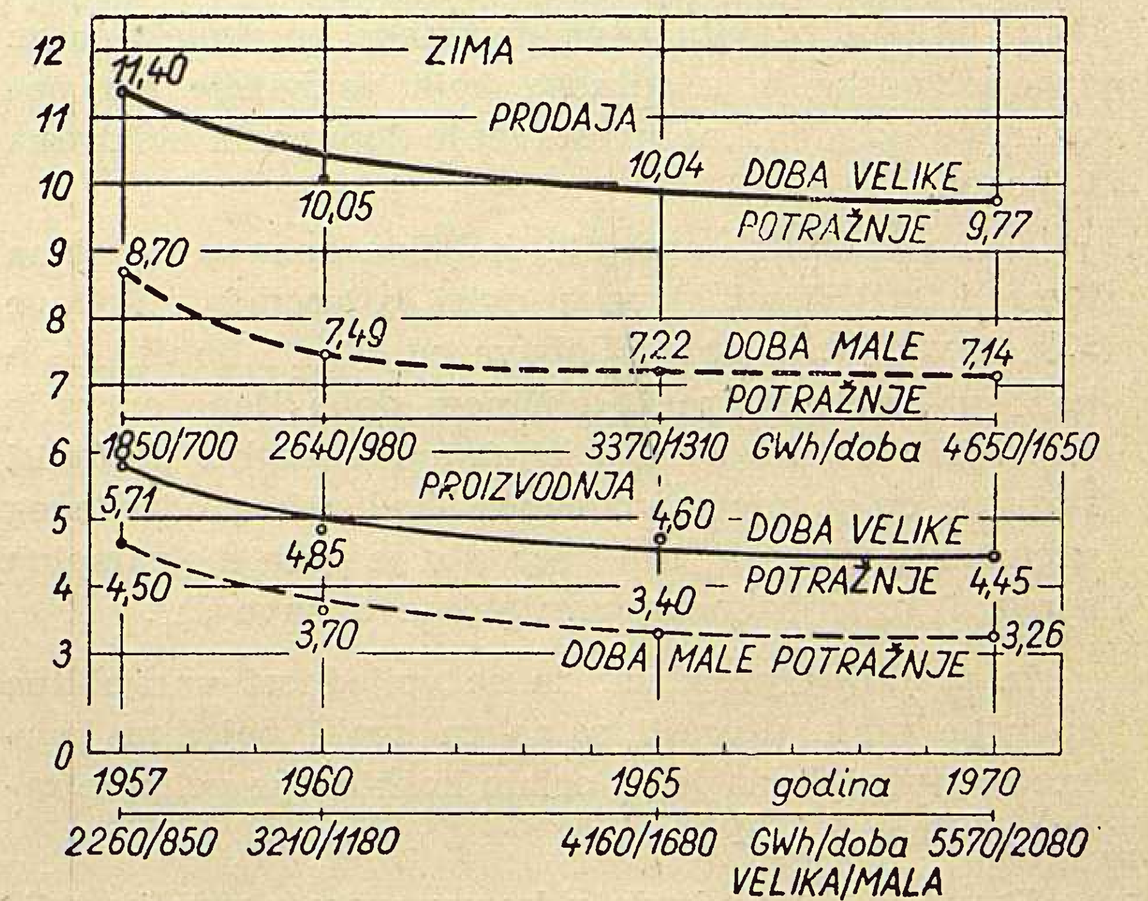


Sl. 2. Vrijednosti za FNRJ
(*gornji dijagram:* godišnje vrijednosti, *donji dijagram:* sezonske vrijednosti)

Varijanta III.

Metoda valorizacije po drugoj varijanti pretpostavlja u osnovi brojčanu istovjetnost srednjih i sušnih godina unutar duljeg ciklusa godina. U stvarnosti međutim, unutar praktički dovoljno velikog broja godina, koji može da obuhvati jedan potpuni ciklus varijacija srednjih, sušnih i vlažnih godina, izmjenjuju se nepravilno godine raznog hidrauličkog karaktera, pri čemu broj srednjih, sušnih i vlažnih godina nije isti, već različit.





Sl. 3. Vrijednosti prema dobi potražnje za FNRJ

Ovom metodom valorizacije nastoji se u granicama mogućnosti voditi računa o brojčanom odnosu srednjih i sušnih godina, zanemarujući radi jednostavnosti utjecaj vlažnih godina na troškove snage i pretpostavljajući jednaku brojnost sušnih i vlažnih godina i njihovu energetsku jednakost ispod, odnosno iznad srednje hidrološke godine.

Za određivanje brojčanog odnosa srednjih i sušnih godina unutar dugogodišnjeg cjelovitog hidrauličkog ciklusa poslužili su odnosi navedeni u »Terminologie utilisée dans les statisques de l'économie électrique« str. 18, izdanje »Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique« — Janvier 1957. Na temelju tih podataka može se sa dovoljno točnosti za potrebe ove studije pretpostaviti, da na četiri sred-

nje godine otpada jedna sušna i jedna vlažna, pa je taj odnos odabran za račun vrijednosti srednje i sušne godine.

U pogledu kvalificiranja srednje, sušne i vlažne godine u okviru ove studije, treba spomenuti, da se kao sušne godine smatraju one godine, čiji srednji godišnji protok nastupa kroz onoliki broj godina, koji odgovara 85 ili više postotaka od ukupnog broja godina obuhvaćenih dugogodišnjim cjelovitim hidrološkim ciklusom. Vlažne godine su analogno definirane sa 15 i manje postotaka, dok su kao srednje godine definirane sve ostale godine ciklusa.

Kao konstantna energija smatra se općenito ona, koja se dobavlja potrošačima kroz stanovito ugovoreno vrijeme sa konstantnom snagom. Dobava energije sa promjenljivom snagom obuhvaća varijabilnu energiju.

Kada se međutim postavlja pitanje vrijednosti konstantne i varijabilne energije, onda se neminovno postavlja potreba točnije definicije jedne i druge kvalitete dobave. Kod konstantne je dobave za njenu vrijednost kod zadanih energetskih odnosa odlučujuće vrijeme trajanja konstantnosti, dok je kod varijabilne energije za kvalitetu odlučna još i veličina varijacije snage, vrijeme trajanja dobave te dobavljena količina energije.

Tako osiguranje konstantne energije kroz godinu dana traži u pravilu veće dopunske energetske baze nego sezonska konstantnost, koja uslovljuje tek povremeno i djelomično uvrštavanje dopunskih elektrana u pogon.

Kod varijabilne energije, količine dobave, a prema tome i vrijednost dobave ovisi o vremenu dobave »T«$_v$ i varijacija snage dobave od $P_{max\,v}$ do $P_{min\,v}$, a koji su karakterizirani količinom dobavljene energije W_v. Može se stoga za varijabilnu energiju postaviti tvrdnja, da je njena vrijednost kod nekog određenog vremena dobave T_v tim veća, što je veća maksimalna snaga i srednja snaga varijabilne dobave P_m.

Iz prednjeg proizlazi, da se vrijednost varijabilne energije može utvrditi samo za svaki pojedini konkretni slučaj, kada je uz ostale konstantne veličine zadan i odnos P_{max}/P_m.

Drugi je slučaj, kada u konzumnom području uslijed varijabilnosti hidrosnaga preostaju nakon zadovoljenja garantiranog konzuma povremeno stanovite snage na raspolaganju. Kako su troškovi povremeno raspoložive snage već pokriti garantiranim dobavama, to vrijednost energije varijabilne povremene dobave odgovara samo troškovima rada. Time nastaje slučaj, kada se problem valorizacije stalne i varijabilne energije svodi na valorizaciju osigurane i prigodne dobave, predočen brojčano u okviru ove studije.

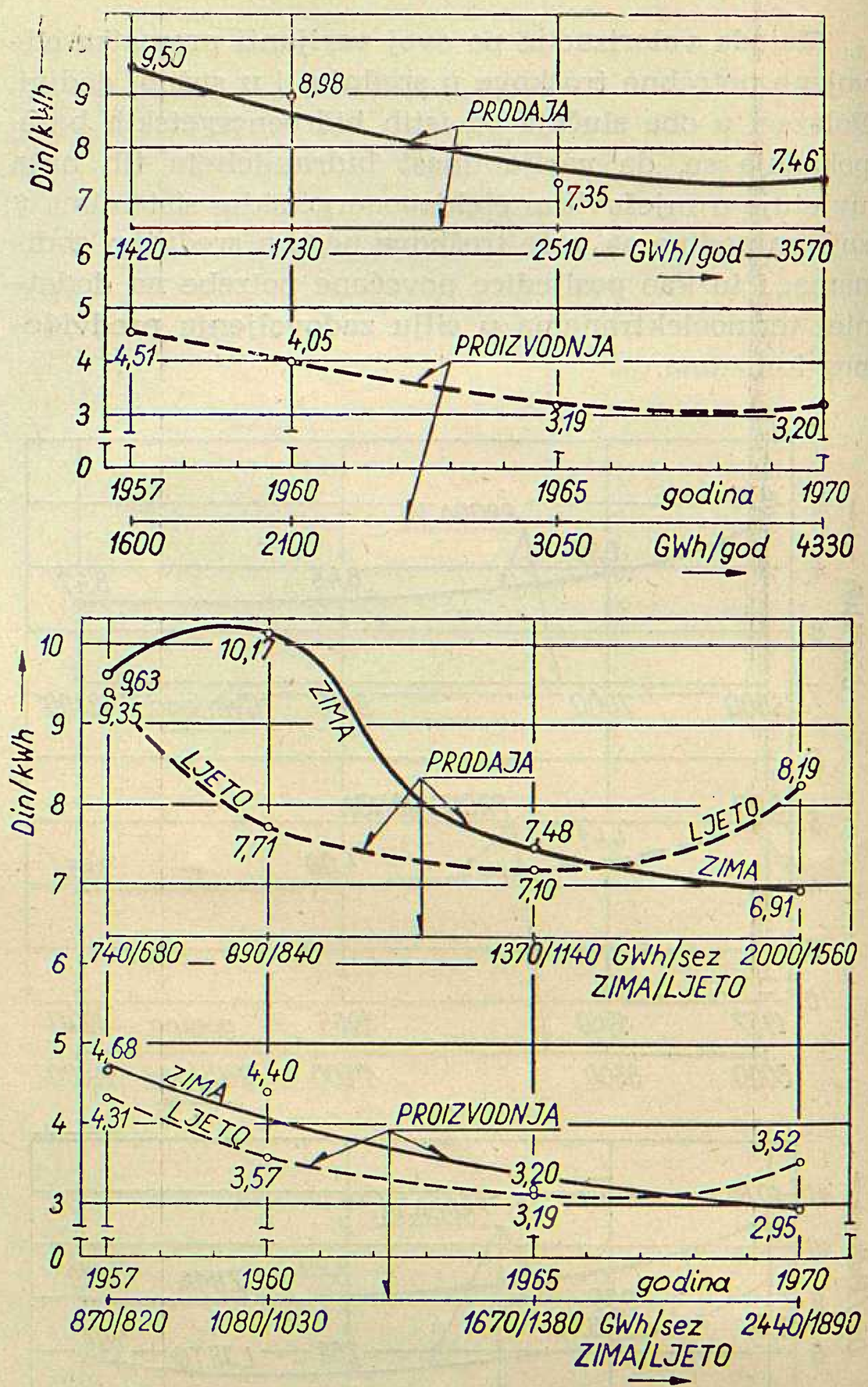
Vrijednosti osigurane i prigodne dobave

S obzirom na prednje konstatacije, vrijednosti za energiju osigurane i prigodne dobave utvrđene su ovako:

a) Odabrane četiri osnovne vrijednosne kategorije energije imadu, sa stanovišta obaveznog zadovoljenja predviđenog konzuma u odnosu na potrošače, karakter garantirane energije, dakle osigurane dobave.

b) Kod već utvrđenih opskrbnih odnosa moguće je uz promatrani konzum dobaviti daljnje količine energije bez upotrebe novih dodatnih energetskih baza, samo kroz vrijeme kraće od 24 sata.

c) Uvažujući ovo dolazimo do zaključka, da je sva — povrh utvrđenih konzumnih odnosa — vršena dobava energije u cijelosti varijabilnog karaktera, i da kao takova poprima kvalitet energije prigodne dobave.



Sl. 4. Vrijednosti za NR Hrvatsku
(*gornji dijagram:* godišnje vrijednosti, *donji dijagram:* sezonske vrijednosti)

Varijabilnu energiju prigodne dobave ne mogu da terete troškovi snage, a njena prosječna vrijednost promatrana u okvirima ove studije, odgovara troškovima rada u termoelektranama proizvedene energije.

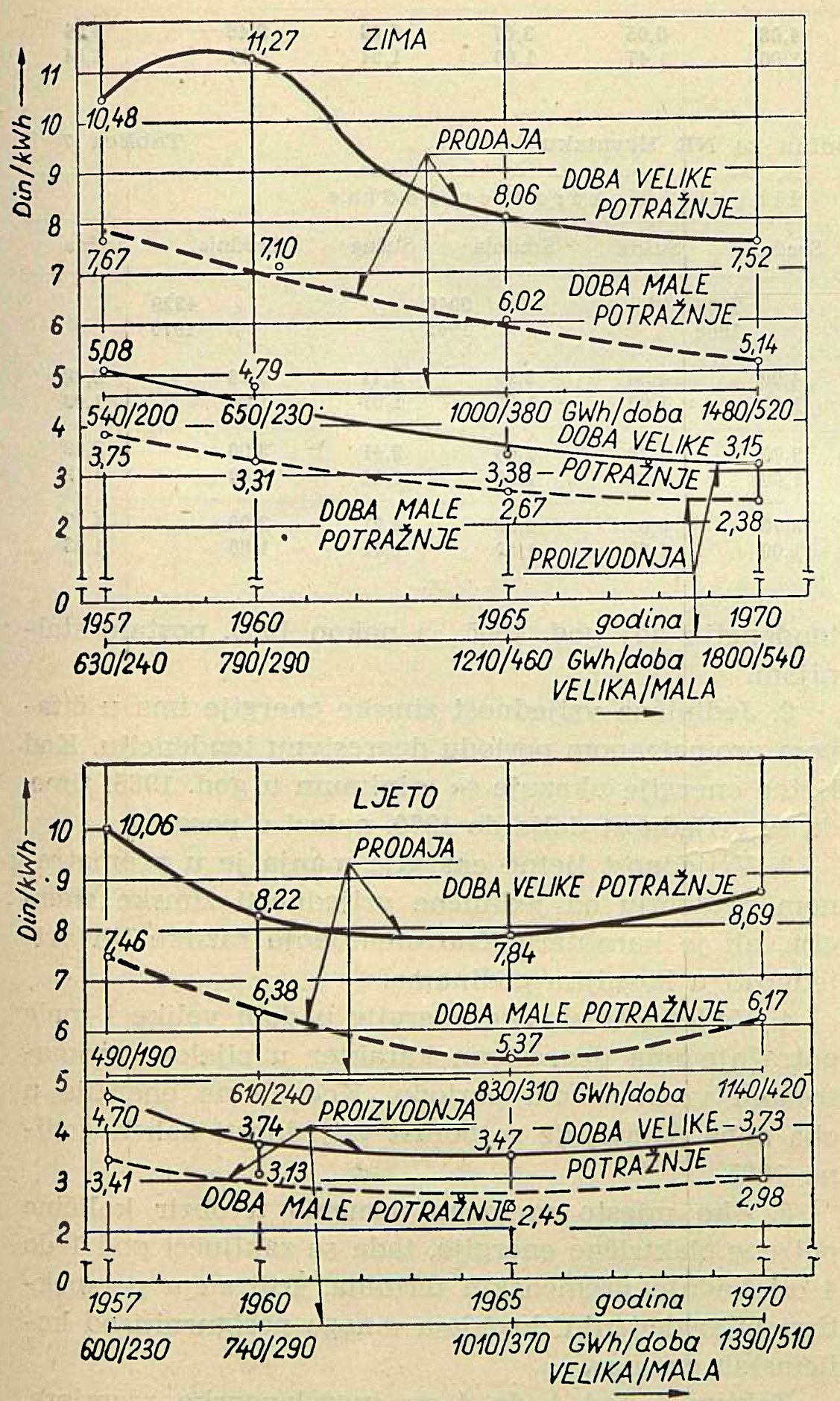
d) Iz dijagrama dnevne potražnje pretpostavljenog konzuma (slika 1) vidljivo je, da je prigodna dobava varijabilne energije moguća u doba velike i u doba male potražnje tako, da je njena vrijednost jednaka u oba slučaja.

Za naročite svrhe za koje bi trebalo takove vrijednosti utvrditi za pojedine dijelove godine bila bi potrebna odgovarajuća detaljnija kalkulacija troškova rada u termoelektranama.

REZULTATI VALORIZACIJE DOBIVENE STUDIJOM

Valorizacija elektroenergetskih kategorija

U studiji je promatran vremenski period od 1957. do 1970., razdijeljen godinama 1960. i 1965. na četiri razdoblja. Ocijenjene potrebe za te odabrane četiri godine (vidi tablica 1.) primijenjene su u studiji kao osnova za proračun vrijednosti električne energije.



Sl. 5. Vrijednosti prema dobi potražnje za FNRJ

Vrijednosti električne energije po jedinici (po kWh) računate su za prag proizvodnje i na mjestu predaje potrošačima uključivši troškove proizvodnje, prijenosa, razvoda i distribucije. Rezultati su prikazani u narednim tablicama i grafikonima. (Tablice 4 i 5 i slike 2, 3, 4 i 5).

Ovi rezultati pokazuju da, promatrano sa stanovišta troškova, nema velike razlike u vrijednosti između zimske i ljetne energije, dok su razlike između dnevne i noćne energije znatne.

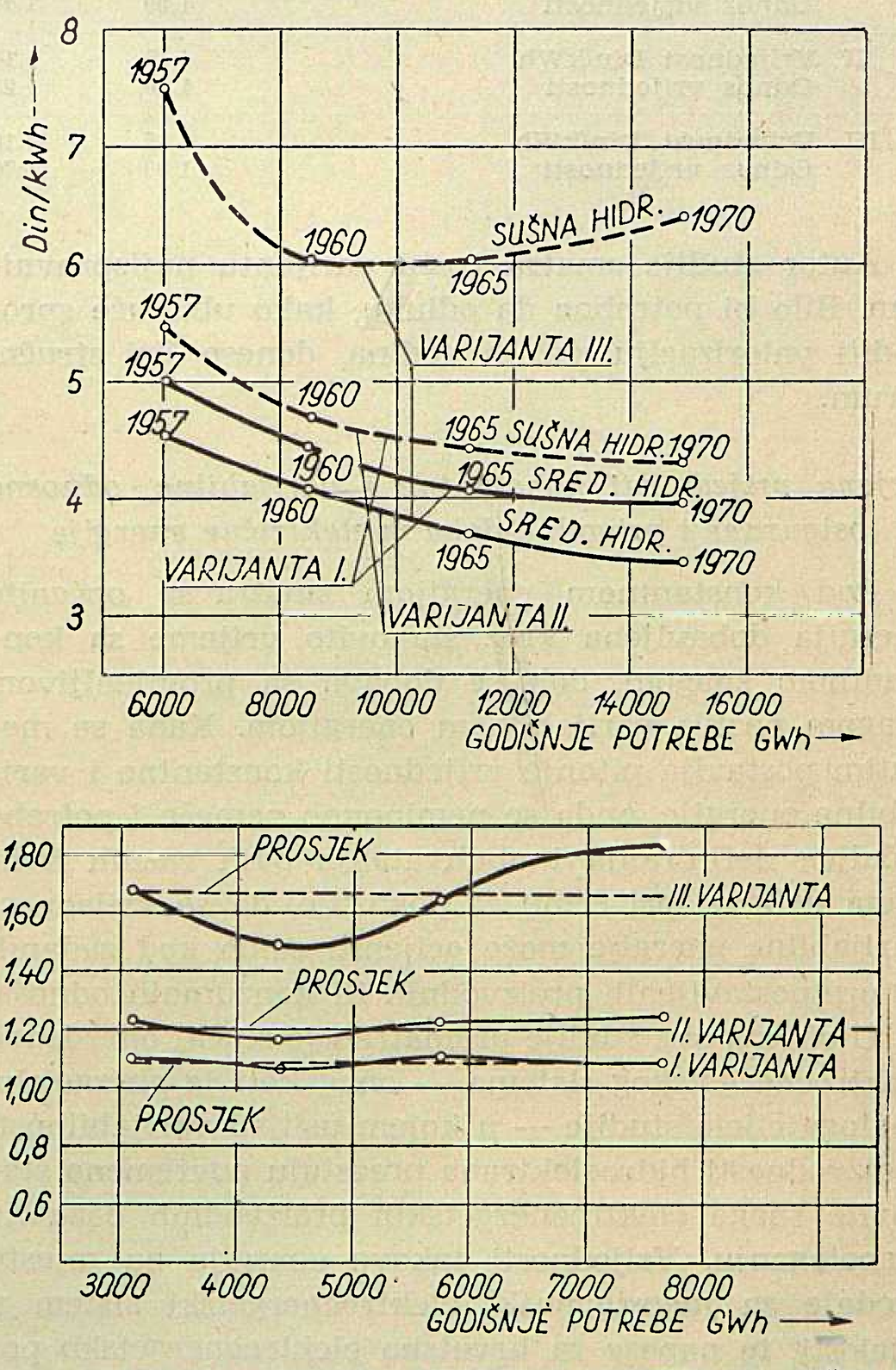
Valorizacija srednje i sušne hidrološke godine

Rezultati valorizacije vrijednosti električne energije za srednje i sušne hidrološke godine, koja je provedena u tri varijante, prikazani su u narednim tablicama 6 i 7. Odstupanja rezultata u pojedinim varijantama posljedica su primijenjenih principa valorizacije, odnosno raznolikog prevaljivanja troškova dopunskih termoelektrana, potrebnih zbog manje proizvodnosti hidroelektrana u sušnim godinama, na srednju i sušnu godinu.

Grafički prikaz godišnje vrijednosti u ovisnosti o veličini godišnjih potreba konzuma dat je na sl. 6.

Naredna tablica 8 sadrži usporedni pregled prosječne vrijednosti srednje i sušne godine za cijeli vremenski period od godine 1957. do 1970., kao i njihov odnos za sve tri varijante.

S obzirom na jako odstupanje rezultata valorizacije hidrauličnosti godine prema pojedinim varijantama potrebno se je već ovdje kratko osvrnuti na osnovne razlike u računu vrijednosti električne energije po pojedinim varijantama.



Sl. 6. Godišnje vrijednosti električne energije za ručnu i srednju hidrološku godinu za FNRJ (*gornji dijagram*); odnos godišnjih vrijednosti električne energije sušne prema srednjoj hidrološkoj godini i prosječni dugogodišnji odnosi (*donji dijagram*)

U prvoj varijanti primijenjen je do sada općenito uobičajen princip, da sušne godine terete samo troškovi povećane termoproizvodnje. U drugoj varijanti promatraju se teoretski troškovi za srednje i sušne godine uz pretpostavku da su sve godine jednom srednje, a drugi puta sve sušne. U trećoj varijanti veći troškovi potrebnih dopunskih elektrana terete u cijelosti sušnu godinu.

Vrijednosti električne energije za srednju i sušnu hidrološku godinu za Jugoslaviju — Tablica 6

Varijanta	Oznaka početka	Hidrološki karakter godine							
		Srednja	Sušna	Srednja	Sušna	Srednja	Sušna	Srednja	Sušna
I–III	Godišnja potreba GWh	6034		8529		11179		14903	
	Vjerojatna godina potrebe	1957		1960		1965		1970	
I	Vrijednost Din/kWh	5,00	5,43	4,41	4,70	4,05	4,46	3,95	4,26
	Odnos vrijednosti	1,00	1,09	1,00	1,06	1,00	1,10	1,00	1,08
II	Vrijednost Din/kWh	4,50	5,43	4,08	4,70	3,67	4,46	3,46	4,26
	Odnos vrijednosti	1,00	1,21	1,00	1,15	1,00	1,22	1,00	1,23
III	Vrijednost Din/kWh	4,50	7,50	4,08	6,05	3,67	6,03	3,46	6,39
	Odnos vrijednosti	1,00	1,66	1,00	1,47	1,00	1,64	1,00	1,84

Vrijednost električne energije za srednju i sušnu hidrološku godinu za NR Hrvatsku — Tablica 7

Varijanta	Oznaka podataka	Hidrološki karakter godine							
		Srednja	Sušna	Srednja	Sušna	Srednja	Sušna	Srednja	Sušna
I–III	Godišnja potreba GWh	1690		2106		3049		4329	
	Vjerojat. god. potrebe	1957		1960		1965		1970	
I	Vrijednost Din/kWh	4,60	5,14	4,00	4,36	3,19	3,41	3,20	3,48
	Odnos vrijednosti	1,00	1,12	1,00	1,09	1,00	1,07	1,00	1,09
II	Vrijednost Din/kWh	4,15	5,14	3,70	4,36	2,98	3,41	3,00	3,48
	Odnos vrijednosti	1,00	1,23	1,00	1,18	1,00	1,14	1,00	1,12
III	Vrijednost Din/kWh	4,15	7,10	3,70	5,00	2,98	4,21	3,00	4,27
	Odnos vrijednosti	1,00	1,70	1,00	1,35	1,00	1,41	1,00	1,43

Autor studije smatra treću varijantu najispravnijom. Bilo bi potrebno da odluku, kako ubuduće sprovoditi valorizaciju sušnih godina, donese širi stručni forum.

Ocjena vrijednosti konstantne i varijabilne, odnosno osigurane i prigodne dobave električne energije

Pod konstantnom energijom smatra se općenito energija dobavljena kroz stanovito vrijeme sa konstantnom snagom, dok se dobava sa promjenljivom snagom naziva varijabilnom energijom. Kada se međutim postavlja pitanje vrijednosti konstantne i varijabilne energije, onda se neminovno nameće i potreba točnijeg definiranja i obuhvatanja ovih raznih kvaliteta dobave, pri čemu se pokazuje, da se vrijednost varijabilne energije može ocijeniti samo kod zadanih ili pretpostavljenih proizvodnih ili konzumnih odnosa.

U okviru ove studije promatran je slučaj određenog elektroenergetskog sistema — onog koji je energetska podloga cijele studije — u kojem uslijed varijabilnosti proizvodnosti hidroelektrana preostaju povremeno stanovite snage elektroenergetskih proizvodnih baza na raspolaganju. Vrijednosti takove energije na mjestu predaje za jugoslavenski elektroenergetski sistem u cijelosti, te napose za hrvatsko elektroenergetsko područje sadržane su u narednoj tablici 9.

U tom slučaju ispravnije je govoriti o valorizaciji osigurane i prigodne dobave.

ZAKLJUČCI STVORENI NA OSNOVU REZULTATA VALORIZACIJE

Analiza rezultata procjene vrijednosti po kategorijama električne energije

Jugoslavija

1. Jedinična godišnja vrijednost električne energije u Jugoslaviji ima u promatranom periodu degresivnu tendenciju do god. 1965., a nakon 1965. postaje stalnijom.

2. Jedinična vrijednost zimske energije ima u čitavom promatranom periodu degresivnu tendenciju. Kod ljetne energije ukazuje se minimum u god. 1965. time, da se vrijednost dalje do 1970. nalazi u porastu.

3. Vrijednost ljetne energije manja je u promatranom razdoblju od jedinične vrijednosti zimske energije, ali je karakteristično umanjenje razlike tih vrijednosti u kasnijim godinama.

4. Vrijednost zimske energije u dobi velike i male potražnje ima degresivan karakter u cijelom promatranom vremenskom periodu. Kod ljetne energije u oba doba pojavljuje se porast vrijednosti nakon godine 1965.

5. Ako mjesto vremena uzmemo u obzir količine potrebe električne energije, tada se zaključci pod 1 do 4 oslobađaju vremenskih termina, koji su u perspektivnom sagledanju događaja mnogo nesigurniji od količinskih granica.

Zaključci pod 1 do 4 za jugoslavenske razmjere, uvažujući povećanje potreba na električnoj energiji do 15 milijardi kWh godišnje, imadu tada slijedeće značenje:

a) Jedinične godišnje vrijednosti električne energije imaju degresivnu tendenciju. Do količine oko 11 milijardi kWh degresija je veća, dok je u daljnjem porastu potreba degresija vrijednosti manja.

b) Za jediničnu vrijednost zimske energije vrijedi isto što je rečeno za godišnju jediničnu vrijednost. Kod ljetne energije jedinična vrijednost je u opadanju do godišnje potrebe od oko 11 milijardi kWh, da ona zatim do granice promatranih potreba bude u porastu.

c) Vrijednost zimske energije u doba velike i male potražnje imade u promatranim količinskim granicama degresivni karakter. Kod ljetne energije pojavljuje se za oba doba potražnje minimum kod oko 11 milijardi kWh godišnje potrebe na električnoj energiji.

Degresija vrijednosti je posljedica ulaza u pogon energetski racionalnih elektrana. Progresija vrijednosti, koja se pojavljuje nakon povećanja potreba na električnoj energiji iznad 11 milijardi godišnje, jednim je dijelom uslovljena razmjerno većim udjelom termoelektrana u ljetnoj proizvodnji, a drugim dijelom stalnim povećanjem intenziteta izgradnje prijenosne i distributivne mreže tokom promatranog elektrifikacionog razvoja zemlje.

Hrvatska

Tendencija promjene vrijednosti električne energije u NR Hrvatskoj pokazuje u usporedbi sa Jugoslavijom kao cjelinom svoje specifične karakteristike i odstupanja.

1. Jedinična godišnja vrijednost pokazuje nagliju degresiju od god. 1965., nakon koje nastupa prema 1970. slaba progresija. Ovome je uzrok povećani udio termoenergije.

2. Sezonska zimska vrijednost polagano raste do godine 1960., da potom opada ponajprije jače do 1965., a zatim slabije do godine 1970.

3. *Sezonska ljetna vrijednost* je u upadanju do godine 1965., nakon koje *počinje da raste, i biva veća od zimske.*

4. Trend vrijednosti zimske energije u doba velike potražnje analogan je onome srednje sezonske vrijednosti. Vrijednost energije u zimi u doba male potražnje je u stalnoj slaboj degresiji.

5. U ljetu i u doba velike, kao što i u doba male potražnje, vrijednost energije opada sve do godine 1965., nakon koje počinje da raste.

Zamijenimo li kao osnovu razmatranja vrijeme sa količinom godišnje potrebe na električnoj energiji, tada odnosi utvrđeni za god. 1960. odgovaraju godišnjoj količini od 2 milijarde kWh, oni god. 1965. su istovjetni onima kod količine od oko 3 milijarde kWh. Granica razmatranja ove studije je 4,33 milijarde kWh.

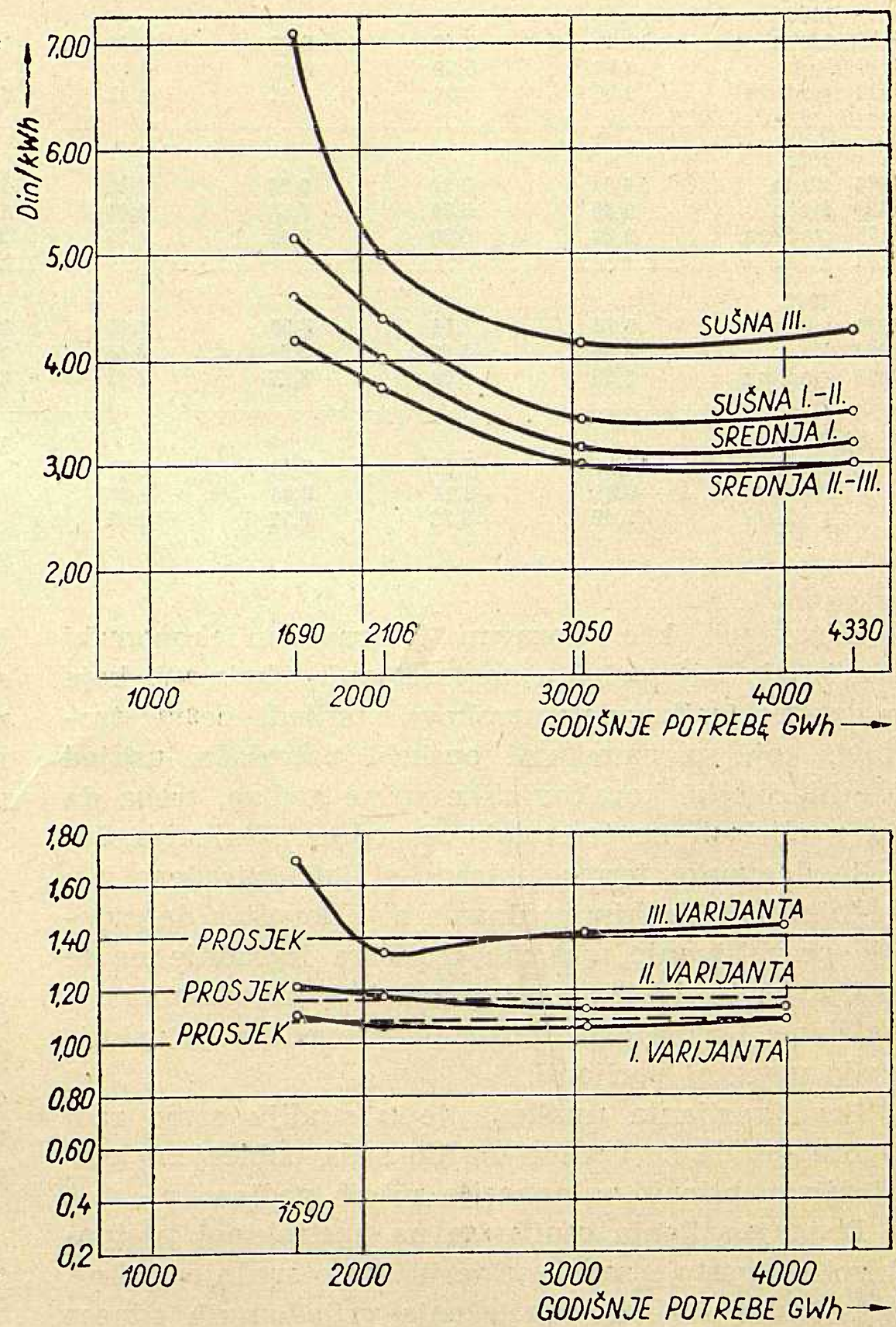
Prosječna vrijednost električne energije srednjih i sušnih godina u Din/kWh — Tablica 8

Varijanta	Doba	Jugoslavija			Hrvatska		
		Vrijednost energije		Odnos vrijednosti srednje i sušne	Vrijednost energije		Odnos vrijednosti srednje i sušne
		Srednja godina	Sušna godina		Srednja godina	Sušna godina	
I	Zima	4,45	4,97	1:1,12	3,55	4,00	1:1,13
	Ljeto	4,00	4,17	1:1,04	3,57	3,74	1:1,05
	Godina	4,23	4,59	1:1,08	3,56	3,88	1:1,09
II	Zima	3,72	4,98	1:1,34	3,22	4,00	1:1,24
	Ljeto	3,90	4,17	1:1,07	3,39	3,74	1:1,10
	Godina	3,81	4,59	1:1,20	3,30	3,88	1:1,17
III	Zima	3,72	8,07	1:2,16	3,22	5,13	1:1,59
	Ljeto	3,90	4,57	1:1,18	3,39	4,49	1:1,32
	Godina	3,80	6,37	1:1,67	3,30	4,83	1:1,46

Ovi zaključci upućuju na utjecaj predviđenog redoslijeda izgradnje elektroenergetskih baza kao i na činjenicu da velike vodne snage na teritoriju NRH imadu više energije u zimskom nego u ljetnom periodu. Pomanjkanje ljetne vodne energije iziskuje uvrštenje termoelektrana koje poskupljuju troškove proizvodnje i prema tome dižu vrijednost električne energije promatrane sa stanovišta troškovnog principa.

Analiza rezultata valorizacije prema hidrološkom karakteru godine

Iz rezultata valorizacije električne energije u srednjim i sušnim godinama vidljivo je, da najveća razlika u vrijednostima rezultira iz postupaka valorizacije prema trećoj varijanti, koja se može smatrati kao najispravnija metoda ocjene vrijednosti srednjih i sušnih godina.



Sl. 7. Godišnje vrijednosti električne energije za srednju i sušnu hidrološku godinu za NRH *(gornji dijagram)*; odnosi godišnjih vrijednosti sušne prema srednjoj hidrološkoj godini i prosječni dugogodišnji odnosi *(donji dijagram)*

Do ovakvog zaključka dolazi se ovim razmišljanjem: Varijabilnost vodne raspoloživosti vodotoka, koja utječe na proizvodni kapacitet hidroelektrane dolazi naročito do izražaja sa hidrološkim karakterom pojedinih godina, i ovaj u većem ili manjem razmjeru smanjuje stepen iskoristivosti svake hidroelektrane izgrađene iznad minimalnog protoka.

Osiguranje potreba konzuma bez obzira na prirodni dotok vode, ali uz uvaženje moguće akumulacije, vezano je u pravilu s izgradnjom dopunskih termoelektrana. Sušne godine su upravo one, koje određuju veličinu dopunskih termoelektrana i to preko one veličine, koja je potrebna za odnose u srednjim hidrološkim godinama.

Vrijednost energije osigurane i povremene dobave u Din/kWh — Tablica 9

Elektroenergetski sistem FNR Jugoslavije						Elektroenergetski sistem NR Hrvatske					
Predaja GWh	Godina i doba	Energija osigurane dobave: Dobava opterećenja: velikog	Energija osigurane dobave: Dobava opterećenja: malog	Energija osigurane dobave: Cjelodnevna	Energija povremene dobave	Predaja GWh	Godina i doba	Energija osigurane dobave: Dobava opterećenja: velikog	Energija osigurane dobave: Dobava opterećenja: malog	Energija osigurane dobave: Cjelodnevna	Energija povremene dobave
	1957						1957				
2550	zima	11,40	8,70	10,65	4,65	744	zima	10,48	7,67	9,63	5,35
2411	ljeto	9,67	6,81	8,84	4,65	677	ljeto	10,06	7,46	9,25	5,35
4961	godina	10,56	7,76	9,79	4,65	1421	godina	10,37	7,60	9,50	5,35
	1960						1960				
3617	zima	10,05	7,49	9,36	4,42	889	zima	11,27	7,10	10,17	5,35
3406	ljeto	9,08	6,70	8,45	4,42	844	ljeto	8,22	6,38	7,71	5,35
7023	godina	9,56	7,11	8,91	4,42	1733	godina	9,79	6,74	8,89	5,35
	1965						1965				
4678	zima	10,04	7,22	9,29	4,35	1373	zima	8,66	6,02	7,48	3,65
4457	ljeto	8,35	5,74	7,58	4,35	1137	ljeto	7,84	5,37	7,19	3,65
9135	godina	9,22	6,50	8,45	4,35	2510	godina	7,98	5,74	7,35	3,65
	1970						1970				
6295	zima	9,77	7,14	8,99	2,45	2006	zima	7,52	5,14	6,91	3,10
5997	ljeto	8,69	5,93	7,94	2,45	1560	ljeto	8,69	6,17	8,19	3,10
12292	godina	9,25	6,54	8,47	2,45	3566	godina	8,02	5,87	7,46	3,10
Prosječ. vrijed.						Prosj. vrijed.					
	zima	10,14	7,47	9,42	4,00		zima	8,71	6,24	8,05	4,35
	ljeto	8,81	6,14	8,08	4,00		ljeto	8,59	6,44	8,01	4,35
	godina	9,49	6,82	8,77	4,00		godina	8,65	6,33	8,03	4,35

Usvajajući kao ispravan i pravedan ekonomski princip, da troškovi idu na teret onih okolnosti, koje su dotične troškove prouzrokovale, slijedi, da svi troškovi, koji su nametnuti opskrbi potrošača, uslijed loše hidrološke karakteristike sušne godine, treba da idu u cijelosti na teret takove godine. Činjenica, što će te dopunske termoelektrane stajati izgrađene i u srednjim hidrološkim godinama nije dovoljna da uvjetuje prevaljivanje njihovih troškova izgradnje na te godine, jer te elektrane ostaju u takovim godinama nekorištene. Prema ovom principu provedena je valorizacija u trećoj varijanti.

Prva varijanta uvrštena je u studiju samo radi usporedbe, da se upozori na do sada uobičajeno primjenjivan princip valorizacije sušnih godina.

Druga varijanta osniva se na apstraktnoj pretpostavci da postoje samo sušne ili samo srednje godine, da se tako dođe do iznalaženja vrijednosnih odnosa godina raznog hidrološkog karaktera. Ova je varijanta samo teoretske prirode i može jedino da ukaže na ispravnost treće varijante.

Hidrološki karakter vodotoka Jugoslavije kao cjeline i vodotoka u Hrvatskoj je takav, da odnos vrijednosti srednje prema sušnoj godini dolazi za Hrvatsku sa 1 : 1,46 u trećoj varijanti manje do izražaja prema onome za Jugoslaviju od 1 : 1,67.

Analiza rezultata valorizacije prema karakteru dobave

Kod valorizacije energije osigurane i prigodne dobave, za energetske odnose ovom studijom predviđenog konzuma, vrijednost energije prigodne dobave identična je s troškom rada u termoelektranama. Smatralo se je za potrebe ove studije dovoljnim računati sa prosječnim godišnjim troškovima rada. Vrijednosti za energiju osigurane dobave odgovaraju onima proračunima za predviđene potrebe konzuma, a iskazanim u tablicama 4 i 5.

Opći osvrt na rezultate valorizacije

Za ocjenu prednjih zaključaka potrebno je naglasiti da su oni posljedica s jedne strane pretpostavljenih potreba i energetskih karakteristika konzuma (vidi dijagrame potražnje sl. 1), a s druge strane oni su i odraz odabranog redoslijeda izgradnje novih hidroenergetskih baza i u njima instaliranih snaga.

Kod drugačije ocijenjenih potreba i konzumnih karakteristika, te drugog plana stavljanja u pogon novih elektrana, zaključci bi mogli da budu i drugačiji nego što su oni ove metode. Može se međutim sa dovoljno sigurnosti utvrditi, da se značajnijih odstupanja od metodom dobivenih rezultata ne bi moglo očekivati ni kod drugačije odabrane energetske osnove, koja uvažuje vjerojatne potrebe konzuma u stanovitom vremenskom razdoblju.

Primjena drugih metoda energetskog bilanciranja mogla bi da dade druge količinske odnose između hidrauličke i termičke energije u sušnoj i srednjoj godini, a prema tome i u promatranom vremenskom periodu. Nije međutim vjerojatno, da bi u tom slučaju rezultati o vrijednosti električne energije za odabrane kategorije pretrpjeli kakove značajnije promjene.

Naslov pisca: Ing. Božidar Filipović, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.

TERMOELEKTRANE U INDUSTRIJI NR HRVATSKE

Jakob Lucati, Zdenko Selanec, Zagreb

Daje se pregled postrojenja industrijskih termoelektrana NRH sa tehničkim i ekonomskim karakteristikama, iz kojeg se može dobiti uvid u današnje stanje i aktuelnu problematiku.

DK 621.311.22:338

Značenje industrijskih termoelektrana mijenjalo se u toku vremena u ovisnosti o stepenu mogućnosti opskrbe industrije tuđom energijom. Industrija NRH prošla je u toku svog razvitka sve faze od potpune emancipacije do današnje, koja je obilježena sve većim usklađenjem proizvodnje sa konzumom u javnom elektroprivrednom sistemu. Nova industrijska poduzeća se orijentiraju na tuđe snabdijevanje, a vlastito snabdijevanje u načelu sve više gubi na ekonomskoj opravdanosti.

Međutim, uslijed poznatih kritičnih hidroloških perioda nastaju povremeni manjkovi električne energije u sistemu, koji dovode do ograničenja pa i prekida u snabdijevanju, što je bio razlog da su mnogobrojna poduzeća ulagala sredstva u nabave malih centrala ili samo pojedinih agregata u cilju osiguranja potrebnim minimumom, a prema stepenu potrebnog obezbjeđenja ili visini štete koja nastaje ispadom.

Kao važan faktor u samostalnom snabdijevanju poduzeća je nadalje težnja za korištenjem prednosti protutlačnih i oduzimnih strojeva u cilju ekonomične proizvodnje električne i toplinske energije, tamo gdje za to postoje povoljni uvjeti. Prema takovom toku razvoja toplinsko-energetska oprema industrijskih termoelektrana i energana predstavlja masu raznovrsnih strojeva, koje želimo ovdje analizirati sa stanovišta savremenosti, trošnosti i ekonomičnosti.

Rentabilitet industrijskih termoelektrana je često vrlo problematičan, kako s obzirom na prekomjerno trošenje goriva, tako i s obzirom na proizvodnu cijenu prema ekonomskim instrumentima koji danas važe, a u odnosu na cijenu energije iz javnog elektroprivrednog sistema. Ovo nameće niz problema koje nije moguće riješiti bez dublje individualne analize.

Pokušat ćemo dati prikaz glavnina termoelektrana u industriji, s osnovnim tehničkim i ekonomskim karakteristikama, sa stanjem na koncu godine 1957.

Osnovni pregled strojeva za mehaničku energiju

Tablica 1

Snaga stroja	Ukupno komada	Ukupno instal. KS	Toplinski strojevi		Vodne turbine	
			kom	KS	kom	KS
do 50 KS	661	11269	650	10980	11	289
preko 50 KS	347	39790	345	39285	2	505
Ukupno	*1008*	*51059*	*995*	*50265*	*13*	*794*

Osnovni pregled strojeva za električnu energiju

Tablica 2

Snaga stroja	Ukupno komada	Ukupno instal. kW	Toplinski strojevi		Vodne turbine		Električni generatori	
			kom	kW	kom	kW	kom	kW
do 50 kW	126	3482	117	3349	9	133	136	3420
preko 50 kW	270	110153	256	105623	14	4530	255	133286

Vrste strojeva (mehanička energija)

Tablica 3

Vrste strojeva	Ukupno		do 50 KS		preko 50 KS	
	kom	KS	kom	KS	kom	KS
Parne turbine	19	5010	7	76	12	4934
Parni klipni strojevi	238	8481	202	2145	36	6336
Lokomobili	69	4636	36	961	33	3675
Motori s unutarnjim sagorijevanjem	669	32138	405	7798	264	24340
Vodne turbine	13	794	11	289	2	505
Ukupno	*1008*	*51059*	*661*	*11269*	*347*	*39790*

U NRH postoji velik broj industrijskih poduzeća, koja za pogon upotrebljavaju primarne pokretače za proizvodnju mehaničke energije, uglavnom malih snaga, ali u vrlo velikom broju. U okviru ovog članka, međutim, nije moguće detaljnije ih obuhvatiti, pa ćemo se ograničiti samo na iznošenje glavnih statističkih podataka.

Sastav postrojenja

Osnovni sastav strojeva dan je u tablici 1 za proizvodnju mehaničke energije i u tablici 2 za proizvodnju električne energije.

Kako iz tablice 1 slijedi udio strojeva do 50 KS je po broju relativno velik, te predstavlja oko 61% od ukupnog broja, dok po snazi samo oko 22% od ukupne instalirane snage.

Tablica 2 pokazuje da je u elektranama učešće malih jedinica oko 32% od ukupnog broja, ali samo oko 3% od ukupne instalirane snage strojeva.

Vrste strojeva za proizvodnju mehaničke energije u industriji vide se iz tablice 3, a proizvodnju električne energije iz tablice 4.

Vrste strojeva (električna energija)

Tablica 4

Vrste strojeva	Ukupno		do 50 kW		preko 50 kW	
	kom	kW	kom	kW	kom	kW
Parne turbine	42	70991	1	45	41	70946
Parni klipni strojevi	67	10251	13	410	54	9841
Lokomobili	62	7952	7	222	55	7730
Motori s unutarnjim sagorijevanjem	202	19778	96	2672	106	17106
Vodne turbine	23	4663	9	133	14	4530
Ukupno	*396*	*113635*	*126*	*3482*	*270*	*110153*

Iz tablice 3 i 4 slijedi da su kod proizvodnje mehaničke energije zastupani strojevi s unutarnjim sagorijevanjem, sa oko 66% od ukupnog broja, parni klipni strojevi sa 23,5%, a lokomobili sa 7%, dok su naprotiv dosta slabo zastupane parne turbine sa oko 2% i vodne sa 1,5%.

RASPODJELA PREMA VRSTAMA I SNAGAMA STROJEVA U TERMOELEKTRANAMA INDUSTRIJE NR HRVATSKE

Tablica 5

Vrste strojeva	Snage kW	do 50	50 do 100	100 do 250	250 do 500	500 do 750	750 do 1000	1000 do 1500	1500 do 2000	2000 do 2500	2500 do 3000	3500 do 4000	6000 do 7000	9000 do 10000	Ukupno
Parne turbine	kom	1	1	3	2	4	6	12	4	3	2	2	1	1	42
	kW	45	96	640	670	2420	5320	16450	7350	7400	6000	8000	6600	10000	70991
Parni klipni strojevi	kom	13	12	30	10	2									67
	kW	410	960	4600	3061	1220									10251
Lokomobili	kom	7	26	23	5	1									62
	kW	222	2081	3364	1549	736									7952
Motori s unutarnjim sagorijevanjem	kom	96	47	45	12		1	1							202
	kW	2672	3523	7638	4028		850	1067							19778
Ukupno	kom	*117*	*86*	*101*	*29*	*7*	*7*	*13*	*4*	*3*	*2*	*2*	*1*	*1*	*373*
	kW	*3349*	*6660*	*16242*	*9300*	*4376*	*6170*	*17517*	*7350*	*7400*	*6000*	*8000*	*6600*	*10000*	*108972*

RASPODJELA PREMA VRSTAMA STROJEVA I GODINAMA GRADNJE

Tablica 6

Godina izgradnje	Ukupno		Parne turbine		Parni klipni strojevi		Lokomobili		Motori s unutarnjim sagorijevanjem	
	kom	kW	kom	kW	kom	kW	kom	kW	kom	kW
Nepoznato	16	1958	2	336	3	345	2	90	9	1187
do 1900.	9	1461	—	—	8	1358	1	103	—	—
od 1900. do 1910.	29	2737	—	—	9	1144	5	454	15	1139
od 1910. do 1920.	48	6930	—	—	20	3061	15	2361	13	1508
od 1920. do 1930.	80	16583	10	8210	19	2731	21	2621	30	3021
od 1930. do 1940.	75	36079	18	29545	6	1358	15	1910	36	3266
od 1940. do 1950.	94	30097	10	22100	2	254	3	413	79	7330
od 1950. do 1957.	22	13127	2	10800	—	—	—	—	20	2327
Ukupno	*373*	*108972*	*42*	*70991*	*67*	*10251*	*62*	*7952*	*202*	*19778*

Kod strojeva za proizvodnju električne energije po broju strojeva prevladavaju također motori s unutarnjim sagorijevanjem sa 51%, no po udjelu u snazi sa svega oko 17% ukupne snage. I ovdje kod agregata ispod 50 kW preko 75% ukupnog broja i ukupne snage otpada na motore s unutarnjim sagorijevanjem. Međutim, kod jedinica preko 50 kW, udio parnih turbina u ukupno instaliranoj snazi je daleko najveći i iznosi oko 64%.

Da se dobije što preglednija slika svih primarnih pokretača u našim industrijskim termoelektranama, dajemo u tablici 5 pregled tih strojeva prema vrstama i snagama.

Iz tablice 5 vidimo da su kod snaga do 500 kW pretežno zastupani motori s unutarnjim sagorijevanjem uz znatan udio klipnih parnih strojeva i lokomobila, dok je udio parnih turbina neznatan. U ovom se području kod snage 100 do 250 kW pojavljuje izraziti maksimum u ukupnoj instaliranoj snazi od preko 16 MW kod kojeg su najviše zastupani motori s unutarnjim sagorijevanjem.

U području snaga od 500 do 10.000 kW uglavnom služe parne turbine.

Starosna struktura strojeva industrijskih termoelektrana data je u tablici 6.

Tablica 6 prikazuje razvoj u gradnji primarnih strojeva, te njegov upliv na razvoj industrije i njenu težnju za emancipacijom u pogledu opskrbe električnom energijom.

Do godine 1920. prevladavaju uglavnom parni klipni strojevi i lokomobili manjih snaga, od 1920. dalje uvode se takozvane industrijske parne turbine srednjih snaga, dok ostalim parnim strojevima značaj naglo pada. Istovremeno nastaje porast motora s unutarnjim sagorijevanjem, uvođenjem mnogobrojnih malih jedinica, kao posljedica nedovoljne razvijenosti javne elektroprivrede, koja nije bila u stanju da garantira industriji dovoljno i neprekidno snabdijevanje.

Tablica 7 prikazuje snage strojeva u termoelektranama pojedinih grana industrije.

Iz tablice 7 vidimo da primarni strojevi za proizvodnju električne energije imaju prosječnu instaliranu snagu od 288 kW.

Nadalje da po broju i snazi strojeva preko 25% otpada na prehrambenu industriju.

Strojeve najvećih prosječnih snaga ima crna metalurgija i kemijska industrija. Ipak je potrebno naglasiti da i u nekim drugim granama ima izvjestan broj većih strojeva (kao na pr. grana 113, 115, 125, 127 i t. d.), ali s obzirom na velik broj malih u tim granama, ukupna prosječna snaga je prilično niska.

U daljnjem tekstu dajemo strukturu industrijskih termoelektrana po broju, vrstama i snagama (vidi tablicu 8).

Kako se vidi iz tablice 8 u mnogobrojnim elektranama sa po jednim strojem nalaze se uglavnom male jedinice, i to pretežno motori s unutarnjim sagorijevanjem. Kod elektrana sa 2, 3 ili 4 stroja oko 80% instalirane snage predstavljaju parne turbine.

Elektrane sa većim brojem strojeva su samo pojedinačno zastupane.

Najveći broj industrijskih elektrana nalazi se u kotaru Zagreb. To su uglavnom rezervne elektrane

RASPODJELA STROJEVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE PO GRANAMA INDUSTRIJE

Tablica 7

Grana industrije	Šifra	Broj strojeva komada	Ukupna snaga kW	Prosječna snaga kW	% od ukpnog	
					broja	snage (kW)
Proizvodnja i prerada uglja	112	20	3012	150	5,1	2,6
Proizvodnja i prerada nafte	113	29	7778	268	7,3	6,8
Crna metalurgija	114	3	6800	2267	0,8	6,0
Metalurgija obojenih metala	115	5	3137	634	1,3	3,2
Proizvodnja i prerada nemetalnih ruda	116	30	11962	379	7,6	10,5
Industrija i prerada metala	117	23	8042	350	5,8	7,0
Brodogradnja	118	20	4535	227	5,1	4,0
Elektroindustrija	119	5	305	61	1,3	0,3
Kemijska industrija	120	8	17173	2147	2,0	15,0
Industrija građ. materijala	121	17	2049	120	4,3	1,8
Drvna industrija	122	66	10260	155	16,7	9,0
Industrija papira	123	9	4985	554	2,3	4,4
Tekstilna industrija	124	35	3534	244	8,9	7,5
Industrija kože i obuće	125	11	6966	633	2,3	6,1
Industrija gume	126	—	—	—	—	—
Prehrambena industrija	127	112	17772	159	28,4	15,5
Grafička industrija	128	2	230	115	0,5	0,2
Industrija duhana	129	1	95	95	0,3	0,1
Filmska industrija	130	—	—	—	—	—
Ukupno		*396*	*113635*	*288*	*100,0*	*100,0*

s motorima s unutarnjim sagorijevanjem, klipnim strojevima i lokomobilima, te sa 3 parne turbine.

Industrijske elektrane većih snaga nalaze se u kotarevima: Split, Sisak, Vinkovci, Osijek. U ova četiri kotara nalaze se elektrane koje predstavljaju preko 55% instalirane snage svih industrijskih elektrana NRH, dok po broju strojeva svega oko 25%.

Dajemo kratak prikaz sastava parnih kotlova industrijskih elektrana.

Iz dosadašnjeg prikaza slijedi da je najjače zastupana para kao nosilac topline u industrijskim termoelektranama NRH. Na parna postrojenja otpada oko 90% ukupne instalirane snage, odnosno oko 96% ukupne proizvodnje električne energije.

Karakteristike kotlova industrijskih elektrana dane su u tablici 9, 10 i 11.

Iz tablice 9 slijedi da su prosječne ogrjevne površine kotlova:

za turbine . . . . . 308 m²
za klipne strojeve . . . . 145 m²
za lokomobile . . . . . 55 m²

Iz tablice 10 slijedi da su prosječni pritisci kotlova:

za turbine . . . . . 25 atp
za parne strojeve . . . . . 11 atp
za lokomobile . . . . . 10 atp

Iz tablice 11 slijedi da su kod turbinskih postrojenja angažirani kosocijevni i strmocijevni kotlovi sa oko 88%, a radijacioni kotlovi sa oko 18%.

Svi ostali kotlovi su uglavnom dimovodni.

Proizvodnja električne energije

U industrijskim termoelektranama proizvedene su godine 1957. količine električne energije prema tablici 12.

Ako usporedimo proizvodnju javnih i industrijskih termoelektrana NRH u godini 1957. vidimo:

Proizvodnja električne energije javnih termoelektrana iznosila je 209.615 MWh
Proizvodnja električne energije industrijskih termoelektrana iznosila je 229.303 MWh.

Slijedi da su u ukupnoj proizvodnji termoenergije u NRH godine 1957. učestvovale:

javne elektrane sa 48%
industrijske elektrane sa . . . 52%.

U pokrivanju ukupne potrošnje električne energije u NRH (termo i hidro-energija) sudjelovale su:

javne termoelektrane sa oko 14%
industrijske termoelektrane sa oko . . 15%.

Vidimo da u NRH industrijske termoelektrane predstavljaju velikog proizvođača električne energije, kao i velikog potrošača raznovrsnog goriva.

Potrošnja goriva

Za proizvodnju električne energije u naprijed opisanim postrojenjima troše se znatne količine goriva. Da se dobije što bolji pregled utroška goriva svrstali smo goriva u tri osnovne grupe.

U tablici 13 navedena su goriva koja su tokom godine 1957. utrošena za proizvodnju električne energije u industrijskim termoelektranama. (Ogrjevno drvo kao gorivo nije evidentirano, pošto se troši u malim količinama, i to za potpaljivanje).

Na tablici 13 vidimo da se radi o relativno velikim količinama topline koje, preračunate u uslovni domaći mrki ugljen (4.000 kcal), predstavljaju količinu od oko 320.000 t/god.

Struktura utrošenog goriva je za energetske prilike u NRH vrlo nepovoljna, i to s razloga što je relativno visoko zastupan kvalitetni mrki ugalj i to sa 38%, koji ekonomski nije opravdano gorivo za NRH. Nadalje vidimo da je lignit sa svega 16% dosta nisko zastupan. Ova disproporcija u odnosu mrkog ugljа i lignita dolazi u industrijskim termoelektranama još nepovoljnije do izražaja nego što je to slučaj u javnim termoelektranama NRH i u općoj industrijskoj potrošnji NRH.

Na drugoj strani možemo konstatirati da udio otpadnih toplinskih izvora, u visini od oko 27% ukupno utrošene topline nije velik, jer u NRH postoje još znatne mogućnosti korištenja ovih izvora.

Specifični potrošak topline

Za određivanje specifičnog potroška topline bilo je potrebno razmotriti karakteristike ekonomičnosti po vrstama primarnih strojeva i individualno unutar svake vrste.

Rezultati obračuna potroška topline dani su u tablici 14.

Iz tablice 14 vidimo da u 1957. godini 52% proizvedene električne energije u turbinskim industrijskim termoelektranama otpada na elektrane s kondenzacionim turbinama, na oduzimne 45%, a na protutlačne svega oko 3%.

Ova struktura proizvodnje električne energije pokazuje da naše industrijske termoelektrane ne mogu zadovoljiti principe ekonomije pod današnjim uslovima rada, kao i to da u odnosu na javne elektrane ne pružaju očekivane ekonomske prednosti.

Vidimo da kondenzacione turbine imaju specifičan potrošak oko 5.600 kcal/kWh, što je iznad prosjeka javnih termoelektrana u NRH.

Elektrane sa oduzimnim strojevima sa oko 4.850 kcal/kWh su povoljnije, ali još uvijek daleko iznad potrošaka koji se mogu postići sa ovakovim strojevima. Konačno protutlačni strojevi sa oko 3.100 kcal/kWh, premda još uvijek iznad prosjeka koji se može postići ovakovim strojevima, predstavljaju povoljan i relativno nizak potrošak topline. Nažalost ove turbine učestvuju sa svega 3% u ukupnoj proizvodnji električne energije.

Na ovaj način, kod ovako nepovoljne strukture, dobili smo kao rezultat specifični potrošak turbinskih industrijskih termoelektrana 5.200 kcal/kWh.

RASPODJELA PREMA BROJU I VRSTI STROJEVA Tablica 8

Broj strojeva u TE	Broj TE	Ukupno strojeva	Ukupno instalirano kW	Vrste strojeva u TE: Parne turbine		Parni klipni strojevi		Lokomobili		Motori s unut. sagor.	
				kom	kW	kom	kW	kom	kW	kom	kW
1	131	131	19511	4	3170	25	3215	20	2450	82	10676
2	48	96	39309	19	31271	23	2714	16	2470	38	2854
3	24	72	30665	11	23600	10	2383	9	1148	42	3534
4	9	36	16345	7	12600	7	1349	8	1101	14	1295
5	1	5	1705	1	350	2	590			2	765
6	1	6	240							6	240
9	1	9	783					9	783		
18	1	18	414							18	414
Ukupno	*216*	*373*	*108972*	*42*	*70991*	*67*	*10251*	*62*	*7952*	*202*	*19778*

PREGLED VELIČINE KOTLOVA RAZVRSTANIH PREMA VRSTAMA STROJEVA KOJE SNABDIJEVAJU PAROM Tablica 9

Veličine ogrjevnih površina kotlova	Vrste strojeva: parne turbine		parni klipni strojevi		lokomobili		Ukupno	
	kom	og. povr. m³	kom	ogr. povr. m²	kom	ogr. povr. m²	kom	ogr. povr. m²
od 20 do 50 m²	—	—	5	168	39	1425	44	1593
od 50 do 100 m²	—	—	33	2700	17	1220	50	3920
od 100 do 200 m²	14	2535	32	4330	6	784	52	7649
od 200 do 300 m²	17	4377	23	5852	—	—	40	10229
od 300 do 500 m²	12	4200	2	680	—	—	14	4880
preko 500 m²	8	4570	—	—	—	—	8	4570
Ukupno	*51*	*15862*	*95*	*13730*	*62*	*3429*	*208*	*32841*
Prosječna ogrjevna površina	308		145		55		158	

PREGLED PRITISKA PARE KOTLOVA RAZVRSTAN PREMA VRSTAMA STROJEVA Tablica 10

Veličina pritiska pare	Vrsta strojeva: parne turbine		parni klipni strojevi		lokomobili		Ukupno	
	kom	ogr. povr. m²	kom	ogr. povr. m²	kom	ogr. povr. m²	kom	ogr. povr. m²
do 10 atp	—	—	34	4862	12	711	46	5573
od 10 do 15 atp	13	2571	58	8235	50	2718	121	13524
od 15 do 20 atp	4	2270	1	283	—	—	5	2553
od 20 do 25 atp	11	3105	2	350	—	—	13	3455
od 25 do 30 atp	7	1906	—	—	—	—	7	1906
od 30 do 35 atp	7	2085	—	—	—	—	7	2085
od 35 do 40 atp	5	1860	—	—	—	—	5	1860
od 40 do 45 atp	4	1885	—	—	—	—	4	1885
Ukupno	*51*	*15682*	*95*	*13730*	*62*	*3429*	*208*	*32841*
Prosječni pritisak atp	25		11		10		14	

PREGLED VRSTA KOTLOVA RAZVRSTANIH PREMA VRSTAMA STROJEVA KOJE NAPAJAJU PAROM Tablica 11

Vrste kotlova	Vrste strojeva: parne turbine		parni klipni strojevi		lokomobili		Ukupno	
	kom	ogr. povr. m²	kom	ogr. povr. m²	kom	ogr. povr. m²	kom	ogr. povr. m²
1. Stojeći cilindrični kotlovi	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Kotlovi s dimnim cijevima, plamenicom	—	—	40	5550	—	—	40	5050
3. Kombinirani kotlovi		—	11	1189	—	—	11	1189
4. Lokomobilski polustabilni kotlovi	—	—	16	1247	62	3429	78	4676
5. Kosocijevni kotlovi vodocijevni	28	7575	25	4852	—	—	53	12427
6. Strmocijevni kotlovi vodocijevni	17	5246	3	892	—	—	20	6138
7. Radijacioni kotlovi vodocijevni	—	2861	—	—	—	—	6	2861
Ukupno	*51*	*15682*	*95*	*13730*	*62*	*3429*	*208*	*32841*

PREGLED PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Tablica 12

Vrsta strojeva u elektrani	Proizvedeno MWh	%
Parne turbine	198847	86,8
Parni klipni strojevi	16295	7,1
Lokomobili	5167	2,2
Motori s unutar. sagorij.	8994	3,9
Ukupno	*229303*	*100,0*

PREGLED POTROŠNJE GORIVA Tablica 13

Vrsta goriva	Jed.	Količina	kcal. 10^6	% od sveukupno kcal
a) Osnovna goriva				
Kameni ugalj	t	11828	79247,6	6,2
Mrki ugalj	t	121370	485480,0	38,0
Lignit	t	80416	201040,0	15,8
Ulje za loženje	t	13381	133810,0	10,5
Tekuće gorivo*	t	1122	11220,0	0,9
Metan	$Nm^3.10^3$	1720	13760,0	1,1
Ukupno a)			*924557,6*	*72,5*
b) Otpadna goriva				
Drveni otpaci	t	37458	131103,0	10,3
V. peć. plin	$Nm^3.10^6$	110	105600,0	8,3
Pozder	t	9260	27780,0	2,2
Ukupno b)			264483,0	20,8
c) Opadne topline	kcal.10^6	*85000*	*85000,0*	*6,7*
Sveukupno			*1274040,6*	*100,0*

* benzin, nafta

Rezultati navedeni u tablici 14 ne daju potpuno uvid u pravo stanje ekonomije tih elektrana. Naime, u NRH je registrirano 216 industrijskih termoelektrana, među kojima ima mali broj velikih, a naročito velik broj malih snaga. Ako izdvojimo 5 najvećih industrijskih termoelektrana (Jugovinil, Željezara Sisak, Rafinerija Sisak, Kombinat Borovo i Tvornica za pamučnu industriju Duga Resa), koje su u 1957. godini proizvele 58% ukupne proizvedene električne energije svih industrijskih termoelektrana NRH, dobit ćemo drugu sliku ekonomije za ostalih 211 industrijskih termoelektrana, koje učestvuju u proizvodnji električne energije sa 42%. kako se to vidi iz tablice 15.

Iz tablice 15 vidimo upliv mnogobrojnih malih, velikim dijelom, zastarjelih elektrana, koji se nepovoljno odražava na specifični potrošak.

Ako ovaj potrošak usporedimo sa prosječnim potroškom javnih termoelektrana vidimo da su industrijske termoelektrane u velikoj većini ekonomski nepovoljne. Njihovo postojanje i rad može se opravdati jedino težnjom za neovisnošću o javnom elektroprivrednom sistemu, što je bilo opravdano u periodu nedovoljne razvijenosti naše elektroprivrede. Međutim, razvojem naše elektroprivrede sve više otpada ekonomska opravdanost rada naročito kondenzacionih industrijskih elektrana, tako da će trebati perspektivno izvršiti selekciju po pogonskom i ekonomskom kriteriju.

Režimi rada industrijskih termoelektrana

Da se dobije uvid u režim rada pojedinih vrsti industrijskih elektrana, izrađen je detaljan pregled elektrana koje su stalno, i onih koje su povremeno u pogonu, te prikazan na tablici 16.

SPECIFIČNI POTROŠAK TOPLINE Tablica 14

	Proizvodnja MWh	Potrošnja topline kcal. 10^6	Specifični potrošak kcal/kWh
1) Parne turbine			
— kondenzacione	103771	580009,1	5600
— s oduzimanjem	88652	430253,0	4850
— protutlačne	6424	19900,0	3100
Ukupno par. turbine	*198847*	*1030162,1*	*5200*
2) Klipni parni strojevi			
— kondenzacioni	4883	46582,0	9550
— protutlačni	11412	103885,0	9050
Ukupno parni klipni strojevi	*16295*	*150467,0*	*9200*
3) Lokomobili	5167	53.884,0	10400
Ukupno 1 + 2 + 3	*220309*	*1234513,1*	*5600*
4) Motori s unutarnjim sagorijevanjem	8994	39527,5	4400
Sveukupno 1 + 2 + 3 + 4	*229303*	*1274040,6*	*5580*

SPECIFIČNI POTROŠAK TOPLINE ZA 211 ELEKTRANA

Tablica 15

	Proizvodnja MWh	Potrošnja topline kcal. 10^6	Specifični potrošak kcal/kWh
1) Parne turbine			
— kondenzacione	24540	185009,1	7550
— s oduzimanjem	34157	188253,0	5500
— protutlačne	6424	19900,0	3100
Ukupno par. turbine	65121	393162,1	6040
2) Klipni parni strojevi			
— kondenzacioni	4883	46582,0	9550
— s oduzimanjem	11412	103885,0	9050
Ukupno parni klipni strojevi	16295	150467,0	9200
3) Lokomobili	5167	53884,0	10400
Ukupno 1 + 2 + 3	*86583*	*597513,1*	*6900*
4) Motori s unutarnjim sagorijevanjem	8994	39527,5	4400
Sveukupno 1 + 2 + 3 + 4	*95577*	*637040,6*	*6670*

PREGLED ELEKTRANA PREMA REŽIMU RADA Tablica 16

Vrste strojeva	Broj strojeva	% od ukupnog broja	Instalirano kW	% od ukupnog kW	Proizvedeno MWh	% od ukupne proizvodnje
Stalno u pogonu						
Parne turbine	32	76,2	61956	87,2	196833	99,0
Parni klipni strojevi	31	46,3	6301	61,5	11593	71,2
Lokomobili	38	61,3	4335	54,5	5082	98,5
Motori s unutarnjim sagorijevanjem	33	15,3	3793	19,3	6995	77,8
Ukupno	*134*	*36,0*	*76385*	*70,1*	*220503*	*96,2*
Povremeno u pogonu						
Parne turbine	10	23,8	9035	12,8	2014	1,0
Parni klipni strojevi	36	53,8	3950	38,5	4702	28,8
Lokomobili	24	38,7	3617	45,5	85	1,5
Motori s unutarnjim sagorijevanjem	169	83,7	15985	80,7	1999	22,2
Ukupno	*239*	*64,0*	*32587*	*29,9*	*8800*	*3,8*
Sveukupno	*373*	*100,0*	*108972*	*100,0*	*229303*	*100,0*

Iz tablice 16 slijedi da je od ukupnog broja strojeva 36% u stalnom, a 64% u povremenom pogonu. Međutim, u stalnom pogonu se nalazi oko 70% instaliranih snaga s kojima se proizvodi 96% električne energije industrijskih termoelektrana NRH.

Ovi podaci pokazuju da se proizvodnja električne energije u industrijskim termoelektranama NRH vrši u stalnom pogonu pretežno s malim brojem velikih jedinica, dok veliki broj malih jedinica služi kao rezerva, te se povremeno stavljaju u pogon.

Ova konstatacija pokazuje da će u budućem razvoju elektroenergetskog sistema NRH nužno otpasti veliki broj postrojenja, jer će postati suvišni. Ovo se naročito odnosi na znatan broj kondenzacionih parnih turbina, parnih klipnih strojeva, a naročito strojeva s unutarnjim sagorijevanjem od kojih preko 80% predstavljaju rezervne strojeve.

Osvrt

Razmatrajući problematiku industrijskih termoelektrana, kako po njihovom sastavu, tako i po ulozi u našem privrednom sistemu dolazimo do zaključka da individualne koristi pojedinih poduzeća, u velikom broju slučajeva, idu na štetu opće privrede, ako se na taj problem gleda isključivo po kriteriju energetske ekonomije. Međutim, za sada ne možemo na ovaj problem da gledamo samo s ovog aspekta, već treba cijeniti i postojeće rezerve, koje predstavljaju vrijednost kapaciteta koji u datom momentu sprečavaju ili ublažuju štete koje nastaju prekidom snabdijevanja iz javne mreže.

Činjenica je da se elektroprivreda u našoj zemlji, kako po kapacitetu, tako i po proizvodnji uspješno razvijala nakon Oslobođenja, te da su postignuti veliki uspjesi, kao i to da se novi izvori električne energije grade i uključuju u sistem. Isto tako je činjenica da tempo porasta konzuma nije još potpuno usklađen sa tempom uključenja novih izvora, tako da i danas nisu potpuno uklonjeni razlozi za vlastito snabdijevanje industrije, ali su utvrđene osnove i perspektive na temelju kojih možemo realno ocijeniti današnje i buduće značenje industrijskih termoelektrana, i ulogu koju im treba namijeniti.

Literatura

Lucati-Selanec: Ekonomija topline u industrijskim termoelektranama NRH. Institut za elektroprivredu, 1958.
Lucati: Sastav parnih kotlova NRH. Institut za elektroprivredu, 1957.

Naslovi pisaca: Ing. Jakob Lucati, Ing. Zdenko Selanec, Institut za elektroprivredu u Zagrebu, Ulica proleterskih brigada 37.

NEKA ISKUSTVA U POGONU MREŽA 110 kV

Nusret Beširević, Fuad Cerić, Mirko Skulić, Ferida Spahić, Jovo Mandić, svi iz Sarajeva, Nikola Plavšić i Dragan Maksimović, Beograd.

Na prošlom zasjedanju Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE, 1958., bili su izneseni referati o iskustvima s izgrađenom mrežom 110 kV u Bosni i Hercegovini te u Srbiji. Ovdje se daje izvod iz ovih referata i poziva se pogonsko osoblje iz poduzeća da daje svoja mišljenja i dopune.

DK 621.311.1.004

ISKUSTVA S VODOVIMA

Nusret Beširević, Fuad Cerić, Sarajevo

Na teritoriju NR B i H sada je izgrađeno DV 110 kV 1.210 km, od čega je do sada u pogonu pod naponom 110 kV 1.187 km, računajući dvostruke vodove kao dva voda.

Od toga je izgrađeno dvostrukih vodova 219 km i to 61 km na armirano-betonskim i 158 km na čelično-rešetkastim stupovima. Ostali vodovi su jednostruki, izgrađeni pretežno sa tipom stupa jednostruka jela i djelomično sa portalnim, armirano-betonskim stupovima (524 km) i čelično-rešetkastim stupovima (187 km). Djelomično su neki vodovi izgrađeni na drvenim portalima (38 km).

Od gore navedenih vodova jedan je vod izgrađen u dužini 125 km na dvostrukim čelično-rešetkastim stupovima od bešavnih cijevi sa prednapregnutim dijagonalama od okruglog čelika. Oblik stupova je »Y« sa mogućnošću pregradnje na jedan sistem napona 220 kV. Zatim je izgrađen vod u dužini 40,3 km na napon 220 kV, koji privremeno radi pod naponom 110 kV.

Najveći dio vodova sa armirano-betonskim i drvenim stupovima ima za vodiče bakarno uže presjeka 120 i 150 mm², a manji dio 95 mm² i zemno uže osim na drvenjacima Fe 70 presjeka 50 mm² (osim na jednom vodu gdje je presjek 35 mm²).

Na čelično-rešetkastim stupovima za vodiče je uglavnom upotrebljeno alučel uže presjeka 240 mm², osim na jednom vodu, koji je manjim dijelom na željeznim, a većim dijelom na betonskim stupovima, gdje je upotrebljen presjek 210 mm². Na vodu građenom za napon 220 kV presjek alučel užeta je 400 mm². Omjer aluminijskog plašta i čelične jezgre kod svih užeta je 6 : 1.

Presjek 150 mm² ugrađen je samo na jednom vodu koji još nije u pogonu.

Ovjesni materijal je mahom domaće proizvodnje tipa »Hofman«, osim na vodovima 220 kV, za koje je ovjesni materijal nabavljen iz uvoza.

Svi ugrađeni izolatori su strane proizvodnje, osim na jednom vodu na kojem su ugrađeni izolatori domaće proizvodnje bijelo glazirani.

Izgradnja mreže 110 kV započela je 1947. Nekoliko godina su vodovi radili pod naponom 35 kV, a prvi su pušteni pod napon 110 kV tek godine 1954.

Iz gornjih podataka se vidi da je najveći dio mreže 110 kV izgrađen sa armirano-betonskim stupovima i bakarnim vodičima. Faza izgradnje mreže 110 kV na ovoj vrsti stupova i djelomično na drvenim portalima nije ovisila o najpovoljnijim ekonomskim i tehničkim rješenjima, gledano sa aspekta svjetskog tržišta, nego je bilo diktirano općom privrednom situacijom naše zemlje u tom periodu, a uslijed nedostatka čelika. Taj period izgradnje je trajao do godine 1954., kada je tržište moglo pružiti dovoljne količine čeličnih profila, te se i izgradnja mreže preorijentirala na čelično-rešetkaste stupove. Istodobno dolazi i do upotrebe alučel užeta za vodiče jer je potrošnja bakra bila ograničena.

Preorijentiranje izgradnje na čelično-rešetkaste stupove uslijedilo je dijelom i zbog lošeg iskustva sa armirano-betonskim stupovima, koji su mahom, naročito u prvim godinama izgradnje, radi nedovoljnog iskustva i slabe opremljenosti izvođačkih preduzeća, bili loše izvedeni. Posljedice loše izvedbe su bila česta oštećenja i havarije, a njihovo otklanjanje predstavljalo je prilične tehničke teškoće i zahtijevalo velike troškove.

Posljednji vodovi građeni sa betonskim stupovima predstavljali su veliki napredak kako u kvalitetu tako i u ekonomskom pogledu, što je posljedica stečenog iskustva i boljeg tehničkog nadzora. Međutim, i pored poboljšanja kvaliteta armirano-betonski stup u daljnjoj fazi izgradnje u našim prilikama izgubio je utakmicu sa čelično-rešetkastim stupovima i iz ekonomskih razloga. Čelično-rešetkasti stup se pokazao ekonomičniji na većini naših terena. U tom razdoblju izgradnje mreže izgrađen je samo jedan vod na armirano-betonskim stupovima i to djelomično.

Tehničke mane, u odnosu na čelično-rešetkaste stupove, kod armirano-betonskih stupova, pokazale su se slijedeće:

1. Kompletna izrada stupa vrši se na terenu. S time u vezi pojavljuje se teškoća izrade visokih stupova, a posebno na terenima izloženim vjetru (ukrućenje oplate, skele i t. d.). Potpuna ovisnost trajanja vodova i kvaliteta o vremenskim prilikama i to neposredno i posredno. Neposredno ovisi sama gradnja, a posredno kvalitet građ. materijala (vlaga, visoke ili niske temperature i sl.).

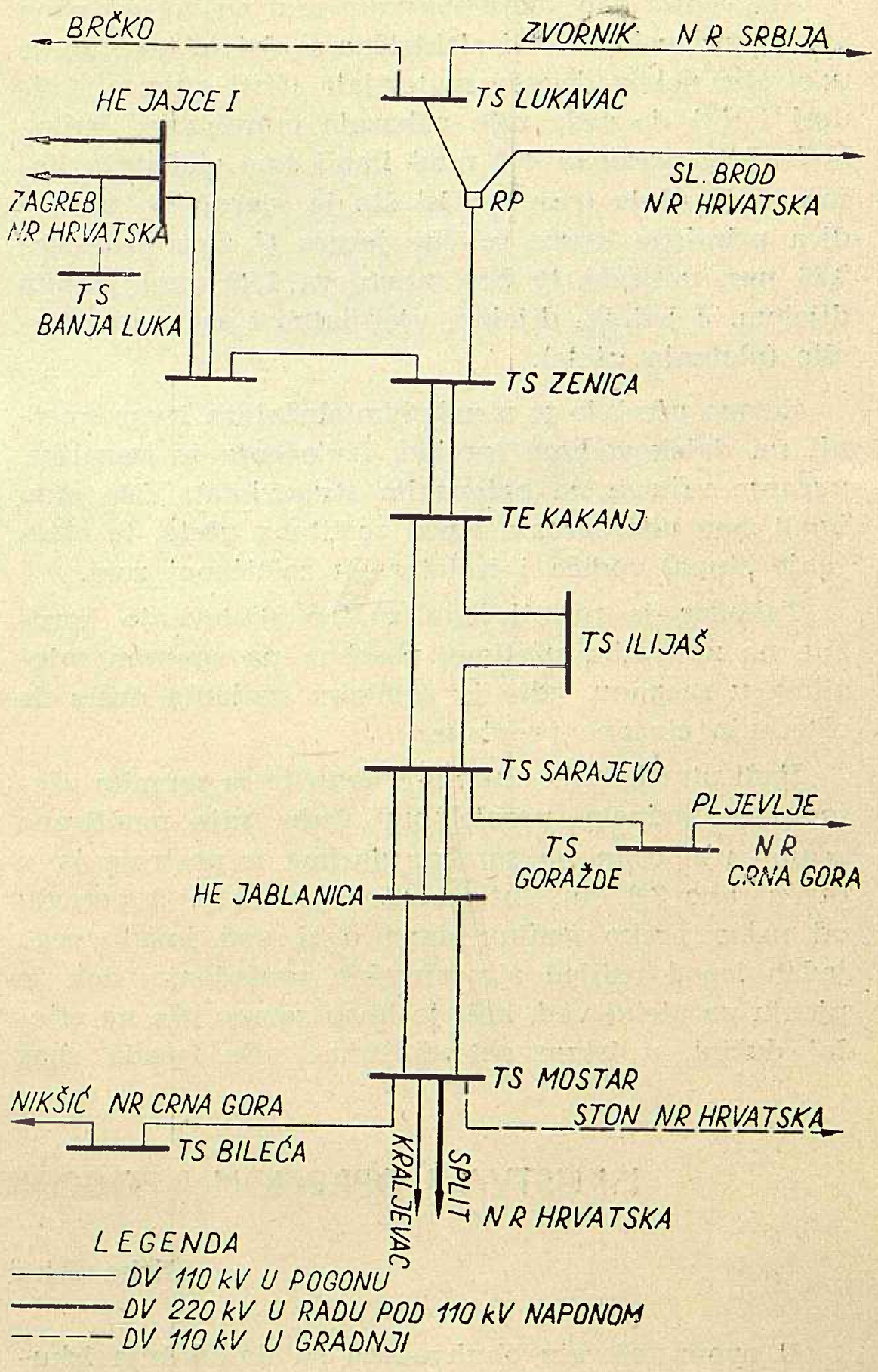
2. Teškoće kod postizanja projektom predviđenog oblika i kvaliteta, te točnih mjera, što otežava kasniju montažu ili zahtijeva dorade.

3. Smanjena efikasnost kontrole kvaliteta.

4. Teškoće obezbjeđenja dobrih spojeva sa uzemljivačem, što se kasnije nepovoljno održava u pogonu.

5. Teški i skoro nemogući popravci kod težih oštećenja te je često neizbježna potpuna zamjena stupa.

Iskustvo sa čelično-rešetkastim stupovima, iako kraćeg perioda od onog sa betonskim stupovima (prvi vod sa čelično-rešetkastim stupovima izgrađen je godine 1954.), opravdalo je očekivanja, kako u pogledu veće stabilnosti, tako i u pogledu lakšeg održavanja. Svakako loša strana ovih stupova je nedovoljno riješen problem zaštite od korozije i to u pogledu trajnosti zaštitnih premaza. Kao sredstvo za zaštitu primjenjivan je obični olovni minij sa dva premaza i uljana boja također sa dva premaza. U pogledu trajnosti i kvaliteta premaza nije se uspjelo postići zadovoljavajuće rezultate, bar ne u tolikoj mjeri, da stoje u ekonomski povoljnom odnosu sa gubitkom na prijenosu energije uslijed obustavljanja prijenosa radi održavanja zaštite.



Sl. 1. Shema mreže 110 kV NR BiH

Razlog za nepovoljne rezultate proizlazi dijelom zbog relativno kratke trajnosti samog načina zaštite, a dijelom i zbog njene primjene pod nepovoljnim vremenskim uslovima.

Zaštita konstrukcije stupova izvedenih od bešavnih cijevi je riješena na taj način, da su unutarnje površine manjih profila (horizontalni štapovi) prevučene bitumenskom masom, dok je kod većih profila cijevi (pojasnici) zaštita od korozije predviđena hermetičkim zatvaranjem cijevi bez ikakvog premaza. Ovaj način zaštite ne smatramo rješenjem. Još nemamo nikakvih rezultata, koji bi pokazali efikasnost ovakve zaštite. Vanjske površine cijevi zaštićene su na ranije spomenut način.

Kod projektiranja vodova sa čelično-rešetkastim stupovima, u težnji za smanjenjem količine materijala primjenjivan je relativno velik broj tipova stupova na jednom objektu, što nije uvijek davalo pozitivne rezultate u pogledu visine troškova i trajanja gradnje. U nekoliko navrata se je broj tipova stupova na jednom objektu reducirao u toku proizvodnje stupova odnosno izgradnje voda, jer se pokazalo, da je ekonomičnije graditi sa manjim brojem različitih stupova, makar i utrošak materijala bio nešto veći.

Alučel uže kao vodič pokazalo je u našim uslovima sva dobra mehanička i električna svojstva, tako da se upotreba nekog drugog materijala (čisti aluminij, aldrej i dr.) do sada nije pokazala potrebnom. Jedino kod užeta presjeka 400 mm² imali smo slučajeva deformacije užeta (rasplitanje) što je vjerojatno posljedica primjene kruće čelične jezgre (7 žica promjera 3,28 mm umjesto 19 žica promjera 1,96 mm) jednim dijelom, a jednim dijelom vjerojatno i same fabrikacije (pletenje užeta).

Zemno uže bilo je u nekoliko slučajeva izvor smetnji na dalekovodima (prekid, izvlačenje iz stezaljke, pucanje vrhova na betonskim stupovima). Više puta imali smo udar groma ispod zaštitnog užeta, te oštećenje stupa, vodiča i izolatora u zaštićenoj zoni.

Također je primijećeno znatno djelovanje korozije na zaštitnim užetima, posebno na spojnim mjestima u rasponu, gdje je prilikom spajanja došlo do oštećenja cinčane prevlake.

Radi utvrđivanja efikasnosti zaštite sa zemnim užetom na jednom paralelnom vodu nije montirano zemno uže osim na samim ulazima u postrojenja u dužini oko 3,0 km. Interesantno je, da je u periodu od nešto preko godinu dana ovaj vod imao svega jedan ispad uslijed atmosferskih pražnjenja, dok je njemu paralelni vod, koji je imao zemno uže na cijeloj dužini, u istom periodu imao više ispada zbog atmosferskih pražnjenja. Prelazni otpori uzemljenja stupova na oba dalekovoda su dobri.

U drugom slučaju na jednom dalekovodu u krševitom terenu sa vrlo visokim prelaznim otporima uzemljenja stupova, koji je dvije godine radio bez zemnog užeta, postavljanjem zemnog užeta uveliko se smanjio broj ispada i oštećenja izolatora.

Izolacija voda sa 6 odnosno 7 K-3 članaka pokazala se dovoljnom. Izolatori domaće proizvodnje (Novi Sad) dali su u pogonu također dobre rezultate i u mehaničkom i u električkom pogledu. Zanimljivo je, da je vod opremljen domaćom izolacijom imao najmanje oštećenja na izolatorima. Poseban problem izolacije pojavio se na dalekovodu, koji prolazi u blizini komunikacije, kojom se vrši transport boksita. Na izolatorima ovog voda pojavljuju se vrlo često oštećenja izolacije nastala zbog slijeganja boksitne prašine na izolatorima. Ovaj problem do danas nije uspješno riješen.

Kako je ranije navedeno na našim vodovima upotrebljavan je domaći i strani ovjesni i spojni materijal raznog tipa. Pokazalo se, da je od svih upotrebljavanih vrsta ovjesnog i spojnog materijala u pogledu mehaničkih svojstava najpovoljniji onaj sa kompresionim stezaljkama i spojnicama. Domaći materijal je pokazao i mehanički prilično slaba svojstva (pucanje stezaljki), a naročito u pogledu kvaliteta pocinčanja. Spajanje sa zareznim spojnicama pokazalo se je, naročito kod alučeličnih užeta, mehanički slabo. Laboratorijska ispitivanja ovih spojeva također su pokazala, da ni jedna trećina spojeva ne može izdržati računska opterećenja.

Kod uzemljenja stupova smo imali dva problema. Jedan je bio postizanje dovoljno niskih otpora uzemljenja u kraškim područjima, a drugi trajnost uzemljivača. Kao materijal za uzemljivač upotrebljavali smo normalno čeličnu pocinčanu traku 40 × 3 mm.

U novije vrijeme upotrebljavamo okrugle presjeke, koji su se pokazali trajnijim.

ISKUSTVA S OPREMOM I POGONOM TRANSFORMATORSKIH STANICA

Mirko Skulić, Sarajevo

U ovom referatu obuhvaćena su dosadašnja iskustva sa 110/35 kV TS u NR BiH, koje se nalaze u sastavu preduzeća »Elektroprenos« Sarajevo: TS Sarajevo, Mostar, Zenica, Lukavac, Goražde, Jajce, Bileća i Banja Luka. Pored ovih transformatorskih stanica izgrađena su ova 110 kV razvodna postrojenja: TS 110/30 kV Ilijaš u sastavu Željezare Ilijaš, razvodna postrojenja 110 kV u sastavu HE Jablanica, HE Jajce I i TE Kakanj.

TS 110/35 kV Sarajevo, Mostar, Zenica, Jajce i Goražde stavljene su pod napon 110 kV u 1954. godini, dok su TS Mostar i Lukavac stavljene pod napon 110 kV godine 1955., a TS Bileća i Banja Luka godine 1957.

Izbor lokacije

Kod izbora lokacije TS težilo se da objekti ovakve vrste budu udaljeni od grada, zbog toga u pogonu imamo velikih poteškoća oko održavanja TS, a naročito TS Lukavac, Zenica i Mostar. TS Lukavac udaljena je od glavnog potrošačkog konzuma cca 25 km, tako da se već sada osjeća velika poteškoća kod distribucije električne energije preko 35 kV DV radi velike udaljenosti TS 110/35 kV od potrošačkih konzuma. TS Lukavac izgrađena je sa druge strane rijeke Spreče, preko koje ne postoji nikakav solidan most za prijevoz teže opreme. Sva teža oprema (transformatori snage, kabeli 35 kV i sl.) može se transportirati u TS samo preko ljeta i to u vremenu od 1—2 mjeseca, kada je vodostaj rijeke naročito povoljan. Ovakva nepovoljna lokacija uslovljava vrlo velike teškoće kod održavanja postrojenja i velike financijske izdatke koji su se mogli izbjeći da se lokacija ispravno odredila, za što postoje i postojali su svi uslovi.

TS Zenica udaljena je svega 7 km od samoga mjesta Zenice. Najveća poteškoća je u tome što je ova TS smještena u predjelu Zenice koji je po svojoj konfiguraciji terena najnepovoljniji u pogledu kretanja otpadnih plinova industrije u Zenici tako, da imamo vječitu borbu protiv korodiranja postrojenja koje je neobično izrazito u ovoj TS. S druge pak strane DV 110 kV prema Doboju prelazi u blizini TS kroz kanjon, kojim se kreću plinovi, a koji je naročito izložen vrlo jakim maglama kao i sama TS tako da smo prisiljeni da pristupimo jačanju izolacije, kako bi otklonili dosadašnja loša iskustva i smanjili broj ispadanja na najmanju mjeru.

TS Mostar udaljena je od grada cca 6 km. Naročito težak problem predstavlja pitanje raspleta 110 i 35 kV DV. Posebna poteškoća pojavit će se kod izgradnje 220 kV mreže. Mostar će po svemu sudeći imati TS 220 kV. TS 220 kV nalazit će se na sasvim suprotnom dijelu grada od sadašnje TS 110 kV (rastojanje cca 20 km), jer ne postoji mogućnost da se kod sadašnje TS 110 kV izgradi i postrojenje 220 kV.

U blizini Sarajeva nalaze se dvije TS 110 kV koje su skoro podjednako udaljene od grada (cca 20 km), a to su TS Sarajevo i TS Ilijaš. Pogodnim izborom lokacije mogle su se izbjeći dvije TS i sa jednom TS riješiti pitanje napajanja električnom energijom ovog bazena najmanje još za 10 godina unaprijed.

Projektiranje

Obzirom da se radi o prvim TS napona 110 kV u NR B i H svakako da je nedostajalo projektantima iskustva u projektiranju ovakovih objekata. Prema tome ne smijemo biti suviše strogi u ocjenjivanju pojedinih propusta, koji su se ispoljili kod projektiranja, a koje su u izvjesnoj mjeri diktirala treća lica (PAZ, investitor i sl.)

a) Građevinski dio

Najveći propust projektiranja naših TS u pogledu građevinskog dijela je nepredviđanje izgradnje montažnih tornjeva. Nijedna naša TS danas nema montažnih tornjeva, jedino će se u TS Banja Luka (koja je u izgradnji) uskoro izgraditi montažni toranj. Ako imamo u vidu ranije iznijete poteškoće oko lokacije TS Lukavac onda nam je sasvim jasno, koliko se poteškoća javlja kod proboja transformatora snage u ovoj TS, što nam se već jednom i desilo. U ovoj TS bili smo prisiljeni da transformator snage popravljamo na licu mjesta pod najtežim vremenskim okolnostima i da oslobodimo tvornicu od svake garancije poslije popravka, ma da su popravku prisustvovala 2 stručnjaka tvornice »ACEC«.

Izbor betonskih centrifugiranih stupova od strane projektanta ispravno je riješen. Međutim kvalitet ovih stupova i redovna pojava pukotina na njima, koje će vjerojatno u bliskoj budućnosti zahtijevati njihovu zamjenu, opravdava da ubuduće izbjegavamo njihovu upotrebu na razvodnim postrojenjima 110 i 220 kV.

VF prostorije su skoro već sada malene po prostoru i ubuduće treba posvetiti veću pažnju njihovu projektiranju.

Loše iskustvo sa ravnim krovovima na našim zgradama u razvodnim postrojenjima (prokišnjavanje i sl.) dovodi nas do zaključka da ih ubuduće izbjegavamo, te da je daleko povoljnija upotreba krovova drugih tipova.

Izgradnja niša za transformatore snage prouzrokuje loše hlađenje transformatora i bespotrebne građevinske radove.

Jame za transformatorsko ulje nisu opravdale svoju potrebu izgradnje. S njima imamo sasvim loše iskustvo tako, da su uglavnom redovno pune vode i začepljene, te smatramo da bi ubuduće trebalo izgrađivati samo odvodne kanale za transformatorsko ulje.

Veličina kabelskih kanala u našim razvodnim postrojenjima je predimenzionirana i treba težiti ekonomičnijem projektiranju.

Smještaj priručnih magazina u zgradama 35 kV treba ubuduće izbjegavati, jer je magazin uvijek izvor požara. Požar u HE Jablanica dovodi nas do zaključka da sve magazine treba udaljiti od razvodnog postrojenja i izgraditi u sklopu pomoćnih zgrada (portirnica, garaža i sl.).

Projekti transformatorskih stanica treba ubuduće da predviđaju posebne magazine za ulje i benzin koje treba graditi po propisima o požarskoj službi. Ovakvi magazini nisu bili kod nas obuhvaćeni kod prvobitnog projektiranja.

Udaljenost TS od naselja bezuslovno nameće potrebu projektiranja i izgradnje pogonskih stambenih zgrada u širem krugu TS, jer ne može se zamisliti uredno održavanje TS i DV bez osoblja koje stanuje na TS ukoliko se želi efikasno intervenirati u otklanjaju zastoja i njihovom smanjenju na najmanju moguću mjeru.

b) Elektromašinski dio

Za spojna polja u našim TS upotrebljavana su dva 110 kV polja. Ovo je svakako, da se tako izrazim, najčistije rješenje, međutim nije najekonomičnije. Spojna polja u TS Mostar, Zenica, Lukavac, Sarajevo kasnije su rekonstruirana ili će se rekonstruirati tako, da od dva polja 110 kV možemo dobiti spojno i jedno DV polje. Ovakvo rješenje je ekonomičnije, a sa pogonske strane ne predstavlja nikakve poteškoće.

Nijedna od osam TS nema mjernih polja. Ukazuje se potreba da se na onim mjestima gdje imamo tri paralelna DV (slučaj DV Sarajevo — Jablanica) ugradi po jedan naponski mjerni transformator na kraju sabirnica (bez posebnog mjernog polja — samo izgraditi temelje za ove transformatore na kraju sabirnica) zbog pravilnog vezivanja tropolnih uključivanja (kontrola napona).

Skoro svi naši DV 110 kV imaju zemno uže, međutim zemno uže se završava na prvom stupu kod TS. Učinjena je griješka što zemno uže nije prebačeno preko postrojenja 110 kV, nego je ostalo »otvoreno«. Također projekti nisu svugdje predviđali povezivanje uzemljenja TS sa uzemljenjem DV. Ove nedostatke nastojimo da otklonimo, međutim problem zaštite 110 kV postrojenja zemnim užetom zahtijeva daleko veća dodatna financijska sredstva (izgradnja

novih stupova), nego da je to učinjeno kod prvobitne izgradnje razvodnog postrojenja (povećanje visine postojećih stupova). Pošto u vrijeme izgradnje 110 kV mreže Jugoslavije nije riješeno pitanje uzemljenja nulte točke, to je izbor opreme uglavnom učinjen kao da će nulta točka biti uzemljena preko Petersenova svitka. Međutim kasniji izbor krutog uzemljenja nametnuo je dosta problema postojećoj opremi u pogonu. Katodni odvodnici 110 kV naručeni su za gašenu mrežu. Prekidači su svi naručeni sa zajedničkom komandom za sva tri pola. Danas u našim TS imamo prekidače tvornice »Siemens« i »Delle«.

To je veoma nepovoljno u pogledu primjene tehnike ponovnih uključivanja, koja je neminovna kod kruto uzemljene mreže. Tako na pr. svi ovi prekidači mogu se upotrijebiti za tropolna ponovna uključivanja, a njihova prepravka na jednopolna ponovna uključivanja je nerentabilna ili zbog energetske situacije nemoguća. Štaviše prekidači »Delle« imaju veoma dugu vremensku »beznaponsku pauzu« (15″ kod njihove nominalne snage 1500 MVA) jer je izvedba komora za gašenje luka kod ovih prekidača starijeg datuma (komora bez segmenta za gašenje luka, drukčiji raspored kontaktnih dijelova nego kod komora predviđenih za kraće beznaponske pauze). Pod beznaponskom pauzom podrazumijevamo vrijeme između isključenja i ponovnog uključenja prekidača.

Strujni transformatori reda 110 kV dimenzionirani su bili prema prirodnoj snazi prijenosa, a ne prema termičkoj granici opterećenja DV tako, da je potrebno otvoriti »uska grla« prijenosa koji se pojavljuju baš zbog lošeg izbora primarne struje strujnih transformatora.

Projekti su predviđali za zaštitu od prenapona u postrojenju tri katodna odvodnika u svakom polju 110 kV, dok u trafo-polju nisu bili predviđeni katodni odvodnici. Iskustva upućuju na postavljanje katodnih odvodnika u trafo-poljima, a na izbacivanje katodnih odvodnika iz dalekovodnih polja.

Projekti su predviđali postavljanje osigurača komandnih ormarića naponskih i mjernih strujnih transformatora ispod samih transformatora unutar zaštitne ograde polja, što je stvaralo velike poteškoće pogonu oko izmjene pregorenih osigurača i u krajnjoj liniji njihovo nepropisno postavljanje, tako da je kasnije trebalo izvršiti izvjesne rekonstrukcije (staviti ovo sve van ograde) i izbjeći nepotrebne poteškoće.

Projektom je bilo predviđeno postavljanje nekih kompresora i rezervoara za zrak u postrojenjima 110 kV (TS Sarajevo—Zenica) tako da je dolazilo uslijed niskih vanjskih temperatura do otkazivanja rada kompresora u pogonu. Kasnije je izvršena rekonstrukcija te su svi kompresori smješteni u zgradu 35 kV. Na taj način su otklonjeni raniji nedostaci i pogoni su bili daleko sigurniji.

Petersenovi svici za uzemljenje nule transformatora 35 kV nisu odabrani ispravno kako u pogledu veličine, tako i u pogledu pogodne regulacije. Danas je općejugoslavenski problem pitanje kompenzacije 35 kV mreže kako po veličini svitaka, tako i po broju, a naročito u pogledu izbora opsega regulacije. Ovaj akutni problem traži što skorije rješenje. Loše iskustvo sa kabelskim dalekovodnim izvodima u pogledu zaštite od nadnapona zahtijeva, da se oni u svim mogućim slučajevima izbjegnu i da se predvide zračni izvodi. TS Lukavac predviđa kabelske izvode 35 kV, koji će uskoro biti priključeni. Svakako će to stvoriti kasnije izvjesne poteškoće u pogonu. Teško je i skupo sada rekonstruirati zgradu 35 kV, koja je već izgrađena sa predviđenim kabelskim izvodima.

Za VF veze predviđene su bile dvotalasne prigušnice zato što ih je radila domaća industrija.

U većim VF čvorištima imamo slučajeva, da na jednom DV imamo više ovih prigušnica, koje su poredane jedna ispod druge. Treba ubuduće projektirati i jednu VF prigušnicu za sve talase, jer je iskustvo pokazalo da sada treba da postojeće dvotalasne zamijenimo jednom svetalasnom. Daleko je ekonomičnija jedna svetalasna prigušnica od više dvotalasnih, a u pogonu je također podesnija jedna svetalasna od više dvotalasnih, naročito kada dođe do mijenjanja ili prepravke VF uređaja.

Projektom je bila predviđena zaštita nekih 110 kV DV prekostrujnom usmjerenom zaštitom (DV Mostar—Nikšić, Sarajevo—Goražde). Ovakav izbor zaštite prouzrokuje neselektivan rad zaštita 110 kV sistema. Ovo je na vrijeme uočeno, te su svi DV 110 kV zaštićeni distantnim relejima. Također je još i danas veliki problem rada zaštita nepravilan izbor distantnih zaštita (RXAP) prema projektima. Naime nabavljene su distantne zaštite za normalne linije, umjesto za kratke linije, na potezu Zenica—Kakanj—Ilijaš—Sarajevo u TS Ilijaš, Kakanj i Zenica što ne odgovara s obzirom na dužine samih DV. Ovakve griješke nastale su najviše zbog toga što projektant nije kod projektiranja TS vodio računa o DV i što investitori nisu međusobno koordinirali rad. U krajnjoj liniji ovo je bila slabost organizacije elektroprivrede u to doba.

Nepredviđene nabavke perturbooscilografa, uređaja za lokalizaciju griješaka, uređaja za ponovna uključivanja i sl., a što se u pogonu pokazalo neophodnim i za što su potrebna relativno mala financijska sredstva, mogu se također pripisati nedostacima projekata.

Nepravilan izbor strujnih mjernih transformatora povukao je za sobom i nepravilan izbor registrirajućih i neregistrirajućih instrumenata, tako da imamo danas takvu situaciju na nekim DV u pogonu, da su skale MW veoma malene u pogledu opsega mjerenja i ne može se pratiti kretanje energije putem MW i MVar-metara, nego se pomoću satnih očitanja brojila ili u nekim slučajevima ampermetrima prati kretanje električne energije u sistemu.

Ako je već projektante i elektroprivredu pretekla 110 kV mreža u vrijeme izgradnje u pogledu proizvodnje i potrošnje te nastupile nepreviđene poteškoće uslijed nepravilno odabrane opreme, onda treba kod projektiranja 220 kV mreže koristiti ova iskustva koja su dragocjena.

Iskustva s opremom

Na temelju dosadašnjeg iskustva s opremom 110 kV, u ovom referatu namjeravamo da iznesemo naša zapažanja na glavnu opremu, kako bi dobili jasniju sliku o kvalitetu opreme i održavanju naših postrojenja.

Transformatori snage

U navedenih 8 postrojenja montirani su ovi transformatori snage 110/35 kV:

5 komada po 10 MVA tvornice »Elin«
2 komada po 30 MVA tvornice »CGE«
1 komad po 10 MVA tvornice »Mareli«
1 komad po 10 MVA tvornice »Rade Končar«
2 komada po 16—20 MVA tvornice »ACEC«.

Svih 11 komada transformatora su regulacioni transformatori sa stepenastim sklopkama na primarnim stranama. Transformatori tvornice »Elin« su bez tercijarnog namotaja, dok svi ostali imaju tercijarni namotaj, bilo izveden ili neizveden preko provodnih izolatora na poklopac transformatora.

Opseg regulacije kod jednih je $\pm 8 \times 1{,}5\%$ dok je kod drugog $\pm 12 \times 1{,}33\%$.

Kod zamjene transformatora imamo posebnu poteškoću zbog nejednakih raspona točkova. Jedni imaju raspon normalnog kolosijeka a drugi 2000 mm. Teškoća se sastoji još i u tome što po uzanoj željeznici može da se prevozi jedino transformator tvornice »Elin« (do trafostanice Mostar, trafostanice Bileća i TS Goražde).

Svi transformatori su hlađeni pomoću ventilatora. Ranije smo rekli da izgrađene niše ne dozvoljavaju efikasno hlađenje te smo na nekim mjestima (TS Jajce, TS Mostar) prisiljeni da transformatore hladimo vodom montirajući provizorne priključke na vodovodnu mrežu. Naravno ovo činimo kod visokih okolnih temperatura i većih opterećenja. U ovim slučajevima posebnu pažnju posvećujemo održavanju transformatora i praćenju njegovog ponašanja u pogonu.

Tako gdje imamo dva transformatora u pogonu je jedan direktno uzemljen, a drugi preko katodnog odvodnika, radi smanjenja struje zemljospoja. Izuzetak čine transformatori bez tercijara, jer su svi direktno uzemljeni.

Do sada su nam u pogonu oštećena dva transformatora: »Elin« 10 MVA u TS Jajce i »ACEC« 16/20 MVA u TS Lukavac. Na transformatoru 10 MVA proboj je nastao na regulacionoj preklopci između spojeva, dok je transformator 16—20 MVA imao proboj na primarnoj strani između namotaja. Oba transformatora popravili su stručnjaci preduzeća »Elektroprenos«, Sarajevo, sa predstavnicima firmi — na licu mjesta u provizorno izgrađenim barakama! Popravci su vrlo dobro uspjeli, ali su vrlo riskantni pod ovakvim uslovima (bez montažnih tornjeva i sl.).

U pogonu je jako nezgodno što imamo sada pet vrsta transformatora, a uskoro ćemo imati šest, jer će ubrzo uslijediti isporuka poljskih transformatora. Naročita teškoća sastoji se u osiguravanju minimalne rezervne opreme za sve tipove. Što se tiče paralelnog rada transformatora i pored nekoordinacije između naručioca opreme, nemamo nikakvih problema zbog više tipova transformatora sa različitim karakteristikama. Treba težiti ubuduće unifikaciji transformatora.

Prekidači 110 kV

U pogonu se sada nalaze ovi prekidači 110 kV:

14 komada tvornice »Siemens« tipa H 600
15 komada tvornice »Delle« tipa HPE
3 komada tvornice »Delle« tipa HPGE
2 komada tvornice »ČKD« tipa VEZL 630.

Kako je prije opisano svi prekidači, osim prekidača VEZL 630 i HPGE imaju zajedničke komande za tropolno ponovno uključivanje.

Prekidači VEZL 630 i HPGE predviđeni su za jednopolna ponovna uključivanja — svaki pol ima svoju komandu zasebno.

Do sada smo u pogonu imali samo dva kvara na prekidačima. Jedan kvar se desio na komandi prekidača »Delle« (HPE) a drugi na komandi prekidača »Siemens« (H 600) uslijed griješaka materijala. Također smo imali jedan kvar na prekidaču »Delle« (HPE) u TS Bileća. Uzrok ovoga kvara je niska okolna temperatura, a grijanje komande prekidača nije bilo efikasno.

Češki prekidači (VEZL 630) i prekidači »Delle« (HPGE) su nedavno stavljeni u pogon i s njima nemamo većih iskustava. S ostalim tipovima smo zadovoljni izuzev primjedbi o kojima je prije bilo riječi.

Svi spomenuti prekidači su malouljni.

Prekidači tvornice »Delle« imaju električnu komandu, dok češki i Siemensovi prekidači imaju komande pomoću komprimiranog zraka. Mišljenja smo, da je lakše i jednostavnije pogonu održavati prekidače s električnom komandom. To tim prije što ovi prekidači imaju veliku prednost da u slučajevima zatajivanja električne komande možemo njima ručno komandirati sa lica mjesta. Kompresorska instalacija zahtijeva kvalitetnije stručno osoblje, pa kada imamo na umu da u našim trafostanicama imamo uglavnom električare onda nam je jasno da oni sa više uspjeha mogu da otklanjaju kvarove na električnim komandama, negoli na pr. na samim kompresorskim dijelovima. Sa kompresorskim instalacijama imamo prilično poteškoća zbog loše kupljenih kompresora i reguliranja ventila, dok smo u početku pogona imali poteškoća oko otklanjanja montažnih griješaka (loši spojevi, smrzavanje vode u cijevima i t. d.)

Naponski mjerni transformatori

U pogonu se nalaze ovi transformatori:

54 komada tvornice »CDC«
3 komada tvornice »ČKD«
3 komada tvornice »Siemens«

Do danas smo u pogonu imali tri griješke na naponskim mjernim transformatorima. Dva naponska mjerna transformatora tvornice »CDC« (u TS Jajce i Goražde) probila su (eksplodirala) zbog prenapona, koji su došli sa dalekovoda u vrijeme vrlo loših atmosferskih prilika. U TS Jajce uništen je porculan transformatora, dok je jezgro sa namotajima ostalo zdravo. U TS Goražde oštećeni su svi dijelovi.

U TS Sarajevo kod prvog stavljanja u pogon ustanovljena je tvornička griješka na jednom naponskom mjernom transformatoru češke proizvodnje (prekid primarnog namotaja).

Zaštitnim iskrištima naponskih mjernih transformatora teško se regulira međusobno rastojanje i treba ubuduće kod narudžbi obratiti pažnju na ovo pitanje kao i na pitanje korodiranja iskrišta, što je redovna pojava na skoro svim iskrištima.

Strujni mjerni transformatori

Danas ih imamo u pogonu 99 komada i to:

18 komada čeških
3 komada »Siemens«
78 komada »Delle«.

Nismo imali niti jedan slučaj oštećenja u pogonu. Opće je mišljenje da bi zaptivači na strujnim i naponskim mjernim transformatorima trebali biti kvalitetniji, jer je na više mjesta dolazilo do curenja ulja zbog loših zaptivača. Ovo u pogonu pričinjava naročite poteškoće na mjestima gdje energetska situacija ne dozvoljava isključenja za duže periode.

Rastavljači (sabirnički i linijski) 110 kV

U pogonu se danas nalazi 79 komada rastavljača i to:

18 komada tvornice »Jambor«
25 komada tvornice »Delle«
36 komada tvornice »Siemens«.

Kako prekidači tako i rastavljači tvornice »Delle« isporučeni su za napon reda 150 kV sa četiri izolatora. Kasnije smo sa svih rastavljača skinuli po jedan izolator, što se u pogonu pokazalo sasvim ispravnim. Rastavljači tvornice »Delle« imaju električne pogone sa mogućnošću ručnog manipuliranja na licu mjesta, dok rastavljači »Siemens« i »Jambor« imaju pogone sa komprimiranim zrakom. Jedan dio rastavljača »Jambor« izrađen je i sa električnim pogonom tvornice »Delle«.

Do danas nismo imali nikakvih naročitih poteškoća u pogonu i na održavanju sva tri tipa rastavljača. Sa zadovoljstvom možemo konstatirati, da smo do danas sa rastavljačima domaće tvornice »Jambor« zadovoljni isto kao i sa ostalim uvoznim rastavljačima. Postoje neki sitni nedostaci, koji se na vrijeme otklanjaju zajedno sa tvornicom »Jambor«, a o kojima nije ni vrijedno govoriti u ovome referatu, jer se radi o detaljima.

Za pravilan rad u pogonu sva tri tipa rastavljača, treba posebnu pažnju obratiti urednom održavanju cilindara za zrak (skupljanje strugotina), regulacionih poluga (pomicanje vijaka) i kontaktnih dijelova (često podmazivanje). Kod rastavljača »Delle« loše su zaptiveni neki dijelovi električnog pogona, tako da imamo veće pojave korodiranja.

S obzirom na to, da u pogonu normalno kod svih daljinskih komandi rastavljača dežurni uklopničar treba da pogleda da li je stvarno rastavljač izvršio odgovarajuću radnju do kraja, mišljenja smo da dispozicija TS treba da omogući najpregledniji raspored rastavljača u pogonu. Na manjim razvodnim postrojenjima, bez daljnjeg bi mogli prići samo ručnim komandama rastavljača. Ovo je učinjeno u TS Bileći i s njime nemamo nikakvih poteškoća u pogonu.

Distantni releji

U 110 kV mreži NR B i H imamo danas u pogonu ove distantne releje:

26 komada tipa RXAP 31 tvornice »CDC«
3 komada L3xyaS tvornice »BBC«.

Releji »BBC« su u pogonu posljednju godinu dana, što je nedovoljno da bi mogli imati nekih iskustava s njima.

Sa relejima »CDC« imamo dosta dobrih iskustava. Loše strane ovih releja su ove:

1. Na TZU transformatorima regulacija je dosta gruba tako da se dalekovodi ne mogu u izvjesnim slučajevima selektivno štititi, naročito kada su odnosi preobražaja strujnih transformatora maleni, a dionice dalekovoda približno nejednake (na dionicu od 100 km nastavlja se dionica od 50 km.).

2. Relej RCX sklon je otkazivanju djelovanja uslijed kočenja vlastite osovine.

3. Signalizacija nije uvijek pouzdana.

4. Kontakta RMZ releja su ponekada nesigurni, te ih treba češće kontrolirati.

5. Regulacioni otpornici za podešavanje releja RMZ nepodesni su u pogonu zato što su im klizni kontakti skloni lomu i što je udešavanje otpornika pomoću kliznih kontakata vrlo teško izvesti, jer se udešavanja ne vrše kontinuirano od manjih k većim vrijednostima i obratno.

6. Pomoćni istosmjerni napon treba da je 110 V. Pošto su sve naše akubaterije predviđene za 220 V, to je potrebno izvesti poseban napon sa sredine baterije od 110 V, jer sniženje napona preko otpornika (potenciometarska veza) ispod samoga releja prouzrokuje nepotrebno visoku temperaturu, zatim nepotrebno pražnjenje baterije i korodiranje pojedinih dijelova u zaštiti zbog zagrijavanja ovih otpornika. Zbog toga smo u našim postrojenjima izbacili otpornike. Otpornici su s druge strane i nesigurni, jer njihovo pregaranje može izazvati otkazivanje rada zaštite, što nije isključeno s obzirom da su stalno uključeni u strujni krug.

Prednost ovih releja u odnosu na ostale tipove sastoji se u tome što su robustni i pristupačni za sve popravke. Ovo je vrlo važno u pogonu. Iskustva nam nalažu da svakih 6 mjeseci treba vršiti reviziju releja, tako da do danas nismo imali slučajeve »ljepljenja kontakta« kao što je bio slučaj u drugim republikama.

O »BBC« zaštitama možemo kazati, da imaju također nepouzdanu signalizaciju. Popravak pojedinih dijelova ove zaštite u slučaju kvara neuporedivo je teži i gotovo nemoguć u odnosu na popravak »CDC« releja od strane mjernih grupa.

Ponovno uključivanje

Na svim paralelnim dalekovodima 110 kV u NR B i H danas su montirani uređaji za tropolno uključivanje tipa RU 50 tvornice »Tela«. Do danas smo imali preko 20 djelovanja ovih releja. Iskustva sa ovim relejima do danas su zadovoljavajuća. Što je najvažnije, uz najminimalnija sredstva riješeno je pitanje tropolnih uključivanja u sklopu s prekidačima »Delle« (HPE), koji zahtijevaju duže beznaponske pauze. Na taj način prepravak prekidača nije potreban, a ukoliko se budemo oslobađali ovih tipova prekidača i opremljivali našu mrežu tipovima prekidača s manjim beznaponskim pauzama moći ćemo poste-

peno smanjivati vrijeme tropolnih ponovnih uključivanja. Na paralelnim vodovima dužina beznaponske pauze daleko je manje važna od beznaponske pauze jednostrukih vodova, jer ostali paralelni vodovi trenutno preuzimaju na sebe teret dalekovoda u kvaru tako, da potrošači i čitav sistem praktično ne osjete relativno kratkotrajan nedostatak u pogledu pogona dalekovoda na kome je nastupio prolazni zemljospoj.

Relej RU 50 može se primijeniti i u slučajevima petljaste mreže.

Na jednostrukim dalekovodima uvodimo upravo sada jednopolna ponovna uključivanja. Odabrali smo aparaturu tipa MT 21 francuske tvornice »ICE«. Sa jednopolnim uključivanjem nemamo još iskustava.

Vremena jednopolnih ponovnih uključivanja bit će udešena 5 sek.

Nepotrebno je ići na manja vremena. Postoji tendencija da se kod nas u Jugoslaviji na nekim dalekovodima ide na ultrabrza uključivanja. Uvođenje ultrabrzih ponovnih uključivanja je suviše skupa stvar i za naše prilike smatramo da je nepotrebna.

Koliko nam je poznato francuska elektroprivreda koja je daleko razvijenija od naše i koja ima daleko veća iskustva sa 110 i 220 kV mrežom odlučit će se na brza ponovna uključivanja i odustala je od ultrabrzih ponovnih uključivanja. Vrijeme jednopolnog ponovnog uključivanja u francuskoj mreži kreće se oko 12 sek.

ISKUSTVA SA ZAŠTITOM I UZEMLJENJEM

Ferida Spahić, Jovo Mandić, Sarajevo, Nikola Plavšić, Dragan Maksimović, Beograd

Stavljanjem pod napon dalekovoda 110 kV u Bosni godine 1954., pušteni su u rad istovremeno i prvi distantni releji. Zaštita je bila uglavnom izvedena distantnim relejima francuskog fabrikata. Sama montaža releja izvršena je uz pomoć francuskih stručnjaka, releji su podešeni i od tada je započeta kontrola i održavanje releja.

Mada je u početku obim 110 kV mreže bio mali, a također i mali broj montiranih releja, došlo je do 52 neispravna isključenja zaštita u toku godine 1955.

Na osnovu statističkih podataka dat je u donjoj tabeli pregled kvarova i isključenja za posljednje tri godine.

VRSTA KVAROVA na 110 kV DV	1955 ukupan broj puta	1955 ukupan broj %	1956 ukupan broj puta	1956 ukupan broj %	1957 ukupan broj puta	1957 ukupan broj %
I. 1. Monofazni zemljospoj	50	48,4	49	58,5	74	52,1
2. Dvofazni zemljospoj	13	12,6	7	8,3	22	15,5
3. Trofazni zemljospoj	3	2,9	5	5,9	13	9,2
4. Dvofazni kratki spojevi	13	12,6	8	9,6	9	6,3
5. Trofazni kratki spojevi	24	23,5	13	15,5	24	16,9
6. Nejasna isključenja	—	—	2	2,4	—	—
Ukupan broj kvarova	103	100	84	100	142	100
II. 1. Ispravan rad dist. releja	71	54,3	117	88,6	184	99,5
2. Neispravan rad dist. releja	52	39,6	15	11,4	1	0,5
3. Zatajile zaštite	8	6,1	—	—	—	—
Ukupan broj isklj. prekid.	131	100	132	100	185	100

Broj ispada dalekovoda po kilometru u navedenim godinama bio je:

Godina	1955	1956	1957
Svega km DV	450	579	1150
Broj ispada/km	0,229	0,145	0,123
Broj ispada/100 km .	22,9	14,5	12,3

Iz gornje tablice se vidi, da je broj kvarova po kilometru dalekovoda daleko iznad evropskog prosjeka. Ipak, broj ispada na 100 km smanjuje se iz godine u godinu zbog poboljšanja održavanja i stalne analize kvarova, koja se posljednjih godina vrši poslije svakog ispada, kao i zbog veće stručne spreme osoblja, koje održava releje. U toku pogona 110 kV mreže dolazile su do izražaja slabosti distantnih releja francuskog fabrikata. Navest ćemo neke od osnovnih poteškoća na koje smo naišli u toku eksploatacije distantnih releja:

Signalizacija kod releja je prilično nestalna. U to smo se uvjerili putem osciloperturbografa.

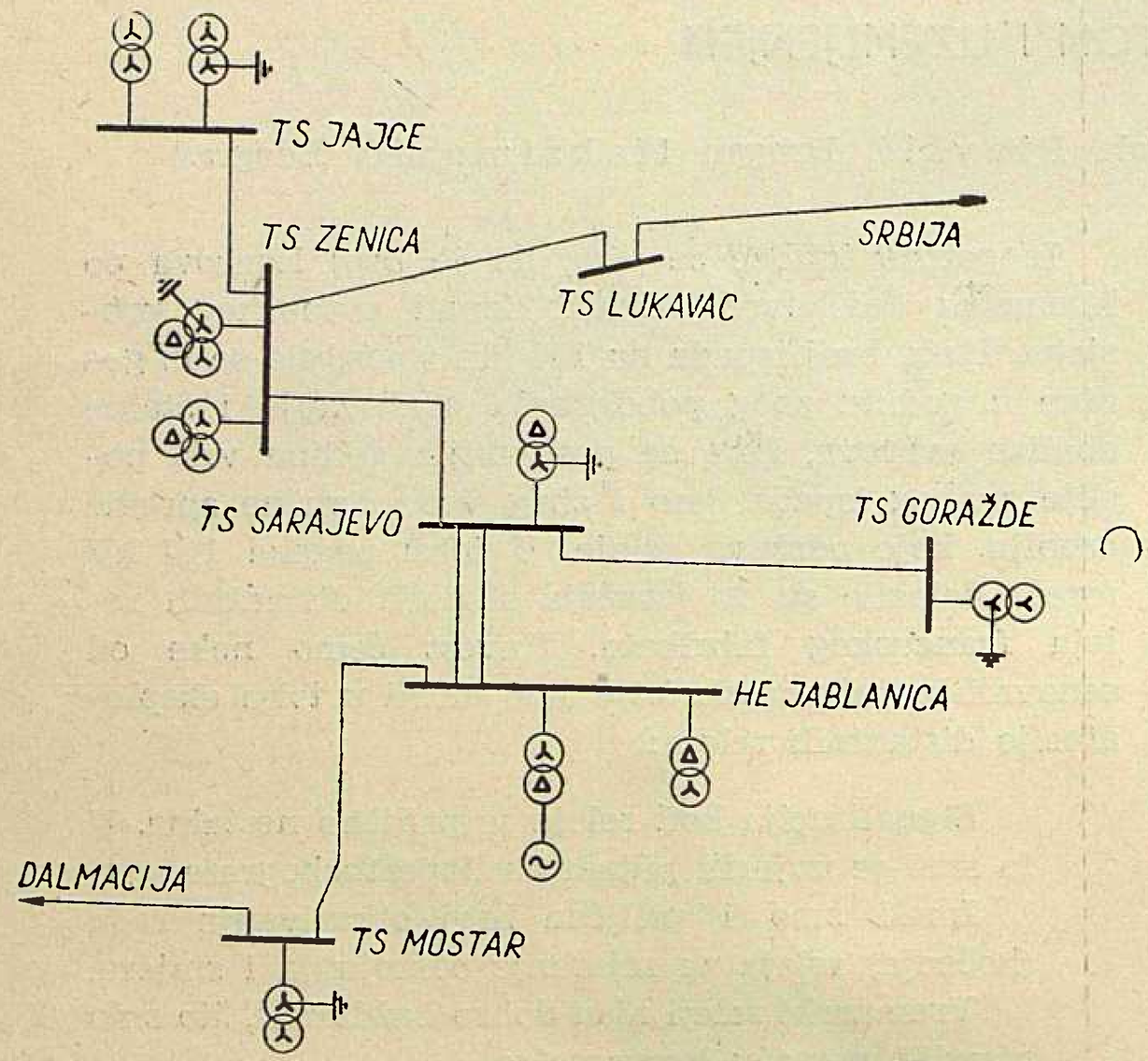
Imali smo i priličan broj otkazivanja rada (kočenja) releja za mjerenje odstojanja i smjera.

Vremenski releji nisu dobro baždareni, što smo utvrdili pomoću hronometra.

Kod stepenovanja releja najveće poteškoće pravili su uzbudni elementi i autotransformator za izbor dužine prvog i drugog stepena. Regulacija uzbude je moguća na dva načina: regulacionim otporima ili promjenom odstojanja međugvožđa. Prvi način je lakši, ukoliko postoji mogućnost za podešenje na samim otporima. Interesantno je zabilježiti, da se vrijednost uzbude u omima vremenom znatno mijenja. Prema tome vrlo je teško odrediti dokle će zahvatati kraj trećeg stepena, koji je vezan za uzbudnu vrijednost ovog releja. Da bi ilustrirali poteškoće, koje čini autotransformator za izbor dužine stepena, navedimo slijedeći primjer: ako se na jednu normalnu dionicu nastavlja iduća, koja je vrlo kratka, poteškoća nastaje u određivanju drugog stepena. Prema proračunu se uzima, da prvi stepen obuhvati 80—85% dionice, a drugi do 120%. Prema ovome se bira najbliži odcjep na autotransformatoru. Ako je račun pokazao, da se mora ići na prvi veći odcjep transformatora i ako pogledamo koliko stvarno s tim zahvatamo dionice, vidimo da smo već došli do sabirnica druge dionice. Ako se odlučimo na prvi manji odcjep, dolazimo do još nezgodnije situacije, to jest nismo

zaštitili ni osnovnu dionicu, nego smo već trećim stepenom pred sabirnicama idućeg postrojenja. Kako je treći stepen sigurnosni (rezervni) stepen, onda se ovako stepenovanje ne smije izvesti. U tim situacijama ostaje jedino stepenovati vrijeme drugog stepena. Ovakav primjer imali smo na potezu 110 kV Jablanica—Sarajevo—Ilijaš.

Promatrajući zapisnike o verificiranju distantnih releja, došli smo do zaključka, da karakteristike stepena samih releja daleko odstupaju od fabričkih podataka. »Koljena« vremensko-distantnih karakteristika releja čine u većini slučajeva poteškoće na prelaznim dijelovima stepena i to naročito onda, kada je dužina drugog stepena veoma ograničena.



Sl. 2. Shema uzemljenja transformatora i njihova sprega, I

Za izbjegavanje svih ovih poteškoća postoji više načina, ali vrlo mali broj može dati praktično rješenje: ugradnja pomoćnih međutransformatora je prilično nezgodna iz konstruktivnih razloga, prenosnog omjera i dodatne griješke. Ukoliko se strujni transformator 110 kV izabere prema graničnoj termičkoj struji dalekovoda, situacija bi se donekle popravila, ali bi takav visoki omjer strujnih transformatora negativno utjecao na prijenosnu griješku ostalih mjernih instrumenata (brojila, instrumenti za registriranje i t. d.). Pomoćni međutransformatori u releju sa više odcjepa znatno bi popravili situaciju. (Bolja regulacija).

Regulacija uzbudne impedancije kod uzemljenog releja pomoću otpornika je nedovoljna (mali opseg). Regulacija međugvožđa zahtijeva precizno udešavanje i dosta je nepouzdana te se vrši na samom terenu. Preporučuje se ovo udešavanje u laboratoriju.

I pored navedenih poteškoća, ovi releji su veoma praktični za održavanje, konstrukcija omogućuje laki popravak i laka je zamjena pojedinih elemenata.

Ostali releji u 110 kV mreži su švicarskog fabrikata, dok se u 35 kV mreži primjenjuju pojednostavnjeni distantni releji francuskog fabrikata. Mada su ovi releji u pogonu tek godinu dana, te s njima nemamo većeg iskustva (naročito sa relejima švicarskog fabrikata), ipak smo s njima uglavnom zadovoljni. Ovi releji u mnogome obećavaju, da ćemo imati daleko manje pogonskih poteškoća negoli sa relejima francuskog fabrikata (što nam je donekle pokazala ova godina njihovog održavanja).

Uzemljenje zvjezdišta 110 kV sistema u B i H

Kao što je poznato bilo je mnogo diskusija u toku 1953. i 1954. godine u pogledu uzemljenja 110 kV mreže. Preporuka stručnog savjeta bivšeg Ministarstva elektroprivrede — srpanj godine 1949. — da se sistem uzemlji putem Petersenove prigušnice nije u potpunosti sprovedena. Projektanti postrojenja projektirali su mrežu uzemljenja za priključak induktivnog svitka, i u tom je duhu naručivana i ostala oprema.

Kada je u B i H stavljen u pogon dio 110 kV mreže i ovaj problem postao veoma akutan, poduzeće »Elektroprenos« Sarajevo storniralo je ujesen godine 1953. nabavku Petersenki i kao novi investitor odlučilo, da se 110 kV mreža u B i H direktno uzemlji.

Postojeća 110 kV mreža bila je izvedena na ovaj način:

1. Uzemljenja stupova na dalekovodu bila su pretežno površinska, a neka izvedena i putem uzemljenih ploča. Materijal je bio pocinčana čelična traka 40 × 3 mm, čelično uže 50 mm², bakreno uže 50 mm² i pocinčane čelične ploče.

2. Veći dio dalekovoda imao je zemljovodno uže.

3. Izolacija je bila izvedena sa 6 članaka K-3 izolatora kod visećih lanaca.

4. Prelazni otpori uzemljivača bili su znatno iznad 15 oma (naročito u Hercegovini) i u nekim slučajevima dostizali 100 i više oma.

5. Učinski transformatori »ELIN« bili su nabavljeni u sprezi zvijezda-zvijezda bez tercijara (5 komada transformatora).

6. Katodni odvodnici su bili reda 110 kV, a za zvjezdište transformatora reda 90 kV.

7. Proračun utjecaja vodova visokog napona na PTT vodove vršen je pod pretpostavkom, da će se sistem uzemljiti putem induktivnih svitaka.

8. Uzemljenje u transformatorskim stanicama izvodilo se pocinčanom čeličnom trakom 40 × 3 mm i cijevnim uzemljivačima. Zaštitno i radno uzemljenje vezivalo se u jedno zajedničko uzemljenje, čiji proračun se također bazirao na pretpostavci primjene induktivnih svitaka.

Da bi se mreža prilagodila direktnom uzemljenju, provedene su neke dodatne mjere uz pomoć francuskih stručnjaka. Ove mjere su izvršene u proljeće godine 1954. od strane »Elektroprenosa« Sarajeva i to:

1. Izmjerene su vrijednosti nulte i direktne reaktancije na dalekovodima. Dobiveni odnos reaktancija $\left(\frac{x_0}{x_1}\right)$ bio je povoljan: za jednostruke vodove manji ili jednak 3, a za paralelne vodove 2,5 (u direktno uzemljenoj mreži dozvoljeno je maksimalno 3).

2. Snimane su karte ekvipotencijalnih krivulja u transformatorskim stanicama. Na staro izvedeno uzemljenje vezane su šine industrijskog kolosijeka na više mjesta i uzemljena vodovodna spojna cijev između trafostanice i stambene zgrade.

3. Zemljovodna užad dalekovoda vezana je za mrežu uzemljenja postrojenja.

4. Izrađen je proračun struje zemljospoja da bi se kontrolirao broj i mjesta uzemljenja, s obzirom na pravilan rad distantnih zaštita prilikom zemnog spoja.

Sa ovako dopunjenim uzemljenjima, u srpnju godine 1954. ulazimo u pogon sa sistemima krutog uzemljenja mreže. Na slici 2 prikazana je shema uzemljenja zvjezdišta trasformatora i sprege transformatora početkom 1956. godine.

Pogonsko osoblje je dalje pratilo rad mreže, analiziralo uzroke i posljedice, koje izaziva zemni spoj i t. d. Pošto nisu postojale sklopke i zaštitni uređaji za jednopolno ponovno uključenje, ipak smo prilikom analize pravili razliku u vrstama zemnog spoja: pod *prolaznim* zemnim spojem podrazumijevalo se isključenje dalekovoda od strane zaštite i ponovno ručno uključenje dalekovoda, pri čemu je dalekovod primio i ostao pod naponom. (Ponovno uključenje se vršilo ručno poslije 3 minute). *Trajni* zemni spoj smatrao se u tom slučaju, kada je dalekovod ponovno izbacio poslije ručnog uključenja.

Kako je broj kvarova sa zemnim spojem bio znatno iznad svjetskog prosjeka (70—80%), to se činio velik napor u analiziranju kvara, da bi se mreža što više poboljšala i prilagodila kruto uzemljenoj mreži. Tako je na dalekovodima u kršnom terenu Hercegovine (DV Mostar-Kraljevac) bila postavljena zemljovodna užad. Kako su uzemljivači — čelične ploče — potpuno korodirali i propali, zamijenili smo ih bakrenim užetom 50 mm² (u toku 1957. i 1958.)

Zbog velikog prelaznog otpora uzemljivača na dalekovodu Mostar—Jablanica postavili smo, pored bakrenog užeta 50 mm², dodatno zrakasto bakreno uže. Prelazni otpor uzemljenja nije se međutim znatnije poboljšao.

Kako su važnost mreže, sigurnost prijenosa i nova potrošnja sve više rasli i kako je mreža dobila više paralelnih vodova unutar republike i spojnih vodova sa drugim republikama, to se prišlo uvođenju automatike ponovnog uključenja, premještanju učinskih transformatora i uzemljenja njihovih zvjezdišta. Današnje stanje mreže prikazano je na slici 3.

Interesantno je vidjeti koje smo teškoće imali do danas uslijed struja zemljospoja kod direktno uzemljene mreže:

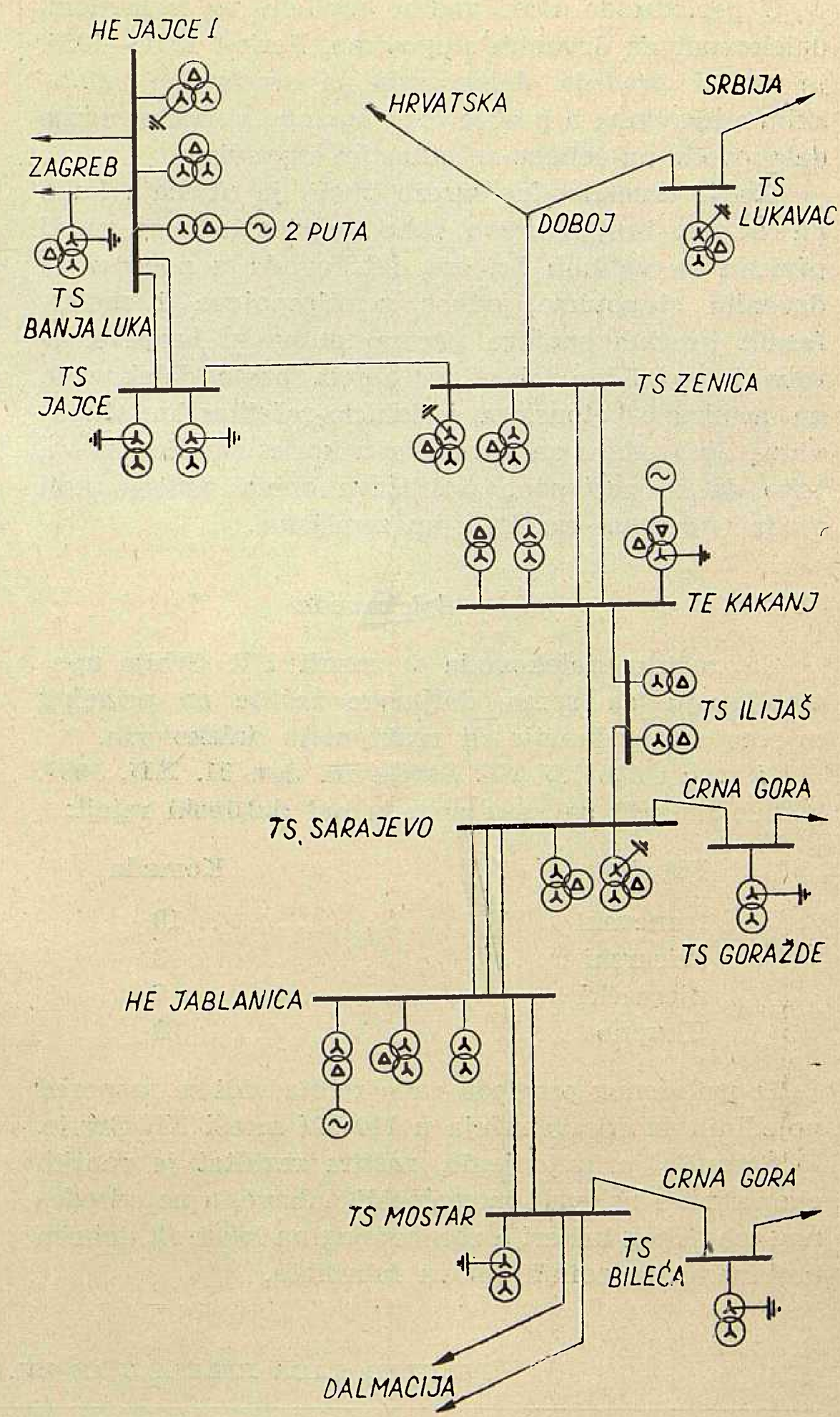
1. Bilo je probijanja izolatorskih lanaca na nosećim stupovima terena Hercegovine, gdje su lanci imali po 6 članaka K-3 izolatora. Na dalekovodu Mostar—Gorica (HE Kraljevac), nismo imali dobar otpor uzemljivača, te je u toku 1954. i 1955. došlo do probijanja na velikom broju lanaca. Taj se broj smanjio poboljšanjem uzemljenja, jer je, na primjer, 1956. i 1957. probijeno svega 5 lanaca na 160 nosnih stupova.

U ostalom dijelu Hercegovine, gdje su otpori uzemljivača bili veliki, došlo je u 1956. i 1957. do 13 probijanja lanaca na 307 nosnih stupova.

2. Uslijed elektromagnetskih utjecaja struje zemljospoja došlo je do ovih smetnji na PTT-vodovima:

a) 24. X. 55. desio se zemljospoj na dalekovodu Jablanica—Sarajevo II, koji je trajao 6 sekunda zbog otkazivanja rada distantne zaštite i rada prekostrujne zaštite u Jablanici, koja je bila podešena na vremensku vrijednost od 6 sek.

b) 19. X. 57. nastao je zemljospoj na DV Jablanica—Mostar u trajanju od 0,7 sek. (Rad distantne zaštite u Jablanici tek u drugom stepenu).



Sl. 3. Shema uzemljenja transformatora i njihova sprega, II

c) 14. VI. 58. nastao je zemni spoj na DV-u Mostar—Split prilikom ispitivanja uređaja za ponovno uključenje. Pošto zaštita tog voda nije bila usmjerena, radio je četvrti stepen i kvarno mjesto se napajalo $2^1/_2$ sekunde.

U svim gornjim slučajevima dolazilo je na PTT-linijama do pregaranja osigurača, probijanja odvodnika prenapona i pregaranja svitaka na telefonskim preklopnicama.

Dalje smetnje postoje na PTT-linijama u potezu Mostar—Jablanica—Sarajevo, gdje dalekovod, zbog

brdovitog terena Prenja i Ivan Sedla i opasnosti od Neretve, nije izveden na propisnoj udaljenosti od poštanskih linija.

Na kraju se napominje, da do danas nismo imali nijednog nesretnog slučaja uslijed napona koraka i dodira kao i da nije bilo nesreće u ljudstvu na PTT-linijama.

Utjecaj razvoja 110 kV mreže NRS na rad zaštite

U periodu do 1951. godine građeni su, uglavnom, dalekovodi na drvenim stupovima. Period 1951.—1955. je period gradnje dalekovoda na armiranim betonskim stupovima, a poslije toga nastupa period gradnje dalekovoda na čelično-rešetkastim stupovima.

Stanje dalekovodne mreže imalo je utjecaja kako na ukupan broj kvarova, tako i na vrste kvarova. U periodu sa velikim brojem dalekovoda u pogonu na drvenim stupovima, odnos zemljospojeva i međufaznih kratkih spojeva prema ukupnom broju kvarova je približno isti. Povećanjem broja dalekovoda na armirano-betonskim i čelično-rešetkastim stupovima, ovaj odnos se povećava u korist zemljospojeva, tako da se postepeno približava onom odnosu, koji vlada u drugim razvijenijim zemljama.

Zaštita dalekovoda

Za zaštitu dalekovoda u mreži NR Srbije upotrebljavaju se samo daljinske zaštite na principu mjerenja impedancije ili reaktancije dalekovoda.

U mreži 110 kV NR Srbije na dan 31. XII. 1957. godine nalazili su se u pogonu ovi daljinski releji:

Fabrikat	Komada
francuski	19
švicarski	3
njemački	7
Ukupno	29

Iz priloženog pregleda rada releja vidi se raspored pojedinih fabrikata releja u 110 kV mreži NR Srbije.

Šarenilo primijenjenih zaštita rezultat je ranijih ekonomskih uslova i mogućnosti nabave, a ne određenog tehničkog kriterija zasnovanog na lošim ili dobrim osobinama pojedinih tipova fabrikata.

Pokušat ćemo da damo na osnovu dosadašnjeg iskustva ocjenu pojedinih fabrikata releja, mada ova ocjena ne može biti definitivna, jer se još uvijek nalazimo u periodu sticanja iskustava naročito što se tiče njemačkih fabrikata releja.

a) Daljinska zaštita francuskih fabrikata

Odlike

Preglednost i laka pristupačnost svakom elementu releja, pa prema tome moguća laka zamjena i popravak dijelova kao i posebno ispitivanje svakog elementa.

Veliki broj standardiziranih elemenata.

Koncepcija u pogledu konstrukcije releja bliža je tehničarima jake struje (koji vrše njihovo održavanje), nego što je slučaj sa relejima, kod kojih su primijenjeni elementi, koji po konstrukciji i dimenzijama više spadaju u oblast tehnike slabe struje.

Nedostaci

Uslijed jakog varničenja pri isključivanju pomoćnih kola, dolazilo je do zavarivanja kontakata na pomoćnim relejima. Ova pojava je naročito dolazila do izražaja pri dugotrajnim kvarovima u mreži.

Materijal od kojeg je izrađen otpornik i klizač otpornika za mijenjanje karakteristike pobudnog organa, sklon je korodiranju; ovo stvara promjene prelaznog otpora, pa prema tome i promjene podešene pobudne vrijednosti što prouzrokuje pogrešan rad zaštita. Taj nedostatak naročito dolazi do izražaja ukoliko su releji smješteni u prostoriji gdje ima vlage.

Nedovoljno pouzdan rad vremenskog releja uočio je i sam proizvođač, koji je nagovijestio da će u svojim budućim konstrukcijama ovaj osjetljivi elemenat releja biti zaštićen posebnom kutijom od plastične materije.

Često zavarivanje kontakata u posredničkom releju za isključenje i signalizaciju. Ovaj relej je kod novog tipa zamijenjen.

Signalne sijalice za signalizaciju kvara na samom releju su pregorijevale, a isto tako se dešavalo da gube kontakt uslijed loše izrade postolja. Zbog toga

PREGLED RADA RELEJA U 110 kV MREŽI NR SRBIJE U GODINI 1957.

Fabrikat releja	Broj uređaja za zaštitu	Broj djelovanja						Objašnjenje netačnih djelovanja									Kvaliteta rada releja
								Nisu izazvana uređajima za zaštitu			Izazvana su uređajima za zaštitu						
		Utvrđeni	Potrebni	Točni	Nepoželjni	Neizvršeni	Netočni	Ukupno	Izazvanih vez. sek. i pom. kola	Ne izazv. vez. sek. i pom. kola	Ukupno	Preprav-kama	Podešava-njem	Konstrukc.	Održava-njem	Neizvjesna	
	1	2	3	4	5 2-4	6 3-4	7 5+6	8	8a	8b	9	9a	9b	9c	9d	10	11 $\frac{4}{4+9}$
Francuski (Tip A)	17	210	182	182	28	0	28	21	21	—	7				7		0,95
Francuski (Tip B)	2																
Švicarski	3	69	64	64	5	0	5	3	3	—	2		2				0,97
Njemački (Tip A)	2	32	26	26	6	0	6				6		6				0,81
Njemački (Tip B)	5	100	48	48	52	0	52				52			52			0,48
Ukupno	*29*	*411*	*320*	*320*	*91*	*0*	*91*	*24*	*24*		*67*		*8*	*52*	*7*		*0,83*

je signalizacija kvara, kako stupnja, tako i vrste (zemljospoj, trofazni i t. d.) bila pogrešna, što je otežalo analiziranje kvara.

Kako je u našim postrojenjima pomoćni napon istosmjerne struje najčešće 220 V, a releji su bili isporučeni za 110 V, to je potenciometarska sprega za napajanje releja pomoćnim naponom suviše opterećivala akumulatorsku bateriju, što je dovodilo u nekim postrojenjima do bržeg pražnjenja i propadanja akumulatorske baterije. Skidanjem ovih otpornika ne samo da su otklonjeni ovi nedostaci, već je otklonjena i mogućnost povećane korozije releja uslijed »znojenja« prouzrokovanog radom spomenutih otpornika.

b) Daljinske zaštite švicarskog fabrikata

Odlike

Odlike ove zaštite su isto kao i kod releja francuskog fabrikata.

Nedostaci

Nepouzdana mehanička signalizacija i nepostojanje svjetlosne signalizacije.

Kod pojedinih releja brisanje signala zahtijeva otvaranje releja što onemogućuje plombiranje releja od strane službe održavanja.

c) Daljinske zaštite njemačkog fabrikata

Pri iznošenju odlika i nedostataka releja njemačkog fabrikata postoji opasnost, da zbog jedne rđavo proizvedene serije releja za automatsko jednopolno i tropolno ponovno uključivanje, postavljenih u sklopu sa daljinskim zaštitama istog fabrikata u TE Kolubara, odemo u krajnost i donesemo potpuno negativan sud o njihovom kvalitetu. Firma je uočila i sama ovo i izvršit će zamjenu svih spomenutih releja za ponovno uključenje. Tek poslije ove zamjene, dužeg promatranja rada i ispitivanja ovih releja, moći će se donijeti konačan zaključak. Zasada se o ovim relejima može kazati ovo:

Pojedini organi releja veoma su osjetljivi tako da postoji velika opasnost da se oštete čak i kod relativno brižljivog rukovanja. Težnja, da se iskoristi u potpunosti raspoloživi prostor i što više smanji upotrebljena količina materijala, dovela je s jedne strane do maksimalnog smanjenja dimenzija ovih releja, dok je s druge strane znatno otežala njihovo održavanje.

Pojedini elementi tako su montirani, da im je u izvjesnim slučajevima vrlo teško prići; naročito su velike poteškoće, ako je u pitanju zamjena elemenata.

Usporedni pregled broja kvarova u periodu od 1954. — 1957.

Na osnovu statističkih podataka o kvarovima u mreži 110 kV NR Srbije, sastavljena je donja tabela kretanja kvarova po godinama.

Gornji dio tablice, može samo poslužiti kao usporedba odnosa brojeva kvarova sa zemljospojem i međufaznim kratkim spojem u odnosu na ukupni broj kvarova kao i usporedba međusobnog odnosa. Da bi dobili sliku broja kvarova u odnosu na veličinu mreže, sastavljen je donji dio tablice koji daje usporedbu broja kvarova na 100 km dužine dalekovodne mreže u toku jedne godine.

	1954		1955		1956		1957	
	Broj kvar.	%	Broj kvar.	%	Broj kvar.	%	Broj kvar.	%
Vrsta kvarova								
Zemljospoj	40	54,8	141	66,5	150	79,8	134	84,8
Međufazni kratki spojevi	33	45,2	71	33,5	38	20,2	24	15,2
Ukupno	*73*	*100*	*212*	*100*	*188*	*100*	*158*	*100*
Broj kvar./100 km god. po vrsti kvara								
Zemljospoj	13,35	54,8	15	66,5	12,2	79,8	8,58	84,8
Međufazni kratki spoj	10,96	45,2	7	33,5	3,09	20,2	1,38	15,2
Ukupno	*24,36*	*100*	*22*	*100*	*15,3*	*100*	*9,96*	*100*

Postoji više uzroka zbog čega je došlo do opadanja kvarova na 100 km dužine dalekovodne mreže u toku jedne godine:

U prvo vrijeme, svi dalekovodi nisu bili opremljeni odgovarajućim daljinskim zaštitama, te je zbog toga dolazilo često do pogrešnih isključenja.

Puštanje u pogon nedovršenih i nekompletnih postrojenja, stvaranje t. zv. mrtvih čvorova u mreži, gdje su po tri dalekovoda vezana pomoću rastavljača, bez prekidača i bez mogućnosti zaštite (postoje još i danas tri takva čvora), oštro je utjecalo na pravilnost rada.

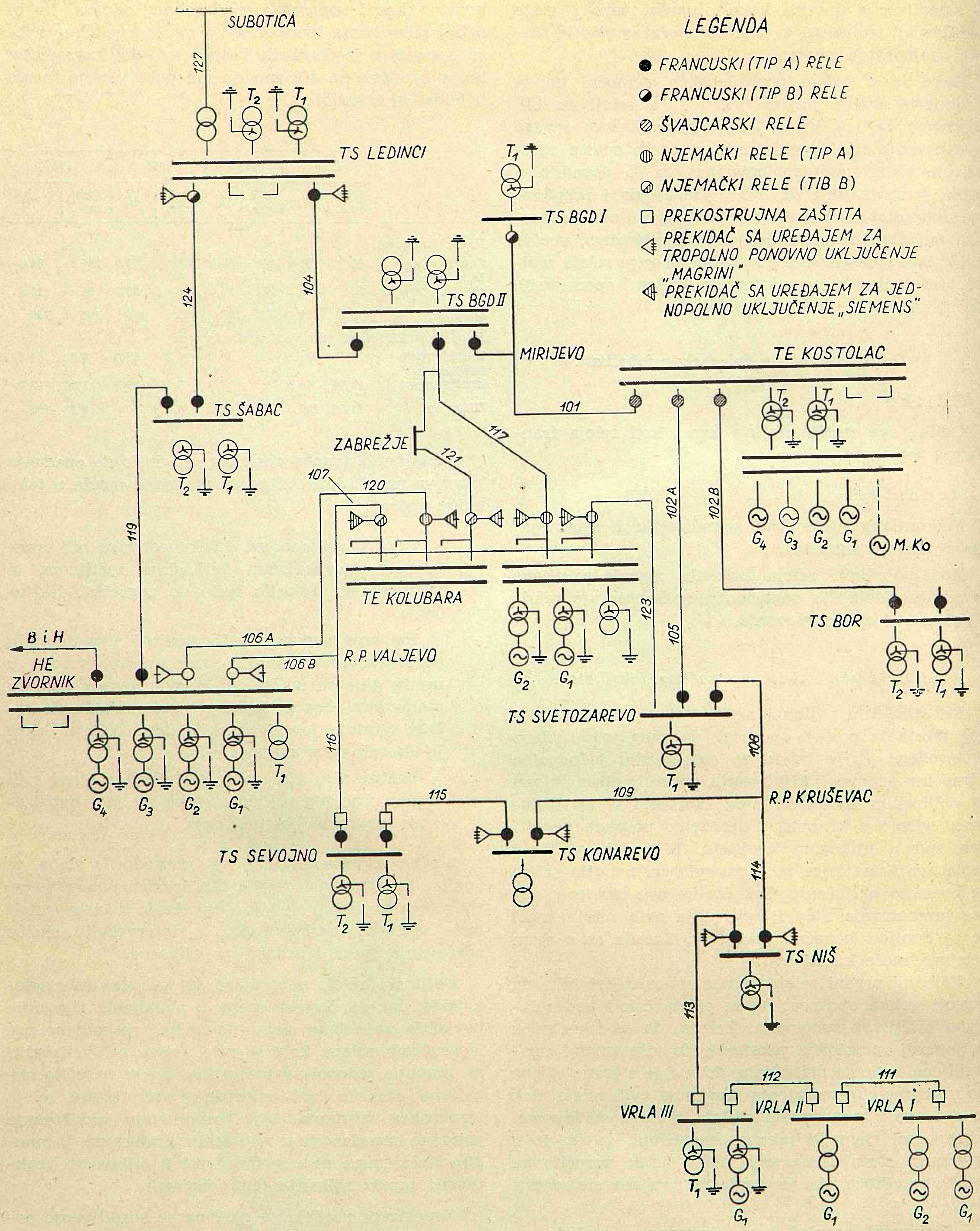
Zaštite nisu bile dobro podešene, a i rad svih organa nije bio usklađen, tako da je i ovo izazvalo pogrešna isključivanja.

Služba izvještavanja bila je neuredna i slaba, te analize kvarova nisu mogle biti izvršene na vrijeme, zbog čega su mnogi slučajevi ispadanja kvarova ostali duže vremena nerazjašnjeni, a intervencije službe održavanja spore i nedovoljno efikasne.

Daljinski releji nabavljeni su za određene dalekovode, dok su česte izmjene u planovima izgradnje povlačile za sobom novu naknadnu raspodjelu već isporučenih releja, koja se nije uvijek mogla izvršiti na potpuno zadovoljavajući način. To se naročito negativno odrazilo kod naknadnog razmještaja releja francuskog fabrikata, koji dozvoljavaju podešavanje pobudne impedancije u vrlo uskim granicama. U mnogim slučajevima nisu se mogli releji prilagoditi reaktanciji protiv njihanja (antipompage).

Nedostatak uređaja za održavanje i ispitivanje pojedinih tipova releja kao i pomanjkanje stručnog kadra na ovom polju, bili su od znatnog utjecaja na blagovremeno otklanjanje i otkrivanje griješaka, t. j. prije nego što bi one prouzrokovale neispravan rad zaštite.

Svakako da i veliko šarenilo u pogledu tipova releja otežava snabdijevanje rezervnim dijelovima i njihovo održavanje.



Sl. 4. Dalekovodna mreža 110 kV NR Srbije

Uporedni pregled dobivenih rezultata sa rezultatima drugih zemalja

Bilo je moguće sačiniti uporedni pregled rada uređaja za zaštitu u mreži NR Srbije sa rezultatima drugih zemalja samo za godinu 1957. pošto je jedino u ovoj godini statistika kvarova vođena tako, da je njenu obradu moguće prilagoditi obradi statističkih podataka prema CIGRE.

U tablici dat je pregled kretanja djelovanja releja u mreži NR Srbije, prema fabrikatu daljinskih releja.

Iz ovog pregleda vidimo, da osim njemačkih zaštita, čiji je kvalitet rada zbog ranije navedenih razloga znatno ispod prosječnog u ostalim zemljama, koeficijent kvaliteta rada francuske zaštite (tip A) i švicarske zaštite kreće se u granicama prosjeka u navedenim zemljama.

Napominjemo da se broj kvarova u tabeli »Uporednog pregleda« po godinama poklapa sa brojem djelovanja releja u tabeli »Pregleda rada releja...«, zato što je u ovoj posljednjoj kao jedan kvar smatrano ispadanje dotične dionice dalekovoda iz pogona sa eventualnim djelovanjem zaštita na jednom, dva ili tri kraja u slučaju dalekovoda u obliku zvijezde.

Aktuelni pogledi na budući razvoj zaštite mreže 110 kV na osnovu dosadašnjeg iskustva

Iz izloženog se vidi, da je od ukupnog broja kvarova u 110 kV mreži NR Srbije u protekloj godini bilo oko 85% kvarova sa zemljospojem. Ovaj procenat odnosi se na monofazne zemljospojeve, koji da bi bili eliminirani, zahtijevaju isključivanje prekidača odgovarajuće faze na oba kraja dalekovoda. Isključivanje druge dvije faze u ovim slučajevima ne bi bilo potrebno.

Ovo nas je neminovno navelo na razmatranje mogućnosti uvođenja automatskog ponovnog uključenja u sklopu postojećih zaštita u 110 kV mreži NR Srbije.

Polazeći od toga da tehnika ponovnog uključenja:

poboljšava u velikom stepenu kontinuiranost pogona na dalekovodima i trafostanicama i da omogućuje povećanje stepena iskorišćenja mreže, pristupljeno je uvođenju tehnike ponovnog uključenja u 110 kV mreži NR Srbije i to prvenstveno na onim dalekovodima, čije isključenje povlači sa sobom ozbiljne posljedice za cjelokupnu mrežu (oscilacije generatora, nestanak napona i t. d.)

U pogledu izbora tipa ponovnog uključenja usvojeno je automatsko jednopolno sporo ponovno uključenje, koje sa tehničko-ekonomskog stanovišta potpuno odgovara prilikama, koje vladaju u 110 kV mreži NR Srbije. To se vidi iz slijedećeg:

da se eksploatacija mreže 110 kV NR Srbije vrši sa zvjezdištem transformatora direktno uzemljenim,

da je sastavljena od nekoliko zatvorenih omči i da ugrađeni releji zadovoljavaju potrebne uslove za primjenu automatskog jednopolnog ponovnog uključenja u kombinaciji sa tropolnim.

Opredijelivši se za automatsko sporo jednopolno uključenje imali smo u vidu ove njegove prednosti:

ne zahtijeva prekidač specijalne konstrukcije i može se primijeniti kod svih tipova prekidača pod jednim uvjetom da se za svaki pol ima nezavisna komanda,

ne zahtijeva jednovremeno isključivanje na oba kraja dalekovoda, t. j. može se upotrijebiti bez posebnih VF-veza,

rizik uspostavljanja luka pri ponovnom uključenju otklonjen je zahvaljujući dužoj beznaponskoj pauzi,

vrlo dobro se prilagođava kod dalekovoda sa više od dva kraja.

Od naročite je važnosti činjenica, da je naša industrija već osvojila proizvodnju takvih prekidača, čija konstrukcija omogućuje primjenu ove tehnike na potpuno zadovoljavajući način.

Prva zaštita sa ponovnim uključenjem puštena je u pogon krajem godine 1957. te se još ne vidi njen utjecaj na smanjenje broja trajnih ispada.

Za pravilnu ocjenu kvaliteta rada pojedinih releja od naročitog je značaja pravilno i objektivno izvještavanje o njihovom radu. Dosadašnje iskustvo govori, da najpotpunija razjašnjenja o svim pitanjima neophodna za analizu jednog kvara i ocjenu pravilnosti rada zaštitnih uređaja daje takozvani »Registrator smetnji«.

Stoga je usvojeno, da se kod buduće izgradnje dalekovoda u 110 i 220 kV mreži NR Srbije predvidi po mogućnosti i postavljanje ovih registratora. Njihovom ugradnjom moći će se sa daleko većom pouzdanošću dati objektivnija ocjena ne samo o radu releja, već i o pravilnosti izbora uređaja za ponovno uključenje.

Naslovi pisaca: Ing. Nusret Beširević i Ing. Fuad Cerić, Elektroprojekt, Sarajevo;

Ing. Mirko Skulić, Elektroprenos, Sarajevo;

Ing. Ferida Spahić i Ing. Jovo Mandić, Elektroprenos, Sarajevo;

Ing. Nikola Plavšić i Ing. Dragan Maksimović, Zajedn. elektroprivrednih poduzeća NR Srbije.

ELEKTRIFIKACIJA DUBROVAČKOG OTOČJA

Nikola Raguž — Dubrovnik

U neposrednoj blizini Dubrovnika nalaze se otoci Koločep, Lopud i Šipan, koji još nijesu povezani na zemaljsku mrežu. Radi važnosti otoka za turističku privredu i sve većih zahtjeva turizma, naročito deviznog, za kvalitetnijim uslugama i komforom, donesen je zaključak, da se ovi otoci elektrificiraju priključkom na zemaljsku mrežu.

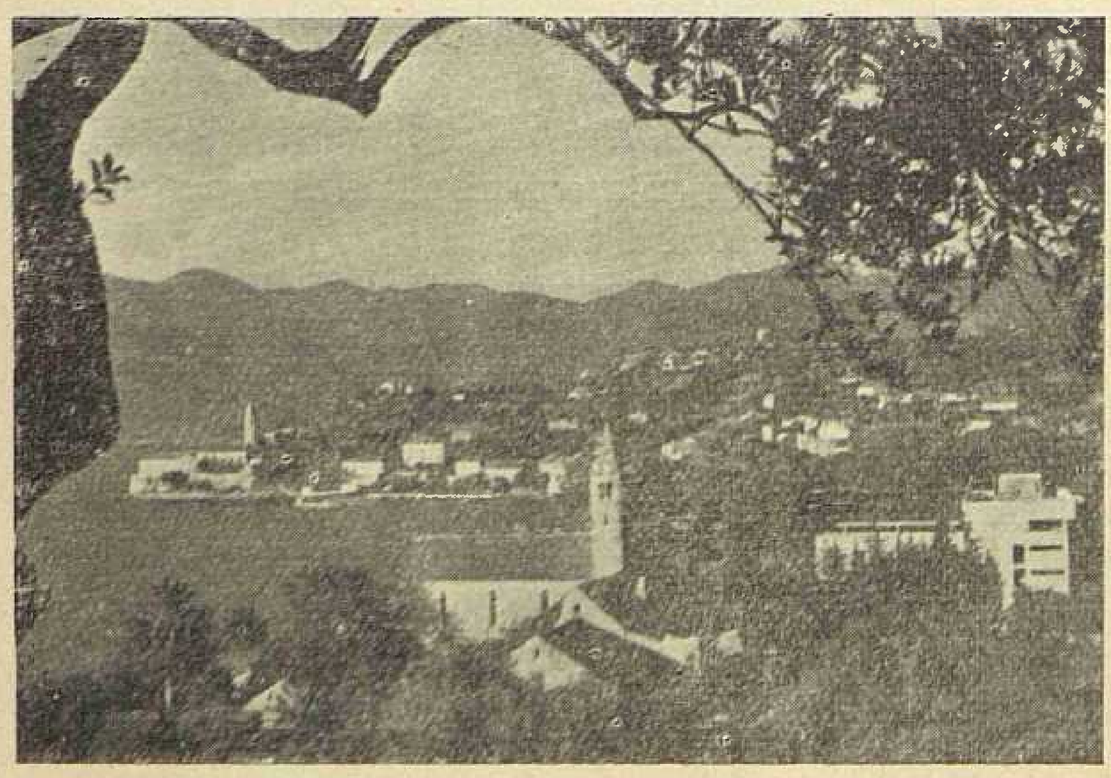
DK 621.311.1

Uz financijske napore NO Kotara i Općine Dubrovnik, Elektrojuga, Turističkih organizacija i stanovništva osiguran je dio sredstava za ovu izgradnju, te su početkom godine započeti istražni i privremeni radovi. U vezi sa elektrifikacijom trebalo je riješiti nekoliko tehničkih i ekonomskih problema, pa ćemo ih u ovom članku ukratko rekapitulirati.

1. Potreba elektrifikacije

Izgradnjom dalekovoda 10 kV Dubrovnik—Slano, kojim je elektrificirano područje Dubrovačkog Primorja, stvorena je realna mogućnost elektrifikacije otoka Koločepa, Lopuda i Šipana.

Otoci Koločep i Lopud napajat će se iz trafostanice Orašac I, izgradnjom 10 kV zračnog voda do obale, odatle podmorskim kabelom 10 kV do rta Ratac, dalje



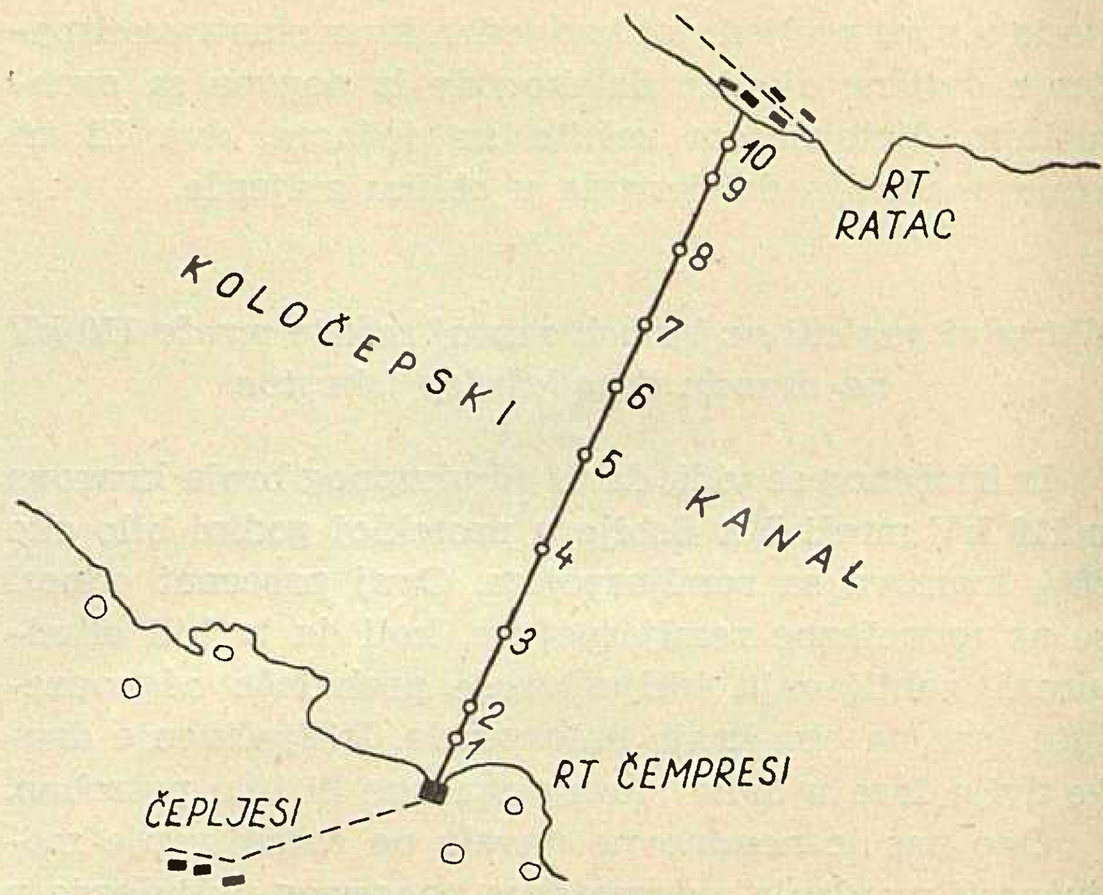
Sl. 1. Panorama Lopuda

zračno do TS Koločep I. Iz ove TS zračno do rta prema Lopudu, podmorskim kabelom do rta Poluga i zračno do TS Lopud.

Otok Šipan treba se napajati iz TS Majkovi I do obale, dalje podmorskim kabelom do rta Četljesi, te zračno do Suđurđa i Luke Šipanske.

Kod istražnih radova trebalo je posvetiti naročitu pažnju polaganju podvodnih kabela, te je povjereno Institutu za oceanografiju i ribarstvo u Splitu snimanje profila kabelskih prijelaza. Institut je u veljači ove godine izvršio potrebna snimanja, a nakon laboratorijskih radova, početkom travnja izradio elaborate za sva tri prijelaza. U njima su sadržani detaljni podaci morfoloških i geoloških karakteristika pojedinih profila, a mogu se svesti na zaključke:

a) Morfološka građa svih profila je povoljna kod odabranih trasa za polaganje kabela. Samo se kod prijelaza između Koločepa i Lopuda pokazuju izvje-

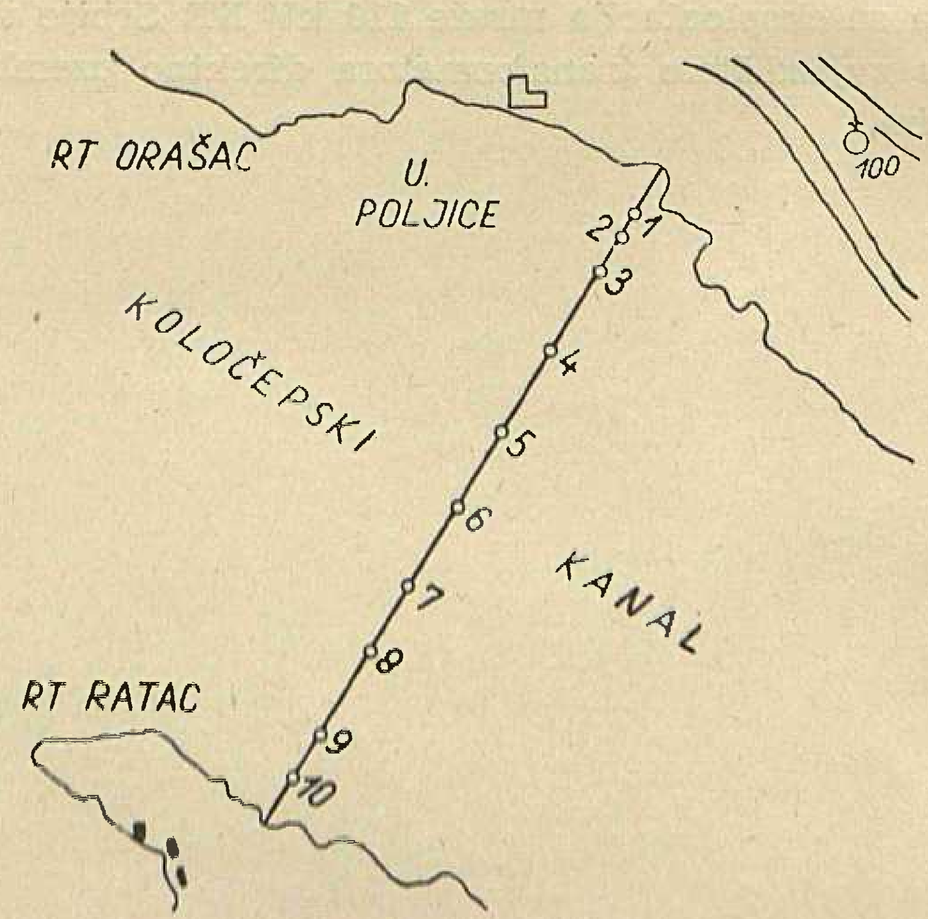


Sl. 2. Profil obala — Šipan

sne specifičnosti, uvjetovane samim postankom Koločepskih Vrata, a sastoje se u nepravilnosti morskog dna, jer se pojavljuje jedna mala kotlina na dnu sinklinalne udoline, kao i na hrptovima od kotline na strani Koločepa.

Kako se s jedne strane nalazi telefonski kabel, a s druge pličina Čavalika, nije moguće trasu pomaći, te je nakon izbora ipak ova trasa odabrana.

b) Granulometrijski sastav dna i tekstura sedimenata je također kod svih prijelaza povoljna, jer se ne nailazi na hridinaste i tvrde elemente, koji bi mogli oštetiti kabele. Uglavnom su dna pješčana sa primjesom mulja, te će se kabel užlijebiti vlastitom težinom u pješčani sag morskog dna.



Sl. 3. Profil obala — Koločep

c) Hidrodinamske prilike su također povoljne na odabranim pravcima, jer se ne pojavljuju znakovi velikog gibanja morske vode u tim područjima. Izuzetak je opet prijelaz Koločep—Lopud, gdje te prilike znaju biti prilično ekstremne, i to pod utjecajem južnih vjetrova. S obzirom na veće dubine, ni ovo ne će imati većeg utjecaja.

d) Geomorfološka obilježja izlaznih mjesta kabela na kopnu, odnosno na otocima, uslovljavaju izvjesne pomorsko-građevinske radove, a sastoje se u izgradnji betonskih žljebova na čvrstoj kamenoj osnovi do veće ili manje dubine, što zavisi od utjecaja i udara valova po južnom vjetru. Naročitu pažnju treba posvetiti prijelazu Koločep—Lopud i ulazu kabela kod Orašca, kod kojeg će trebati izgraditi manji zaštitni zid.

Zahvaljujući ovim radovima Instituta, dobivena je jasna slika potrebnih radova za zaštitu kabela od oštećenja, čime će se otkloniti materijalna šteta i pogonske neprilike.

Ovdje treba napomenuti, da je Institut za sve radove na terenu, kao i laboritorijska ispitivanja i izradu elaborata, naplatio samo efektivne troškove, te je cijena svih radova veoma niska. Tako je za snimanje pet prijelaza (Korčula, Koločep, Šipan, Lopud i Lokrum), kod čega je radi izbora trase bilo kod svakog od njih dva do pet snimaka, naplaćeno svega 200.000.— Din.

Na temelju ovako dobivenih podataka naručeni su podmorski kabeli u tvornici kabela Svetozarevo. Oni su upravo završeni i koncem svibnja izvršena su tehnička ispitivanja po VDE propisima, i to:

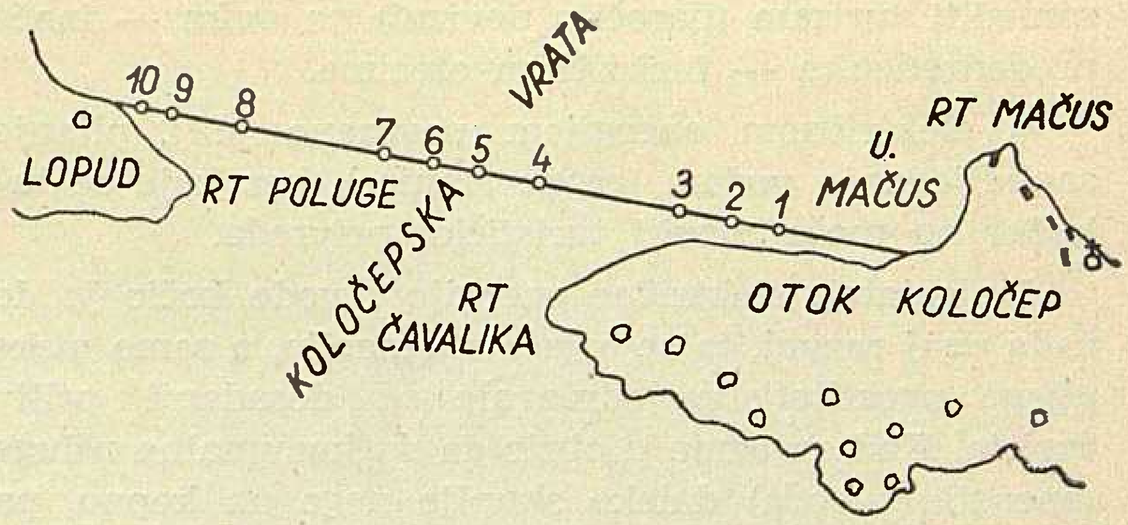
— visokonaponsko ispitivanje,
— otpornost prema visokom naponu,
— sposobnost savijanja kabela.

Ispitivanja su zadovoljila, te su kabeli preuzeti.

Na sva tri otoka potrebno je izgraditi 5 kom TS 10/0,4 kV i to: Koločep I i II, Lopud, Suđurađ i Luka.

Na istim područjima treba izgraditi i pet niskonaponskih mreža. Iako postoje niskonaponske mreže u Gornjem Čelu i Lopudu, može se smatrati kao da ne postoje, jer su u derutnom stanju, premalih presjeka, jednofazne i nepropisno izvedene (čempresni stupovi, telefonski izolatori, vodiči od željeza, mjedi i t. d.).

Još treba izgraditi 6 kom. kabelskih kućica na obalama za ulaz podmorskog kabela.



Sl. 4. Profil Koločep–Lopud

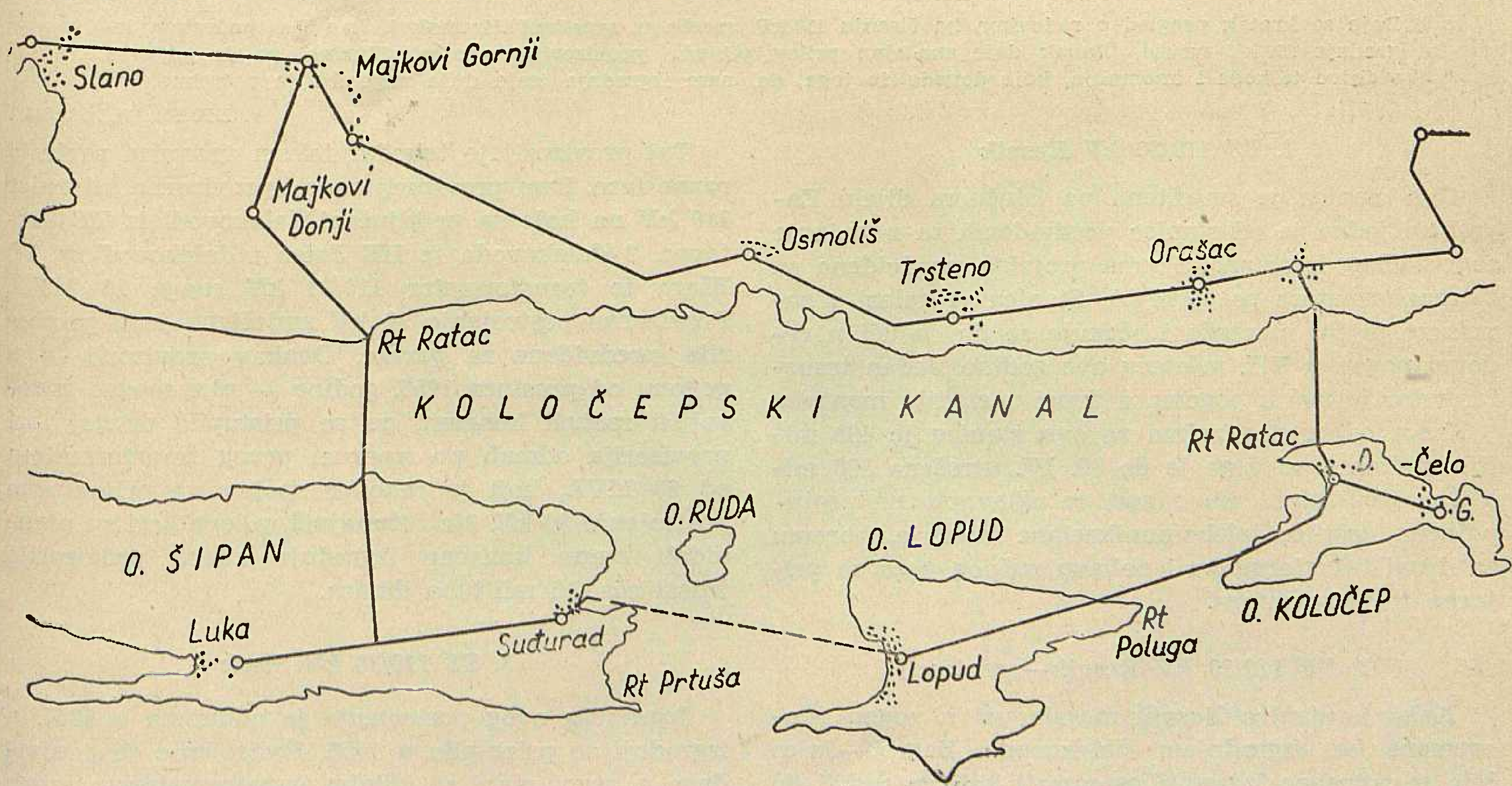
U drugoj etapi predviđa se polaganje kabela između Šipana i Lopuda, čime bi se zatvorila petlja i ostvarilo napajanje iz dva pravca i postigla pogonska sigurnost.

Prema tome postoji tehnička mogućnost elektrifikacije ovih otoka.

2. *Opravdanost elektrifikacije*

Otoci Koločep i Lopud imaju lokalne dizel-elektrane ukupne snage 120 kV sa godišnjom proizvodnjom od oko 100.000 kWh, a rade samo u večernjim satima. Vlasništvo su ugostiteljskih objekata i jednim dijelom komunalne ustanove. Proizvodna cijena se kreće oko 150.— Din/kWh.

Otok Šipan nije uopće elektrificiran.



Sl. 5. Položajni nacrt

Uzevši u obzir, da na ovim otocima živi 1700 stanovnika, ili 500 domaćinstava, da ima 8 ugostiteljskih objekata sa oko 630 ležaja (bez ležaja u domaćoj radinosti), instalirana snaga od 120 kW je daleko nedovoljna, a da i ne govorimo o cijeni električne energije od 150.— Din/kWh, prema onoj iz zemaljske mreže od prosječnih 10.— Din/kWh.

Ova elektrifikacija je ekonomski opravdana, jer se bez dovoljnih količina električne energije ne može zamisliti turizam (naročito devizni) na ovim — inače predodređenim — turističkim otocima.

S električnom energijom povezano je i pitanje snabdijevanja vodom (crpne stanice), bez koje se također ne može razviti turistička privreda.

Nedostatak električne energije i vode kočio je do sada ovaj razvoj, te se osjeća stagnacija, a samo niske cijene ugostiteljstva održavale su dosadanji priliv turista. Kad se uzme u obzir da su komunalne usluge (energija i voda) daleko skuplje nego na kopnu, pa i transport namirnica, onda je jasno, da su niže cijene formirane na štetu dohotka uposlenog osoblja, odnosno stanovništva.

Na životni standard stanovništva djelovat će električna energija i direktno, jer je cijena za kućanstvo iz zemaljske mreže oko 30 puta niža od one iz lokalnih izvora.

Zatim treba spomenuti, da će uslijed blage klime električna energija zamijeniti potrošnju drveta kako za kuhanje, tako i za grijanje čime će se očuvati ionako oskudni šumski fond.

Prema tome je radi standarda stanovništva, opskrbe vodom, unapređenja turizma i poljoprivrede i očuvanja šuma potrebno povezati ove otoke na zemaljsku mrežu i izvršiti elektrifikaciju, kao ekonomski i društveno opravdano.

3. Potrebna sredstva i rok izgradnje

Okvirni troškovi elektrifikacije otoka Koločepa, Lopuda i Šipana, po objektima iznosili bi:

	u milij. dinara
DV 10 kV 15 km a Din. 1,000.000.—	15
Podmorski 10 kV kabeli 5,5 km à Din 4,000.000.—	22
TS 10/0,4 kV 5 kom à Din 2,000.000.—	10
Kabelske kućice 6 kom à Din 500.000.— . . .	3
Niskonaponska mreža 5 kom à Din 2,000.000.—	10
Svega	60

Ukoliko sredstva budu u potpunosti osigurana, cijeli posao oko elektrifikacije ovih otoka mogao bi biti završen u mjesecu srpnju ove godine.

Zaključak

Prema izloženom, elektrifikacija otoka Dubrovačkog primorja tehnički je moguća, ekonomski i društveno opravdana, a pošto su sve predradnje izvršene može se i predviđeni rok izgradnje održati.

Naslov pisca: Nikola Ragu ž, tehničar, »Elektrojug«, Dubrovnik.

ŠIRENJE PRENOSNE MREŽE U ZAPADNOJ HRVATSKOJ

Zoran Cvetković, Zagreb

Daje se kratak pregled o radovima na širenju 110 kV mreže u zapadnoj Hrvatskoj, kao i o počecima izgradnje 220 kV mreže. Članak daje značajan prilog pitanju provizorija stanica. Ujedno su iz prikaza vidljive teškoće i anomalije, koje dovode do toga, da nam izgradnja traje duže nego što je potrebno.

DK 621.311.1:621.316.1

1. TS 110/30 kV Resnik

Ova stanica je smještena na istočnom dijelu Zagreba i jedna je od stanica predviđenih za napajanje zagrebačkog konzuma. Prema projektu predviđena su 2 transformatora po 60 MVA. Stanica se nalazi u završnom dijelu montaže i očekuje se da će ući u redovni pogon u VII. mjesecu ove godine. Jedan transformator je već u pogonu, a drugi u stadiju montaže.

Iznos odobrenog zajma za ovu stanicu je 498 milijuna dinara od čega je do 30. IV. utrošeno 390 milijuna. Neutrošeni dio odnosi se uglavnom na protupožarnu zaštitu, telekomunikacione uređaje, opremu za drugi transformator i nabavu ručnog voza za prijevoz transformatora.

2. TS 110/30 kV Resnik—provizorij

Kako je stanica Resnik morala ući u pogon istovremeno sa izgradnjom dalekovoda Zagreb—Jajce bilo je potrebno izgraditi provizorij koji će služiti do puštanja u pogon definitivne stanice.

Taj provizorij je također tokom vremena prolazio razne faze. Sam provizorij sadrži provizorne sabirnice 110 kV na koje su priključeni dalekovodi iz TE Jertovec, 2 dalekovoda iz HE Jajce i dalekovod za TS Klara te transformator 110/30 kV snage 10 MVA. Provizorno postrojenje 30 kV smješteno je u prostorije, predviđene za garaže. Ovakav provizorij — u pogonu od prosinca 1956. godine — nije mogao zadovoljiti rastući konzum, pa se pristupilo drugoj fazi provizorija odmah po isporuci prvog transformatora od 60 MVA, koji je također spojen na privremeno postrojenje 30 kV. Ne računajući radove koji su predviđali etapu konačne izgradnje cijena provizorija iznosi cca 6,5 milijuna dinara.

3. TS 110/30 kV Sisak

Izgradnja ovog postrojenja je odobrena u 1957. a izgradnji se pristupilo u 1958. Postrojenje je predviđeno u prvoj etapi sa jednim transformatorom snage 20 MVA. Stanica se napaja dalekovodom Zagreb—

Jajce i to tako, što je predviđeno, da jedna trojka toga voda ulazi i izlazi iz stanice. Sama stanica služi za napajanje željezare, rafinerije i široke potrošnje. Transformator je isporučen, montaža je započela te se očekuje, da će stanica ući u pogon koncem 1959.

Iznos odobrenog zajma iznosi 384 milijuna dinara od čega je do danas potrošen 301 milijun. Neutrošeni dio se odnosi na završne građevinske radove, montažu, transport te nabavu rasklopnih aparata, protupožarne zaštite i na telekomunikacione uređaje.

4. TS 110/30 kV Sisak—provizorij

Slično kao i u Resniku, konzum Siska — naročito osjetljivi konzum željezare i rafinerije — nije mogao čekati završetak izgradnje definitivne stanice, pa se je pristupilo izgradnji provizorija sa transformatorom snage 10 MVA koji je u pogonu od XII. 1958., a cijena ovog provizorija bez opreme, koja je nabavljena za definitivnu stanicu, iznosi 14 milijuna dinara.

Sam provizorij je priključen kao odcjep na DV Zagreb—Jajce (sjevernu trojku).

5. TS 110/35 kV Pula

Situacija u Puli slična je situaciji u Sisku. Postrojenje je predviđeno u prvoj etapi sa dva transformatora po 10 MVA. Izgradnja je odobrena u 1957., a radovima se pristupilo u 1958. Izgradnja se nalazi u završnoj fazi građevinskih radova i u početku montaže. Puštanje u pogon očekuje se koncem godine 1959.

Oba transformatora su isporučena i montirana.

Odobreni zajam za ovaj objekt iznosi 315 milijuna dinara od čega je do danas utrošeno 262 milijuna.

Neiskorišteni dio odnosi se uglavnom na montažne radove, telekomunikacije i protupožarnu zaštitu.

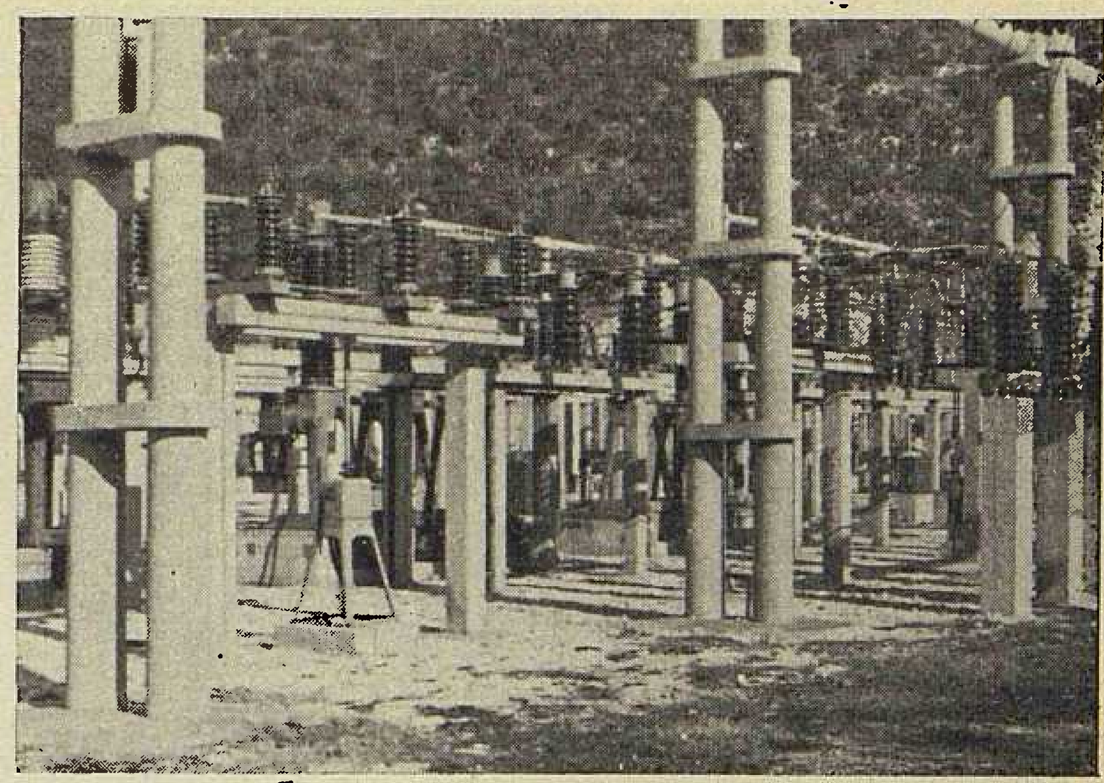
6. TS 110/35 kV Pula—provizorij

Konzum Pule s jedne strane, a zastarjela mreža s druge strane, zahtijevali su da TS Pula uđe hitno u pogon, ne očekujući konačnu izgradnju. Radi toga pristupilo se forsiranom radu na izradi provizorija, i to na taj način da se montira definitivni dio stanice 110 kV, a da se kabel 35 kV priključi direktno na sekundar transformatora. Kao novo, trebalo je izgraditi posebnu prostoriju, koja služi za smještaj komandnih i relejnih uređaja, kompresora i posade. Poslije završetka stanice, te će prostorije služiti za garažu.

Cijena provizorija kreće se oko 2,5 milijuna dinara.

7. DV 110 kV Raša—Pula

Kako iz OIF-a u godini 1957. nije odobren dovoljan iznos, potreban za izgradnju prenosne mreže, a između TE Vlaška i TS 50/10 kV Gregovica u Puli je postojao dalekovod 50 kV, to je »Elektroprenos« Zagreb iz sredstava poduzeća pristupio rekonstrukciji postojećeg voda sa 50 kV na 110 kV s time, da je izgrađen jedan dio novog voda kod priključaka u TS Raša i TS Pula. Glavni problem ove rekonstrukcije bio je u tome, da uslijed prodiranja izolatorskog lanca srednja faza kod otklona nije zadovoljavala propisani razmak od stupa (stup je tipa »Y«). To je riješeno upotrebom dvostrukog lanca u »V« spoju, za srednju fazu. Također je radi utjecaja na TT liniji Rijeka—Pula trebalo istu pomicati na dionici od cca 16 km. Radovi su upravo u završetku, a troškovi će iznositi oko 55 milijuna dinara.



Sl. 1. TS Raša 110/50 kV

8. DV 110 kV Kopar—Buje

Izgradnja ovog postrojenja je odobrena u godini 1958. Radovima se je započelo u svibnju ove godine. Vod se radi sa sidrenim stupovima antenskog tipa, sa vodičima 150 mm² alučel i zaštitnim Fe užetom od 50 mm², a nalazi se u trećoj zoni vjetra. Prema ugovoru rad će biti završen do 1. X. 1959. Odobreni zajam iznosi 100 milijuna dinara, od čega je do danas za nabavu opreme utrošeno 84 milijuna.

9. TS 110/50/30 kV Buje

Investicioni program za izgradnju TS 110/30 kV Buje nije odobren. Međutim, kako nova tvornica cementa u Umagu ide u pogon u jesen ove godine, a postojeća transformacija u Bujama nema slobodnih kapaciteta, nužno je pristupiti izgradnji provizorne transformacije, koja treba biti završena koncem rujna t. j. paralelno sa DV Kopar—Buje. Cijena ovog provizorija se kreće oko 70 milijuna dinara s time, što će većinu ove svote t. j. opremu za 110 kV i transformatore dati poduzeće »Elektroprenos«, dok će se sam priključak financirati iz kredita DV Kopar — Buje a dio 30 kV iz lokalnih kredita s obzirom na rekonstrukciju postojeće TS 30 kV Buje.

10. DV 110 kV Sisak—Međurić

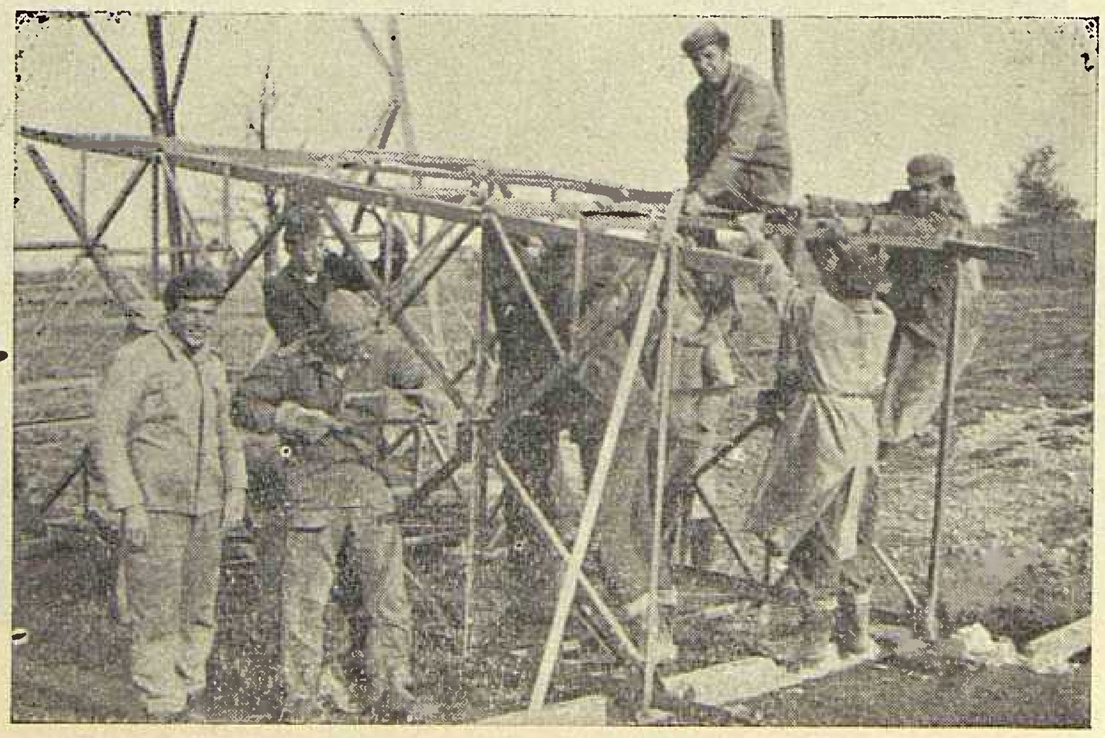
Investicioni program također je odobren u 1958. godini. Radovima će se pristupiti u srpnju dok je završetak ugovoren koncem listopada ove godine.

Ovaj dalekovod je također projektiran sa sidrenim antenskim stupovima, s vodičima 3×150 mm² alučel $+ 1 \times 50$ mm² čelik.

Do danas je odobren samo avans na zajam u iznosu od 79 milijuna dinara, koji je i utrošen, dok će definitivni iznos biti odobren uskoro. Odobrena svota u investicionom programu iznosi 280 milijuna dinara.

11. DV 120 kV Varaždin—Söjtör

Iako se ovaj dalekovod nalazi u pogonu već jednu i pol godine, ipak investicija nije završena. Treba naime urediti još protupožarnu zaštitu transformatora u TS Nedeljanec, telekomunikacione uređaje, zaštitne uređaje, mjerne uređaje, te izgraditi centar za



Sl. 2. Montaža stupa Varaždin–Söjter

ekipu, koju ovo čvorište sa 3 dalekovoda 110 kV odnosno 120 kV danas traži s obzirom na svoj međunarodni značaj. Odobreni zajam iznosi 326 milijuna dinara od čega je utrošeno 280 milijuna.

Odobren je i doknadni program od 44 milijuna, ali sam zajam još nije likvidiran i nalazi se upravo u banci.

12. TS 220/110 kV Mraclin

Izgradnja ovog postrojenja je odobrena koncem 1958. godine. Idejni projekat je završen i nalazi se na reviziji. U toku su radovi na glavnom projektu. U postupku je nabava ključne opreme t. j. 4 jednofazna transformatora 220/110 kV snage 50 MVA i sinhronog kompenzatora, snage 50 MVA. Puštanje u pogon postrojenja vezano je za završetak izgradnje HE Split t. j. ono mora uslijediti u listopadu 1961. S obzirom na današnju praksu preostalo vrijeme za izgradnju je vrlo skučeno.

Odobrena suma u investicionom programu iznosi 2,029,000.000 dinara.

13. TS 110/35 kV Međurić

Ovo postrojenje je odobreno u 1958. godini i to koncem godine. Idejni projekt je završen, a u radu je glavni projekt. Radovi će započeti koncem ove godine, a završetak se predviđa godine 1961. Odobrena svota u investicionom programu iznosi 302 milijuna dinara.

14. TS Nedeljanec (Varaždin) — zamjena transformatora

Ova zamjena je odobrena još 1957. godine, i to jednog od dva transformatora 10 MVA sa transformatorom 20 MVA. Transformator je isporučen, temelji su u radu a završetak se predviđa u VIII. mjesecu ove godine.

Odobrena visina zajma iznosi 120 milijuna dinara od čega je do danas potrošeno 90 milijuna. Neutrošeni dio zajma odnosi se na nabavu regulacionog autotransformatora za vezu 35 kV sa NR Slovenijom.

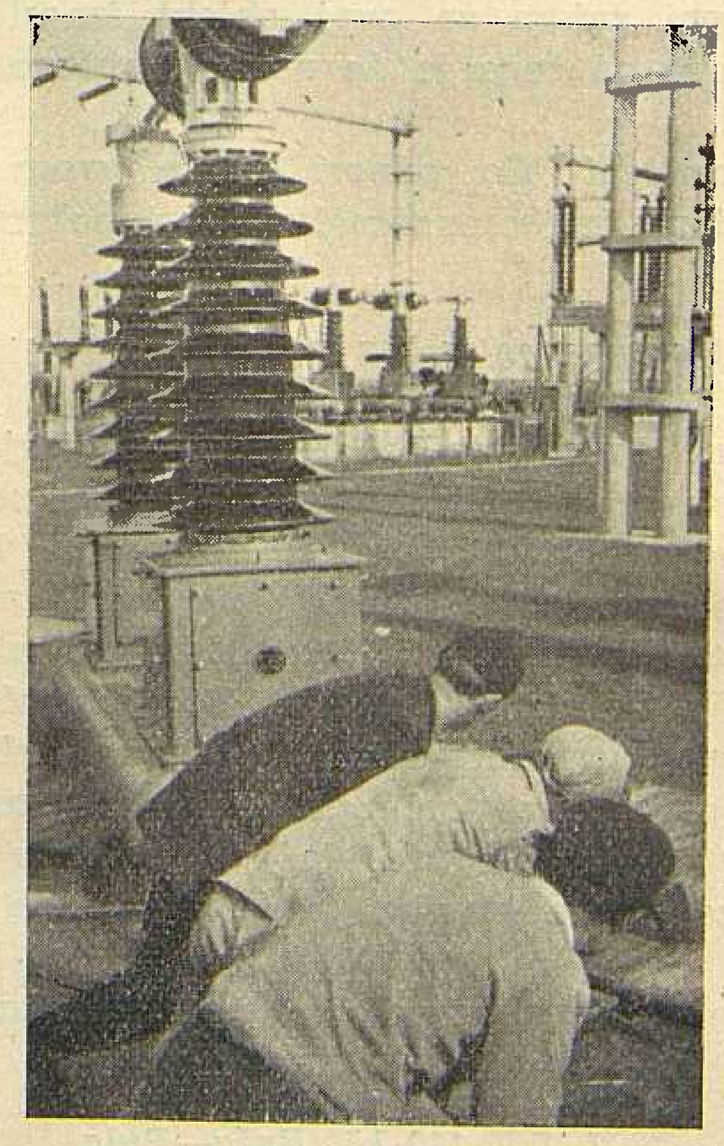
15. TS 110/30 kV Brijest (Osijek) — drugi transformator

Porast konzuma u Slavoniji traži da se najkasnije u listopadu ove godine podvostruči transformacija u gornjoj stanici s novim transformatorom od 20 MVA. Investicioni program se nalazi na odobrenju te će s obzirom na dosadašnju praksu trebati i opet pristupiti provizornom rješenju, da bi se zadovoljio rastući konzum.

16. TS 110/50 kV Raša—polje DV Pula

Ovaj program je odobren u 1958. godini, a obuhvaća kompletno polje 110 kV za priključak dalekovoda za Pulu. Građevinski radovi su uglavnom gotovi i u toku je nabava opreme. Završetak izgradnje predviđa se ove godine.

Odobrena visina investicionog programa iznosi 42 milijuna dinara. U toj svoti je obuhvaćen i iznos sa stavke »ostalo« za izgradnju DV Raša—Pula.



Sl. 3. Montaža sklopke u TS Nedeljanec–Varaždin

17. DV 220 kV Mraclin—Split

Investicioni program se nalazi na odobrenju no ovo postrojenje već danas angažira u znatnoj mjeri investitora, i bilo bi potrebno, da se što prije pri-

stupi realizaciji, kako ne bi ušli u oskudicu vremena. Postrojenje mora ući u pogon u listopadu 1961., a kako je vod dugačak cca 360 km to će i za izvođača i za investitora (Elektroprenos—Zagreb i Elektroprenos—Split) predstavljati obiman zadatak.

18. DV 110 kV Vinodol—Senj i TS Senj

Za ovo postrojenje se upravo izrađuje investicioni program. Kako se radi napajanja gradilišta HE Senj nalaže hitna potreba izgradnje t. j. početak još ove godine, a završetak u proljeće godine 1960., postrojenje je ovdje navedeno samo radi cjelovitosti prikaza.

OPĆA PROBLEMATIKA IZGRADNJE

Problematika izgradnje je vrlo kompleksna. Svrha ovog prikaza nije, da je analizira, no ipak treba navesti neke činjenice, da se eventualno pomogne pri otklanjanju negativnih pojava odnosno zapreka izgradnji.

Kod samog pogleda na prednji prikaz postrojenja, koje izgrađuje »Elektroprenos« Zagreb, iznenađuje velik broj provizorija. Ti provizoriji čiji troškovi se u tom poduzeću do sada kreću između 30 i 40 milijuna dinara, logična su posljedica načina financiranja odnosno načina odabiranja postrojenja. Konkretno, investicioni programi se odobravaju prekasno. Prije odobrenja investicionog programa zabranjeno je pristupiti izradi glavnog projekta, pa se tako iza odobrenja programa pristupa izradi projekta, a samo postrojenje se počinje graditi više mjeseci iza toga.

Samo projektiranje je dugotrajno i skupo, jer se ne koriste tipni projekti, što bi konkretno kod trafostanica 110 kV dovelo do prilične uštede u vremenu i novcu.

Sam način projektiranja usko je vezan s činjenicom, da idejni projekat rade projektantske organizacije, iako nam svakodnevna praksa pokazuje da bi idejne projekte za prenosno postrojenje trebalo izrađivati unutar elektroprivrede.

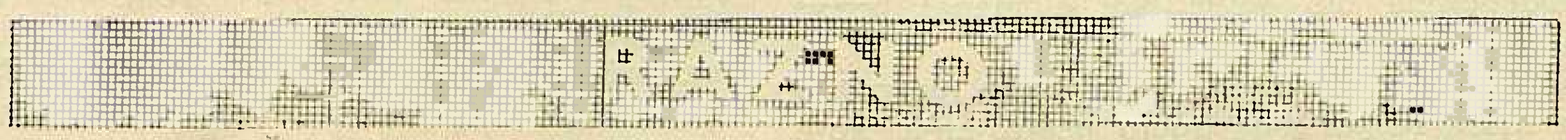
Jedan od daljnjih problema jesu kadrovi. Dok je taj problem u poduzeću »Elektroprenosa«, što se tiče nadzornih organa za elektrostrojarski dio, povoljno riješen, dotle za građevinski nadzor postoji manjak ovlaštenih nadzornih organa i poteškoća da ih se dobije.

Daljnja poteškoća koja u priličnoj mjeri negativno utječe na tempo izgradnje je odnos između investitora i organa banke. Iako je taj odnos u glavnim crtama pravilan ipak kod raznih sitnica dolazi ponekad do suvišnog gubitka vremena i do mjera koje djeluju suprotno nego su zamišljene, t. j. one stimuliraju na skuplji rad.

Najgora posljedica ovih poteškoća je, da se visokokvalificirani stručnjaci moraju 80% svog vremena baviti poslovima, koji se ne bi trebali javljati u organiziranoj privredi, a ostatak vremena provode stvarno na korisnoj problematici, t. j. na onom mjestu, gdje stvarno postoje uvjeti i mogućnosti velikih ušteda.

Na kraju treba ipak navesti pozitivnu činjenicu, koja je rezultirala iz nekih gore navedenih negativnih pojava. Radi se naime o provizorijima. Praksa je pokazala, da t. zv. »solidno« izvedeni provizoriji, koji su znatno jeftiniji od definitivnih izvedbi, mogu udovoljiti i kroz duži period svojoj svrsi t. j. sigurnoj opskrbi konzuma, o čemu bi također valjalo razmisliti.

Naslov pisca: Ing. Zoran Cvetković, »Elektroprenos, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.



Distributivna mreža s ovješenim kabelima

Projektanti distributivnih mreža u našim primorskim gradovima često se nađu pred teško rješivim problemom: kako položiti mreže visokog i niskog napona u specifičnim terenskim i urbanističkim uvjetima tih gradova?

Zračne mreže u uskim ulicama su nepodesne, vođenje na krovnim konzolama često nemoguće, a negdje, u historijski vrijednim dijelovima grada, konzervatori nastoje očistiti i otkriti stilske fasade od svih tehničkih primjesa.

Kabelske mreže, sa kabelima ukopanim u tlo, nekad je i nemoguće položiti zbog visoke razine podzemne vode. Vrlo često kabele treba voditi uz strme ulice, izgrađene u kaskadama i terasama. Gotovo uvijek je polaganje kabelske mreže skopčano sa velikim troškovima ukapanja u tlo.

Izgradnja mreže sa ovješenim kabelima predstavlja kompromis između zračne i klasične kabelske mreže: kabeli se polažu kao zračna mreža.

Ovakav način polaganja kabela zahtijeva specijalnu izvedbu kabela s jedne strane, a s druge strane specijalni montažni materijal kao i način montaže, što predstavlja izvjesne zahtjeve za proširenje asortimana kabelske industrije.

U svakom slučaju, koncepcija izgradnje mreže sa ovješenim kabelima vrijedna je pažnje, i ovaj članak može da posluži kao baza da diskusiju među našim distributerima. Dobro bi bilo izraditi i konkretan projekt za jedan od gradova i uz suradnju naših proizvođača kabela načiniti ekonomsku usporedbu sa klasičnim načinima izgradnje mreže, i tako se još više približiti realnoj vrijednosti opisane koncepcije.

Novi tipovi kabela uvedeni posljednjih godina omogućavaju širu upotrebu zračnih kabela u postrojenjima za distribuciju električne energije srednjeg i visokog napona, umjesto linija sa golim vodičima na izolatorima.

Ovaj tip instalacije je već vrlo raširen u SAD za napone do 15 kV, osobito u zonama čestih uragana, i na trasama ometanim građevinama, plantažama i drugim linijama.

Nakon kratke ilustracije osobina, materijala i kriterija za upotrebu, prihvaćenih u SAD, nastoji se ustanoviti na kojem području se kod nas može svrsishodno upotrebiti ova nova tehnika. Dolazi se do zaključka da prema sadašnjem momentu upotreba ovješenih kabela za vodove srednjih

napona, može biti opravdana samo u osobitim slučajevima ili situacijama.

U slučaju distributivnih mreža niskog napona, slučaj je za nas napose interesantan, kako s tehničkog tako i s ekonomskog stanovišta. Radi toga se detaljno prikazuje tip mreže niskog napona s potpuno ovješenim kabelima, koji je izveden posljednjih godina u izvjesnom broju uređaja u Piemontu i u Lombardiji, te se ističu osnovne prednosti ustanovljene u toku izrade i u prvim iskustvima iz pogona. Ujedno se vrši ekonomska usporedba cijene prvog uređaja toga tipa mreže u odnosu na tradicionalne zračne vodove na izolatorima i konzolama. Budući da je cijena mreže izvedene ovješenim kabelima neznatno skuplja — ali ta će se cijena u bliskoj budućnosti još sniziti — zaključuje se da ovaj novi sistem treba smatrati trećom alternativom (uz rješenje zračnim vodovima i podzemnim kabelima), koja stoji na raspoloženju projektantima distributivnih mreža.

OPĆENITO

Upotreba ovješenih kabela na metalnim užetima je već odavno raširena u telefonskim postrojenjima i u distributivnim mrežama niskog napona: ove posljednje ograničavale su se skoro isključivo na kabele potrošačkih priključaka, prijelaza puteva, prijelaza s kuće na kuću, ili uz zidove gdje nije bilo uputno neposredno pričvršćivanje na zid.

Posljednjih godina pojavili su se na tržištu novi tipovi kabela, kod kojih ne postoje ograničenja za upotrebu, kao kod tradicionalnih, bilo zbog poboljšanog kvaliteta izolacije, bilo zbog odličnih mehaničkih osobina njihova plašta. S druge strane konstrukcija zračnih vodova golim vodičima nailazi, osobito u naseljima, na sve veće poteškoće, dok se povećavaju zahtjevi u vezi neprekidnog snabdijevanja, estetski problem i potreba čestih premještanja vodova zbog gradnje novih zgrada ili rekonstrukcije onih koje postoje.

Uvidjela se potreba studiranja jednog tipa distributivne mreže potpuno izvedene u ovješenim kabelima, koja tako reći predstavlja srednje rješenje, između dva klasična, t. j. zračne mreže sa golim vodičima i one sa podzemnim kabelima, karakteristično gradske.

Prve su distributivne mreže izvedene ovješenim kabelima bile ostvarene u SAD sa pogonskim naponima od 4, 6, 12 kV, kao efikasno sredstvo protiv dugih i čestih ispada iz pogona, koji su se pojavljivali u područjima pogođenim uraganima.

To je bila prilika za eksperimentiranje novim tipovima kabela i pribora te razradu ekonomičnog i brzog načina polaganja. Postojanje neprekidne izolacije, koja isključuje ili znatno smanjuje opasnost neposrednog dodira vodiča sa granama čini sječu grana ili drveća skoro nepotrebnom, a to je u pojedinim područjima bio odlučujući elemenat brzog razvoja ovog sistema.

Povoljno iskustvo u pogonu ovih prvih linija potvrdilo je uvjerenje da se može raspolagati tipom postrojenja, koje ima karakteristiku sigurnosti analognu podzemnim kabelima, uz znatno nižu cijenu koštanja. Upotreba zračnih kabela se tako proširila u SAD u mrežama srednjeg i niskog napona, ne samo u periferijskim i seoskim područjima, već također u naseljima većeg značenja.

U mnogim slučajevima utjecali su estetski razlozi, ali poseban utjecaj na razvoj imala je činjenica da se sa lakoćom rješavao problem prenatrpanih površina velikim građevinama i njima pripadajućim strukturama, ili drugim električnim i telefonskim vodovima. Vijesti iz američkog iskustva i dovoljan broj podataka sakupljenih u nedavno realiziranim talijanskim mrežama niskog napona (o kojima će biti riječi), danas omogućuju preciznije kritičko razmatranje osobina ovog tipa mreže, posebno da bi se moglo utvrditi upotrebu s gledišta naših ambijentalnih uslova i naše normalne tehnike distribucije, u odnosu na tradicionalna rješenja.

VODOVI SREDNJEG NAPONA

a) Opis

Napravit ćemo kratak pregled najvažnijih sastavnih elemenata instalacije ovješenih kabela za mreže srednjeg napona, onako, kako su do sada izvedene u Americi.

Iako ima primjera upotrebe kabela sa polietilenom ili polivinil-kloridom, najrašireniji tip za ovu upotrebu je onaj izoliran butilnom gumom opremljen žičanim oklopom, ili pokositrenim bakrenim vrpcama i prekriven plaštom od biprena. U američkim primjercima, oklop između izolacije i plašta primjenjuje se samo za napone veće od 5000 V. Zbog olakšanog spajanja i pravljenja odvojaka, uvijek se pribjegava upotrebi jednopolnih kabela, usnopljenih prema nekoliko tipičnih konstruktivnih rješenja:

— tri jednopolna kabela međusobno povezana, zatim ujedinjena pomoću cinčane ili bakrene vrpce, sa čeličnom žicom-nosačem. Nosač može biti pobakren (copperweld) često upotrebljen kao nul-vodič;

— tri jednopolna kabela već u fazi izrade povezani sa nosačem (bez pričvršćenja posebnim vezovima);

— međusobno paralelni kabeli, u fazi postavljanja učvršćeni pomoću dvije čelične ili bakrene žice u žicu-nosač, ovijeno spiralno oko snopa.

Ovaj je posljednji sistem sada najviše raširen, jer dozvoljava upotrebu sprave za vrlo brzu montažu nazvane »povezivač« (»legator« — »spinner«). Na prethodno po stupovima zategnutu žicu-nosač namjesti se »povezivač« koji se po žici pomiče vučenjem sa zemlje ručnom ili traktorskom snagom: na »povezivač« su namješteni svitci sa žicom za povezivanje, koji se spiralno okreću oko snopa brzinom ovisnom o brzini pomicanja »povezivača« po žici-nosaču, i tako čvrsto povezuju kabele na žicu-nosač. Jedna kolica postavljena ispred »povezivača« u pravcu kretanja skupljaju kabele i slažu ih uz žicu-nosač u trokutu sa vrškom prema dolje. Kabeli trebaju unaprijed biti rasprostrti po zemlji, ili se uzimaju direktno sa bubnjeva, koje nosi kamion po pravcu trase i ujedno vuče »povezivač«. Radi se sa duljinama kabela od 500 do 900 m. Postavljanje kabela na već zategnutu žicu-nosač pomoću »povezivača« odvija se vrlo brzo: oko 50 m na minutu. Kod svakog stupa treba uređaj prebaciti u drugo zatezno polje, što iziskuje desetak minuta. Spojevi, odvojci i završnice izoliraju se specijalnim vrpcama, koje ne zahtijevaju nikakvu naknadnu vulkanizaciju. U posljednje vrijeme upotrebljavaju se specijalni kompaundi od izolirajućih smola koje se primjenjuju u hladnom stanju uz upotrebu vrpca ili bez njih. O jednom i drugom načinu govorit ćemo detaljnije u poglavlju o mrežama niskog napona. Na spojevima oklopljenih kabela potrebno je također rekonstruirati metalni oklop namotavanjem između izolacione vrpce i plašta, bakrene žice zalotane na oklop kabela.

b) Ekonomska usporedba

Ako promatramo slučaj distributivnog voda, napona 10–15 kV na otvorenom terenu i stupovima cijena koštanja riješena sa ovješenim kabelima, prema sadašnjoj situaciji na tržištu, iznosi 4–5 puta više nego tradicionalno rješenje sa golim vodičima na izolatorima. Iz navedenog se vidi, da samo izvanredne prilike (nemogućnost sječe stabla, strogi zahtjevi za neprekidnost pogona, estetski propisi i t. d.) mogu na otvorenom terenu kod nas opravdati upotrebu ovog novog sistema vodova. Veću opravdanost upotrebe ovješenih kabela može se naći na onim trasama mreža srednjeg napona, koje se prostiru unutar naseljenih zona: t. j. koje prolaze kroz manje gradove ili koje se razvijaju uzduž periferije u svrhu napajanja serije manjih distributivnih trafostanica. Često je neizbježno postaviti ovakve vodove na stalke pričvršćene na građevinama, gdje ne postoje definitivna urbanistička rješenja, a gdje se pojavljuju osobite teškoće kopanja kanala za polaganje podzemnih kabela. Ovaj će način obično izazvati znatne konstruktivne teškoće (vjerojatno još uvećane strožim ograničenjima predviđenima novim »Normama za električne vodove«, koje su u toku izrade), skupa sa velikim izdacima za održavanje i zbog čestih premještanja uzrokovanih razvojem i preinakom građevina.

Dobro uzemljenje oklopa i ovjesnog materijala (žice, nosači, kuke, konzole) može pružiti odlične uslove za sigurnost, dok velika prilagodljivost svakoj trasi lako rješava prolaz kroz prenatrpana područja, pa je i u ovim slučajevima korisno razmotriti rješenja sa ovješenim kabelima. Kod jednake prenosne moći, cijene po kilometru ovog postrojenja ne razlikuju se mnogo od armiranih olovnih kabela sa impregniranim papirom položenih u kanale ili cijevi u zemlji. Rješenje ovješenim kabelima ima prednost u lakšem polaganju, većoj mogućnosti demontaže (u slučaju provizornog postrojenja) u lakom pronalaženju kvara i pojednostavnjenju izrade spojeva i završnica.

Završit ćemo ovaj kratki prikaz distributivnih mreža srednjeg napona zaključkom: u sadašnjem momentu i uslovima našeg tržišta primjena vodova u ovješenim kabelima može biti ekonomski opravdana samo u naročitim slučajevima i za sada nije vjerojatno, da se ovaj sistem može razviti na širokoj osnovi uz onaj dosad upotrebljavani tradicionalni.

MREŽE NISKOG NAPONA

a) Općenito

U mrežama niskog napona ostvarenim u Americi, primjenjuju tehniku, koja se ne razlikuje mnogo od opisanih u poglavlju o vodovima srednjeg napona.

One se najčešće sastoje od određenog broja vodiča ovješenih na istim stupovima sa vodovima srednjeg napona, te se protežu uz rub gradskih ulica. Tipovi kabela, pribor, izvedba kao i način postavljanja, u biti se ne razlikuju od razmatranog. Često se za potrošačke priključke upotrebljavaju samo noseći kabeli. Pred nekoliko godina kod nas se došlo do uvjerenja o potrebi realizacije mreža niskog napona u ovješenim kabelima, i smatralo se potrebnim posvetiti osobitu pažnju uređajima, koji se protežu unutar naselja: izgledalo je, da se baš na ovom području mogu do kraja iskoristiti specifične karakteristike ovog sistema, i koje će imati prednosti u odnosu na rješenje sa golim vodičima na konzolama i stalcima postavljenim na građevine.

S druge strane od ukupnog broja niskonaponskih mreža, koje nisu izrazito gradske, možemo smatrati da je veliki postotak onih koje su postavljene na građevinama, a to je sektor na kojem se sreću najveće teškoće kod konstrukcije i postavljaju česti zahtjevi za preinaku i premještanje.

Imajući u vidu spomenute vodove niskog napona studiran je tip postrojenja, koji će imati, koliko je moguće više, ove karakteristike:

– dovoljnu izolaciju, kako razmak vodova od građevina ne bi bio potreban ili sveden na najmanju mjeru, a uz to jednostavan pribor za ovješenje, bez stalka i konzola;

– prilagodivost bilo kakvoj nepravilnosti trase i mogućnost brzog i lakog premještaja;

– smanjen obujam i u vezi toga estetski izgled;

– mogućnost lakog izvođenja odvojaka ili priključaka bez upotrebe odvojnih kutija završnica i ostalog pribora;

– sigurnost protiv mehaničkog ili električnog oštećenja i lako rukovanje.

Iz opisa ovih karakteristika je očigledno, da je novi sistem distribucije studiran s namjerom da se, čim je više moguće, sačuvaju prednosti bilo vodova sa golim vodičima bilo vodova izvedenih u podzemnim kabelima, uz suradnju proizvođača kabela i prilagođujući iskustva iz američkih ostvarenja našim ambijentima. Isto je tako utvrđen i način izvedbe, koji će ovdje biti detaljno opisan.

Iako se mogu zamisliti rješenja, koja se razlikuju od opisanih, te iako se još sada vrše eksperimenti i ispitivanja usmjerena na poboljšanje tehničkih osobina i smanjenja cijene koštanja, smatramo potrebnim referirati o ovom posebnom tipu konstrukcije, jer je on sretno prošao eksperimentalni period (neke su mreže u pogonu već oko tri godine a da nisu ustanovljeni bilo kakvi nedostaci). Na osnovu broja izvedenih uređaja ukupne duljine od oko stotinjak kilometara vodova, možemo ocijeniti ekonomske pokazatelje, koji su statistički vrijedni.

b) Opis uređaja

Materijali, koji dolaze u obzir za izvedbu uređaja jesu:

– jednopolni kabeli izolirani gumom sa plaštom od biprena,

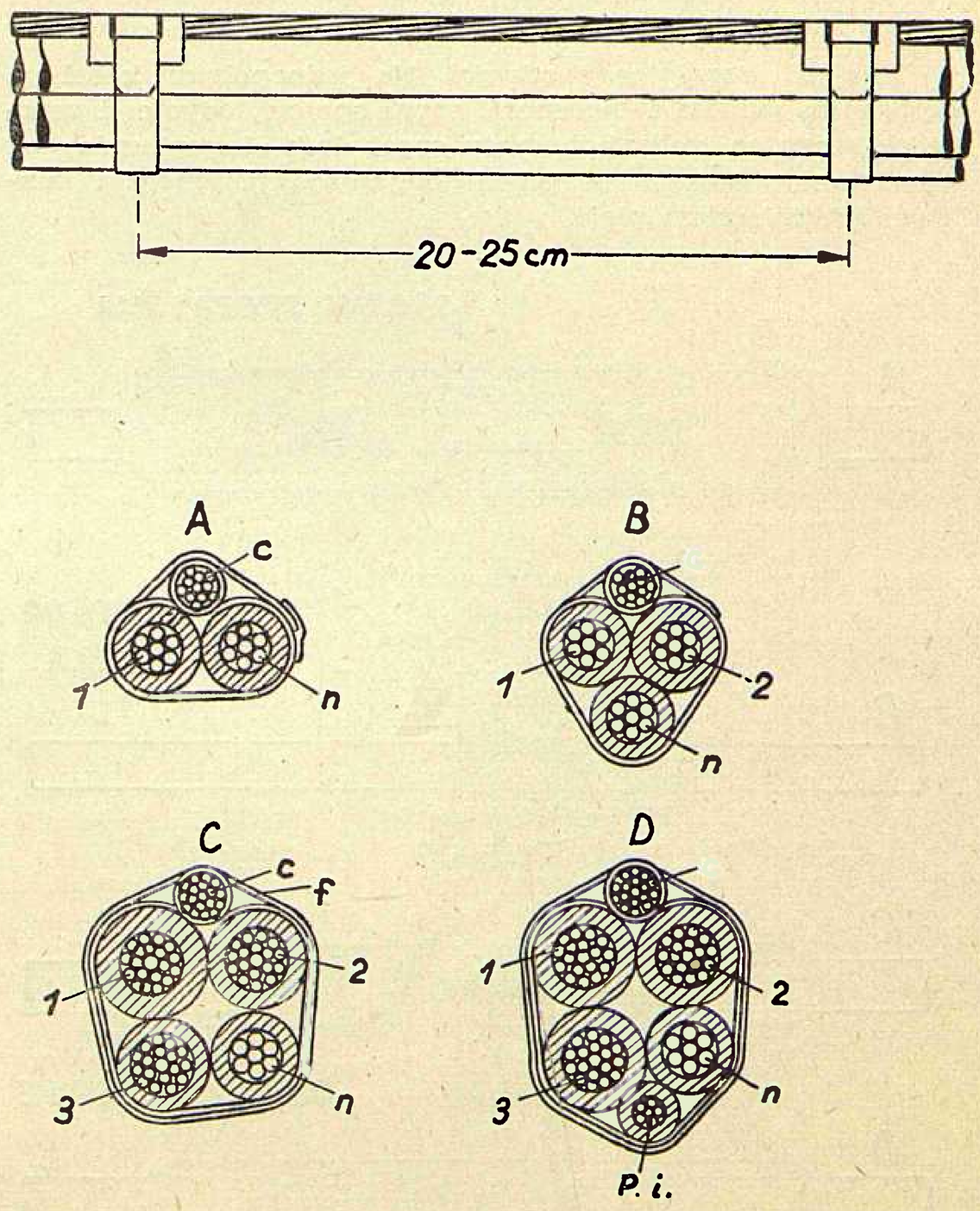
– čelično pocinčano uže promjera 5,4 m/m i 8 m/m, prekidne čvrstoće 60 kg/mm² sa odgovarajućim priborom (oka za učvršćenje, odstojne kuke, obujmice za držače i t. d.),

– cinčane obujmice – nosači kabela različitih dimenzija i tipova,

– specijalne izolacione vrpce za spojeve, odvojke i završnice,

– odvojne kutije i kutije za sekcioniranje.

Kabeli. Izbor jednopolnih kabela proistekao je iz tehničkih i ekonomskih razloga (cijena »n« jednopolnih kabela općenito je manja od n-tropolnog kabela); glavni je pak razlog u zahtjevu, da se na skladištu čim više smanji broj raznih artikala i veća operatinost i sigurnost, koju pružaju jednopolni kabeli, kod izvođenja spojeva, završnica i odvojaka. Kabeli izolirani gumom sa plaštem od biprena, kao i oni sa izolacijom i plaštom od polivinil-klorida odlično služe ovoj vrsti primjene: do sada je davana prednost prvom osobito zbog bojazni od mehaničkog naprezanja kod niskih temperatura, kojima može biti izložen kabel na rasponima. Ipak je u toku konstrukcija nekoliko eksperimentalnih postrojenja koje primjenjuju drugi tip kabela (polivinil-klorid) koji ima prednost u boljoj kvaliteti izolacije plašta, boljoj nepromočivosti i lakšoj mogućnosti raspolaganja raznim bojama.



Sl. 1. Raspored pričvršćenja kabela

A) Faza i nulvodič. B) Dvije faze i nulvodič. D) Tri faze i nulvodič za javnu rasvjetu. E) Pocinčano ovjesno uže. F) Ovjesna obujmica. n) Nulvodič. p. i.) Vodič za javnu rasvjetu. 1–2–3) Fazni vodič

Formiranje vodova. Početno su za studij uzeta u obzir dva rješenja i to ono sa kabelima, usnopljenim već u fazi izrade u tvornici, pomoću metalne vrpce spiralno ovijene oko snopa, kao i drugo rješenje koje predviđa usnopljavanja skupa sa žicom-nosačem (sa korakom namatanja dovoljno širokim da omogućava razdvajanje vodiča). Ova dva rješenja u općenitoj su upotrebi u Americi, a imaju prednost u brzini postavljanja. Drugo je rješenje bilo ubrzo kod nas odbačeno, zbog potrebe izvanredne pažnje kod postavljanja, kao i zbog velikih teškoća, da se u tvornici izrade snopovi od 4 ili 5 kabela. (Poznato je da se u mrežama niskog napona, koje ovdje razmatramo, često nalazi »peti vodič« određen za napajanje svjetiljki javne rasvjete).

Prvo je rješenje (kabeli ranije usnopljeni i u fazi montaže ovješeni na uže-nosač) u nekoliko slučajeva eksperimentirano, te se potom zaključilo da pretjerana težina svitka, a osobito teškoća čuvanja u skladištu, koje proizlaze iz brojnih kombinacija broja i presjeka vodiča, koji su praksi potrebni, ne može biti kompenzirana mogućnošću brže montaže.

Napokon je odabran raspored po kojem kabeli voda stoje međusobno paralelno. Kabeli se sastavljaju i pričvršćuju na uže u fazi montaže voda, pomoću pribora, koji će kasnije biti opisan.

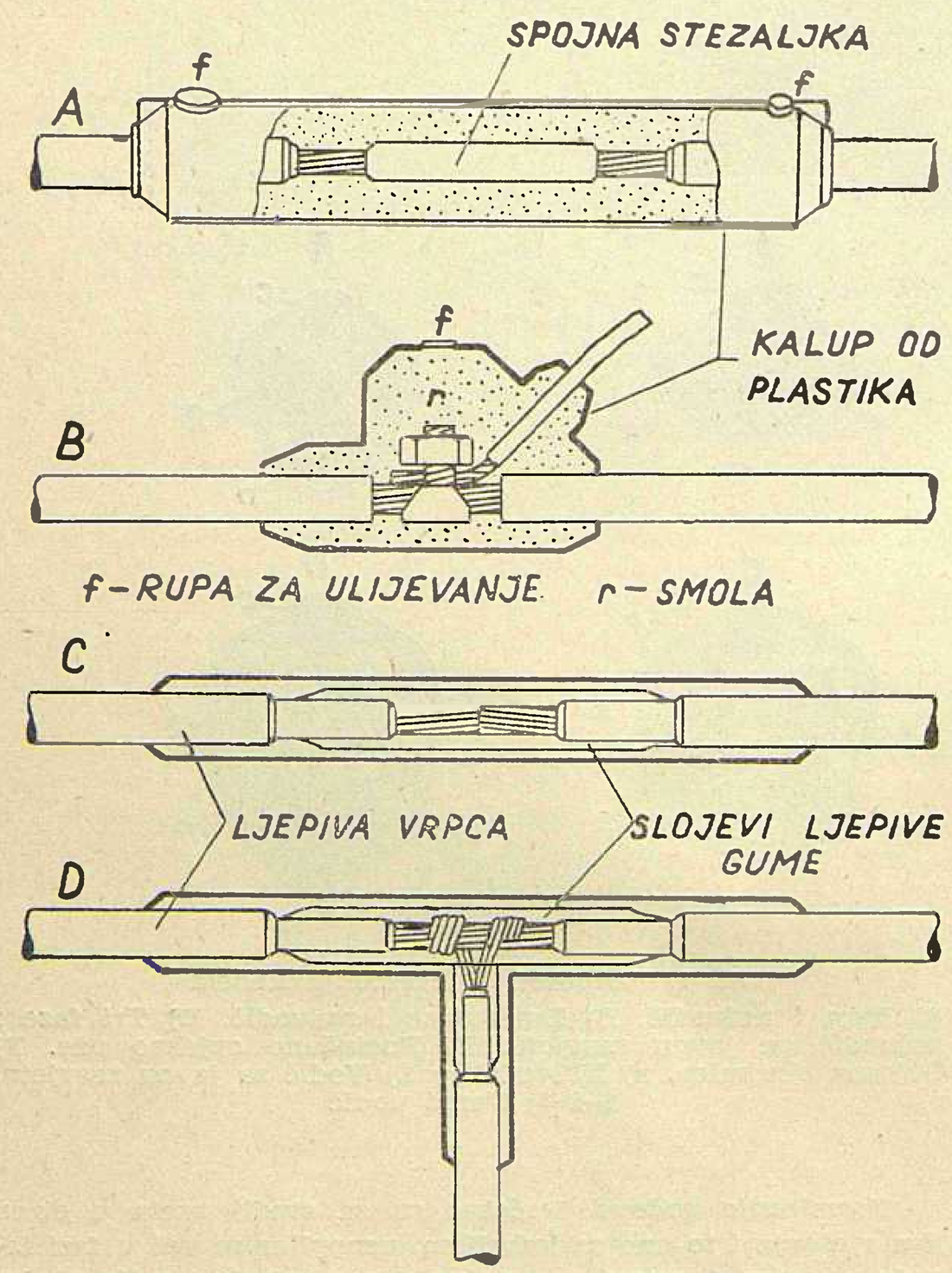
Prema broju potrebnih vodiča, vod se sastavlja na različite načine kako prikazuje sl. 1.

Pričvršćenje kabela uz uže-nosač vrši se u fazi montaže voda pomoću vezova, sa metalnim obujmicama u razmacima od 20–25 cm. Na taj se način ostvaruje čvrsta veza između kabela i užeta-nosača, osigurava se ravnomjernija raspodjela težine kabela duž raspona i olakšava se izoliranje spojeva i odvojaka.

Već smo spomenuli američki običaj, da upotrebljavaju žicu-nosač kao nul-vodič sistema.

Ispitana je također i ova mogućnost uz pretpostavku užeta-nosača iz »copperwelda« ili iz kadmiziranog bakra: nije bilo izgleda, u uslovima našeg tržišta, da ta upotreba pokaže bilo kakvu prednost, osobito vodeći računa o vodljivosti potrebnoj za nul-vodič u postrojenju sa uzemljenim zvjezdištem, koja vrlo često mora biti istog reda kao i ona faznih vodiča.

Spojevi, završnice i odvojci. Na jednopolnim kabelima izoliranim gumom i biprenom, ravni spojevi, odvojci i završnice mogu se izolirati pomoću specijalnih »kompaunda« od izolacionih smola ili se putem ovijanja vrpci može rekonstruirati izolacija i plašt.

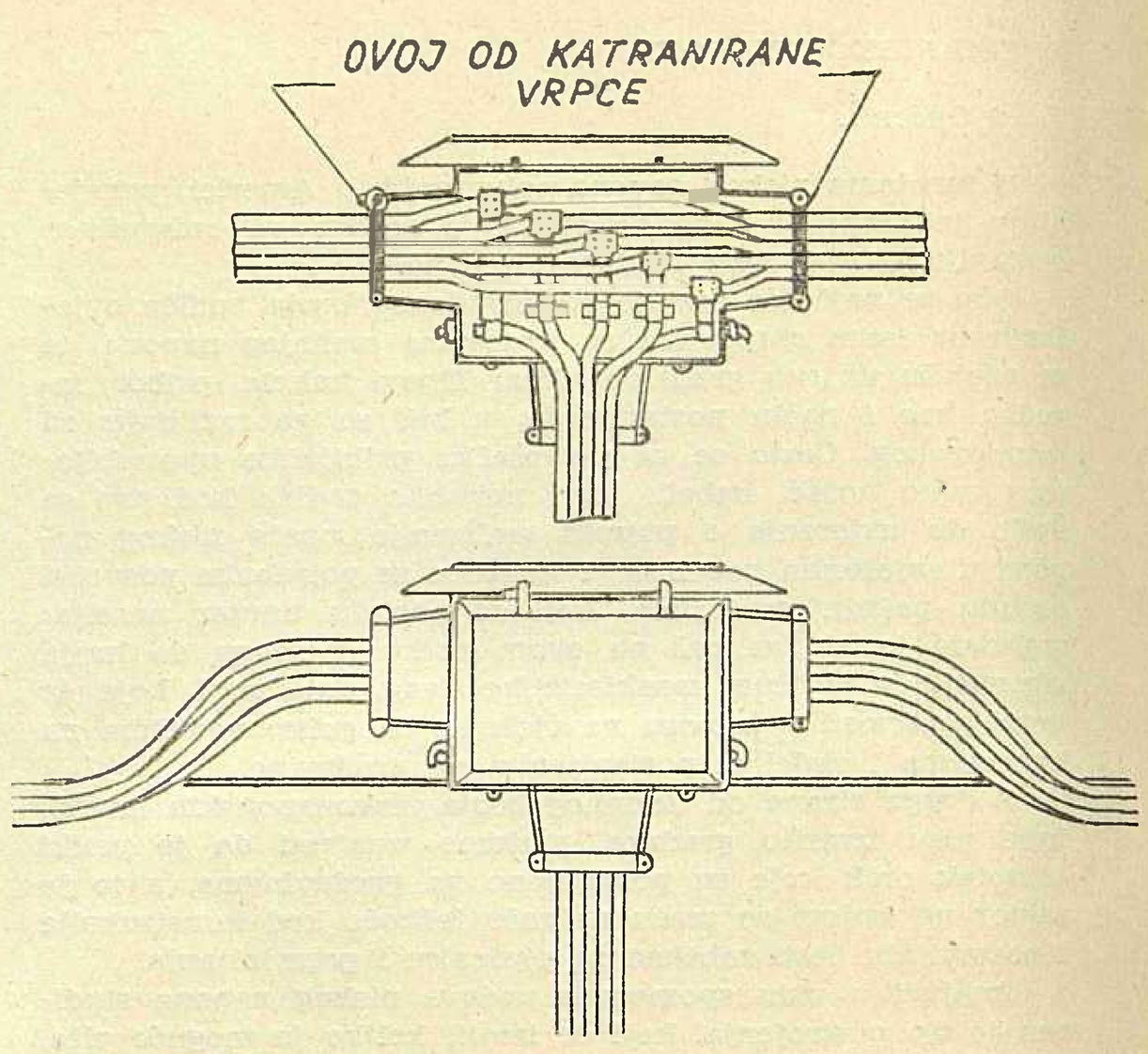


Sl. 2. Ravne i odvojne spojke na jednopolnim kabelima s gumom i biprenom

U prvom slučaju (A i B u slici 2) nakon što se postavi kalup od plastika (koji se nakon završenog rada može skinuti), pripremi se »kompaund« u hladnom stanju, primiješaju se izolacione smole u tekućem stanju sa specijalnim aktivatorima, te se neposredno ulije u kalup. U brzom procesu polimerizacije mješavina trajno otvrdne za 10–20 minuta. Spojevi izvedeni na taj način imaju male dimenzije uz odlične električne i mehaničke karakteristike, praktično su neosjetljivi prema atmosferskim utjecajima i prema normalnim pogonskim temperaturama.

U drugom slučaju (C i D u sl. 2) primjenjuju se vrpce od samovulkanizirajuće gume i vrpce od polivinil-klorida odgovarajuće plastificiranog i ljepljivog.

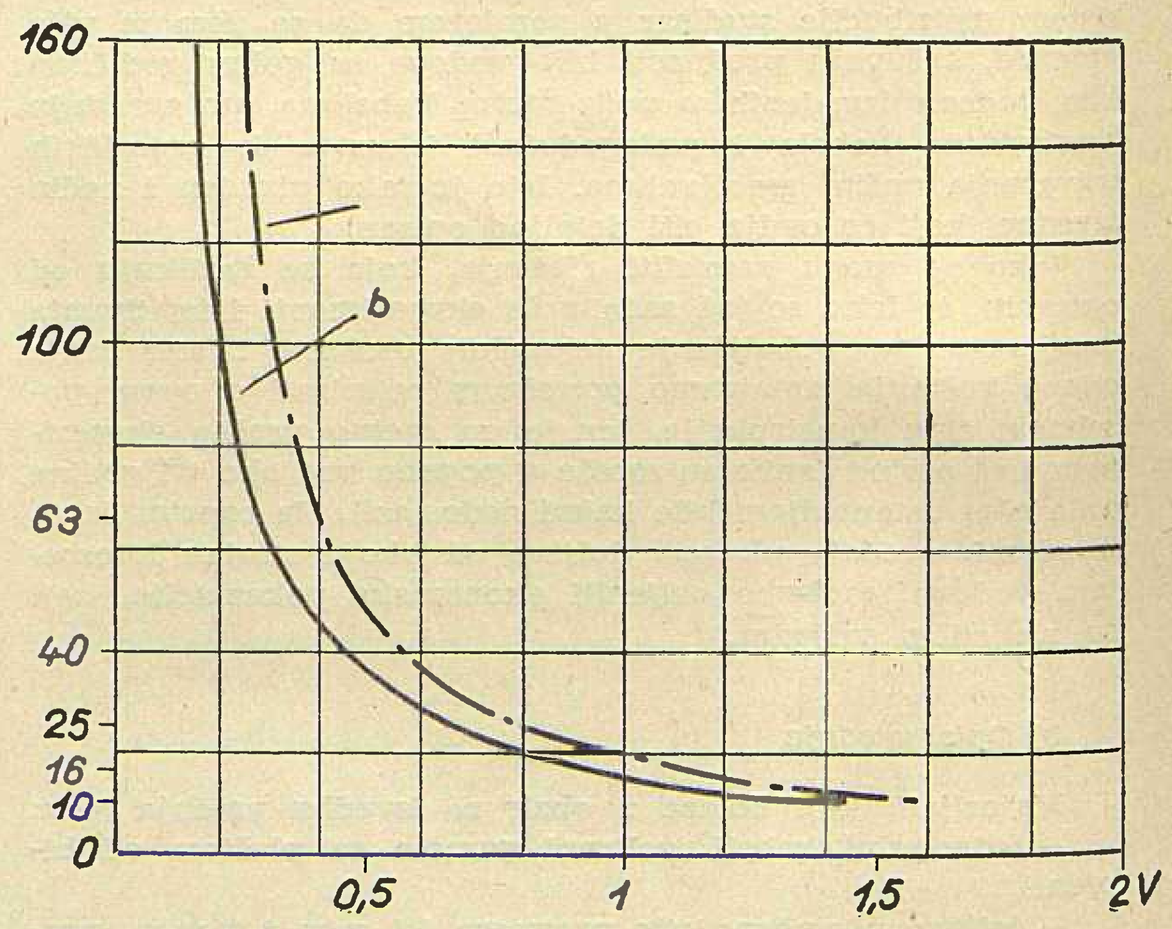
Ovaj drugi način ima prednost, što se tiče brzine obrade i cijene. U praksi se postupa na slijedeći način: nakon što se sa vodiča skine izolacija na odgovarajućoj duljini izvrši se spajanje lotanjem ili ovijanjem vodiča, a zatim se na dijelu između dva kraja plašta namota u naizmjeničnim slojevima, dva tipa gumenih ljepljivih vrpci, sa malim prekrivanjem, dobro zategnutih, da između slojeva ne ostane zatvoren zrak. Gumene se vrpce vulkaniziraju na hladno i tvore jednu cjelinu, ali moraju biti zaštićene od vlage i svijetla, te se u tu svrhu prekriju ljepljivim vrpcama iz polivinil-klorida koje imaju odličnu izolacionu karakteristiku, osobito otpornu atmosferskim uticajima.



Sl. 3. Odvojna kutija i odvojak s prolaznog glavnog voda

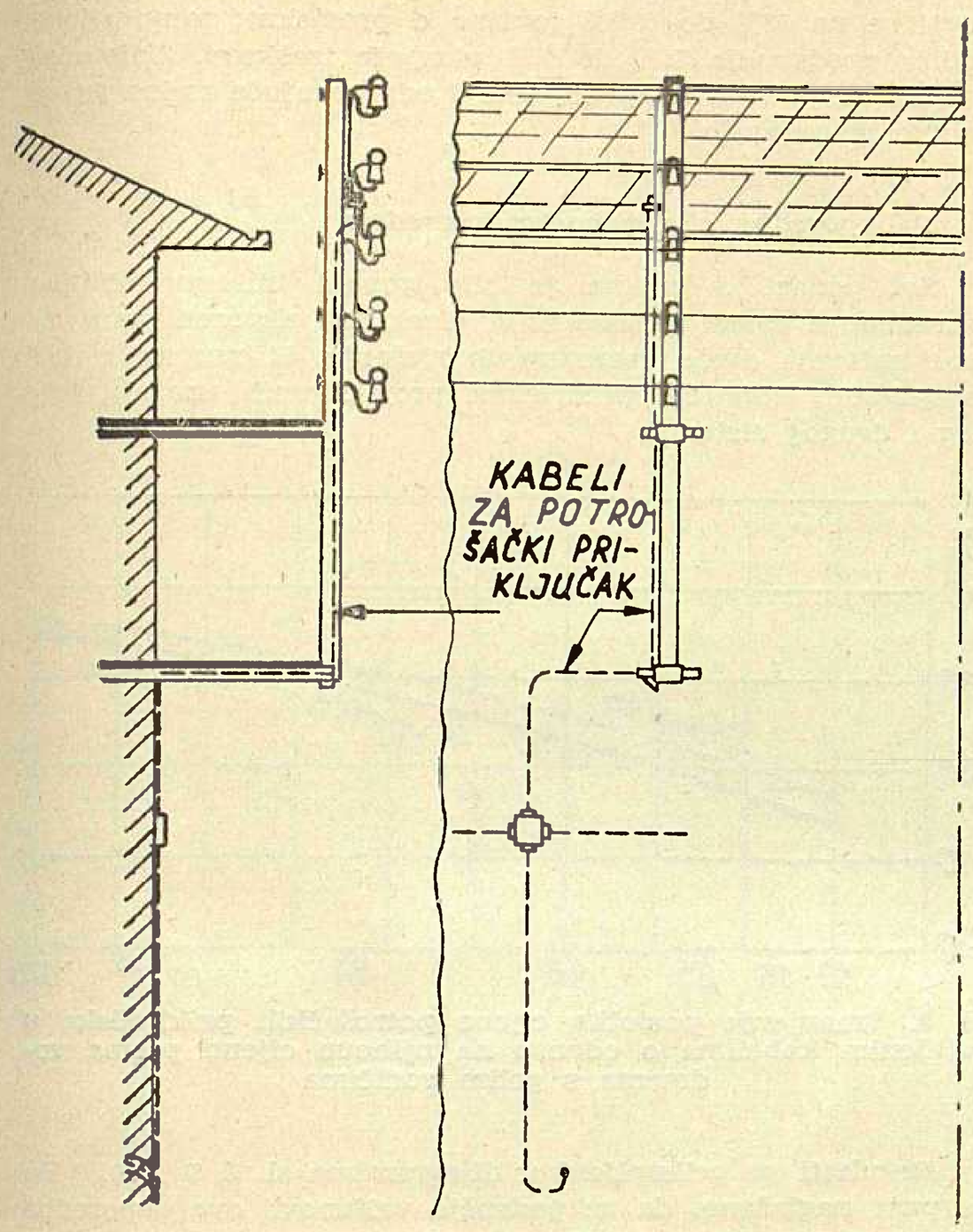
Specijalne kutije za odvojke i razdvajanja. Ove se kutije (sl. 3) postavljaju u točkama odvajanja većih ogranaka od glavnog voda, te imaju isključivo zadatak olakšati eventualno traženje kvara i omogućiti brzo sekcioniranje mreže.

U svakom slučaju broj ovih uređaja za sekcioniranje ograničava se na minimum, a njihov se položaj odabire prema zahtjevima pogona (na pr. na dodirnim točkama dviju mreža napajanih iz posebnih trafostanica).



Sl. 4. Pad napona po km A (cos φ = 0,8)
a) Vod s golim vodičima (razmak vodiča oko 30 cm)
b) Vod s ovješenim kabelima

Postavljanje (montaža). Osobito kod mreža oslonjenih na građevine, potrebno je pažljivo izabrati trasu, da po mogućnosti slijedi spretne rubove i izbočine na građevinama. Među raznim mogućim trasama odabire se ona, koja će biti najpristupačnija mjernim grupama radi pravljenja odvojaka



Slika 5.

na način da potrošački priključci budu čim kraći. Zatim se pristupa izboru i uzidavanju nosećih i zateznih kuka i potom montaži užeta odnosno žice-nosača.

Kabeli se montiraju nakon što je sav ovjesni materijal već postavljen. Na jednom kraju trase postave se kabelski bubnjevi na podnošcima za odmotavanje, krajevi se jednopolnih kabela povežu skupa te se pričvrste na povlačno uže i razvlače preko kolotura sa više kotača, postavljenih na istaknutim točkama i skretanjima trase, zatim se snop kabela pričvrsti na žicu-nosač pomoću obujmica od cinka. Radi se na duljinama kabela od 250 m.

Na kraju se pristupa izradi spojeva nastavaka i ogranaka, kao i eventualnoj montaži kutija za sekcioniranje mreže. Slika 8 prikazuje odvojnu točku potrošačkog priključka.

c) Prednosti sistema

Konstrukcija mreža niskog napona prije opisanim načinom i prva iskustva iz njihova pogona potvrđuju niz prednosti u odnosu na tradicionalna rješenja na stalcima i konzolama. Osim onih ranije više puta istaknutih (prilagodljivost bilo kojoj trasi, estetskiji izgled i t. d.) vrijedno je posebne pažnje također slijedeće:

– osjetno smanjenje duljine kabela potrošačkih priključaka,

– velika sigurnost u pogonu: praktično su isključeni kvarovi uslijed snijega, jakih vjetrova, slučajnih spojeva,

– manji pad napona, kod jednakog opterećenja: manji pad napona u odnosu na zračne vodove pokazuje sl. 4. Zbog njihove niske reaktance, pad napona duž voda, praktično se ne mijenja sa promjenom faktora snage, što dozvoljava ispravniji pogon.

EKONOMSKA USPOREDBA IZMEĐU MREŽA NISKOG NAPONA SA GOLIM VODIČIMA I MREŽA SA OVJEŠENIM KABELIMA

Očito ove prednosti nisu same za sebe dovoljne da opravdaju upotrebu ovog novog sistema distribucije, ako ne bi bile popraćene dovoljno preciznim ekonomskim rezultatima, bilo za cijenu koštanja uređaja, bilo za cijenu koštanja pogona i održavanja.

Za ovu posljednju do danas nije moguće raspolagati dosta sigurnim podacima, budući da se radi o relativno novim mrežama; tokom prvih godina pogona nisu se ukazali nedostaci i kvarovi, te se ne može još dati precizne podatke o cijeni koštanja, već se može samo opravdano naslućivati.

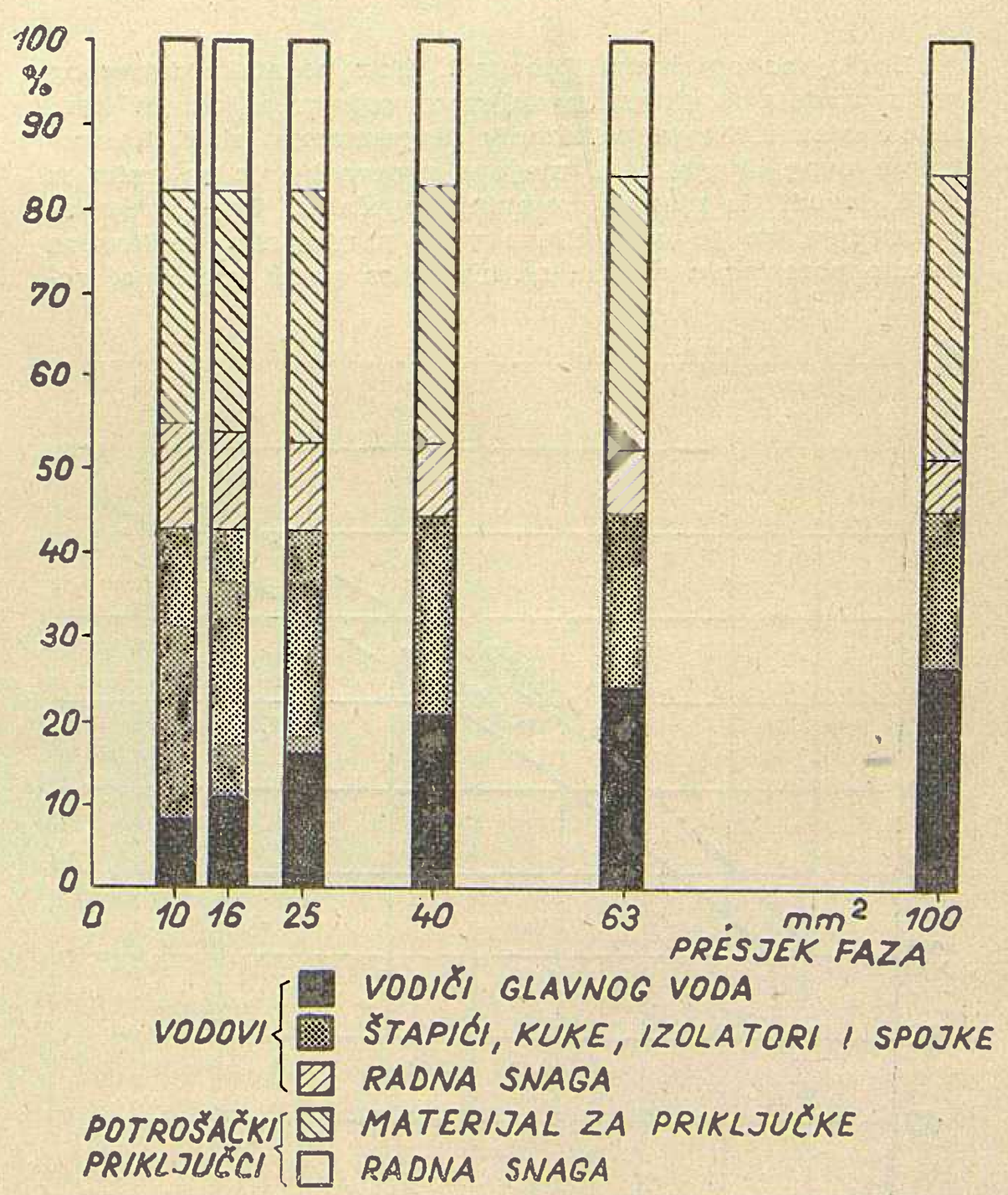
O cijeni koštanja moguće je naprotiv razviti podrobniju usporedbu.

Suvišno je napomenuti da na ovu usporedbu utječu osobine ambijenta, posebno što se tiče trase. Ograničivši se na promatranje slučaja mreža u izgrađenim područjima s posebnim osvrtom na distribuciju, koja nije izrazito gradska (uređaji u malim naseljima, ili u većim mjestima gdje još ne postoje ekonomski uvjeti koji bi opravdali izvedbu u podzemnim kabelima) može se smatrati da podaci, kojima raspolažemo već sada, mogu dati zaključke opće vrijednosti.

Važno je ipak ponoviti, da je vrijednost takvih zaključaka ograničena na ekonomsku usporedbu uređaja u ovješenim kabelima oslonjenim na građevine (sa rijetkom upotrebom stalaka) i vodova sa golim vodičima oslonjenim na iste građevine pomoću stalaka i konzola.

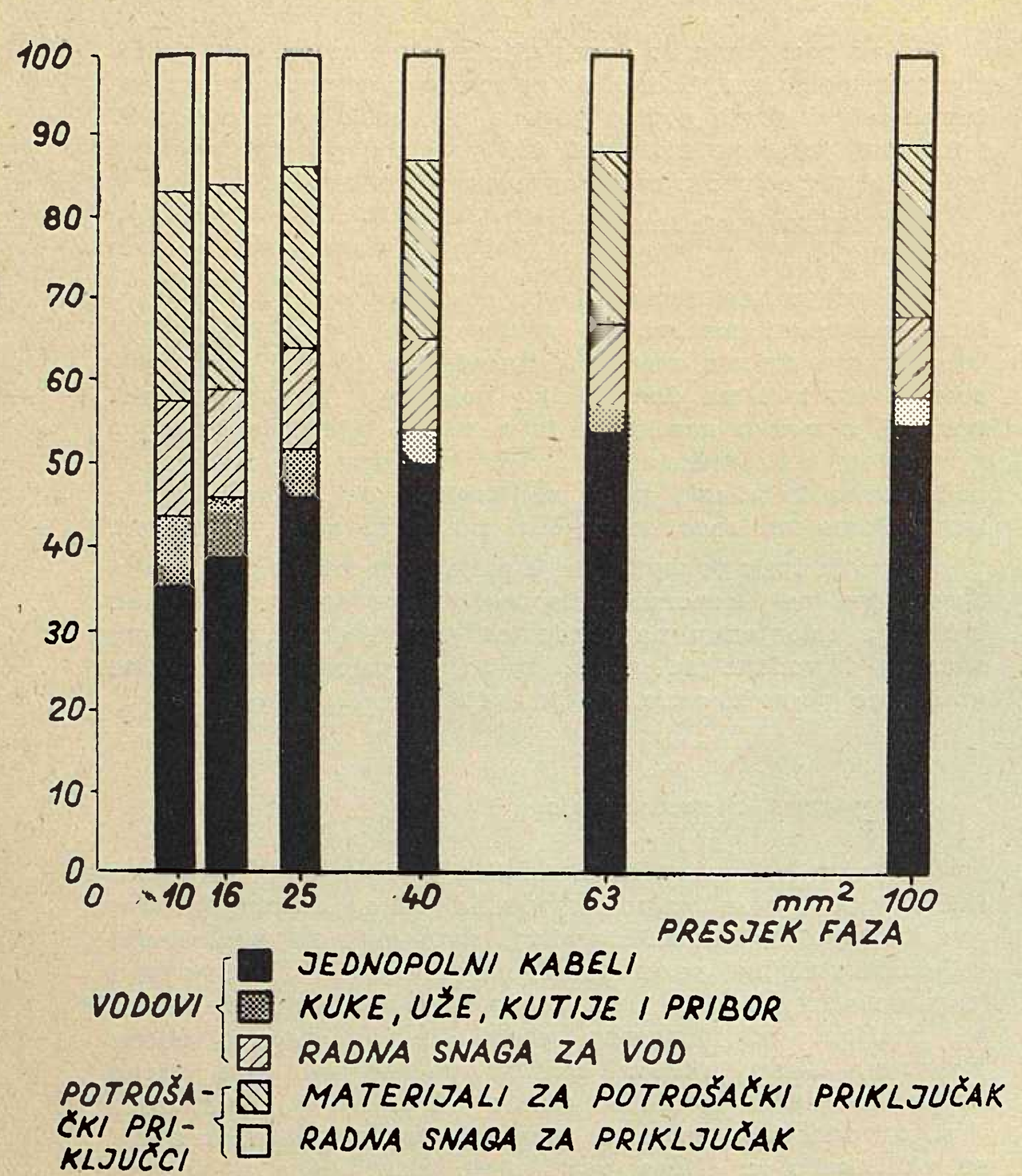
a) Struktura cijena uređaja

Uređaj sa golim vodičima. Analiza je provedena na osnovu zbirnih podataka o brojnim mrežama niskog napona seoskog tipa, sa 4 ili 5 bakrenih vodiča, oslonjenih na pocinčanim željeznim stalcima, postavljenim na građevine (sl. 5). Odvojci k potrošačima izvedeni su višepolnim gumenim kabelima sa plaštom od biprena: uzeta je u račun cijena koštanja, čitava njihova duljina do brojila (bez cijene brojila). Izvedena struktura cijena prikazana je dijagramom u sl. 6 i odnosi se na razne presjeke faznog vodiča. Iz njega se vidi, kako je cijena potrošačkih priključaka u svakom slučaju vrlo blizu 50% cijene čitavog postrojenja; udio cijene bakra u zračnim vodovima varira od 7% do 26,5% sa povećanjem presjeka; odnosna cijena radne snage ide od 30,5% do 21%.



Sl. 6. Sastav troškova nisko-naponskog uređaja s golim vodičima.

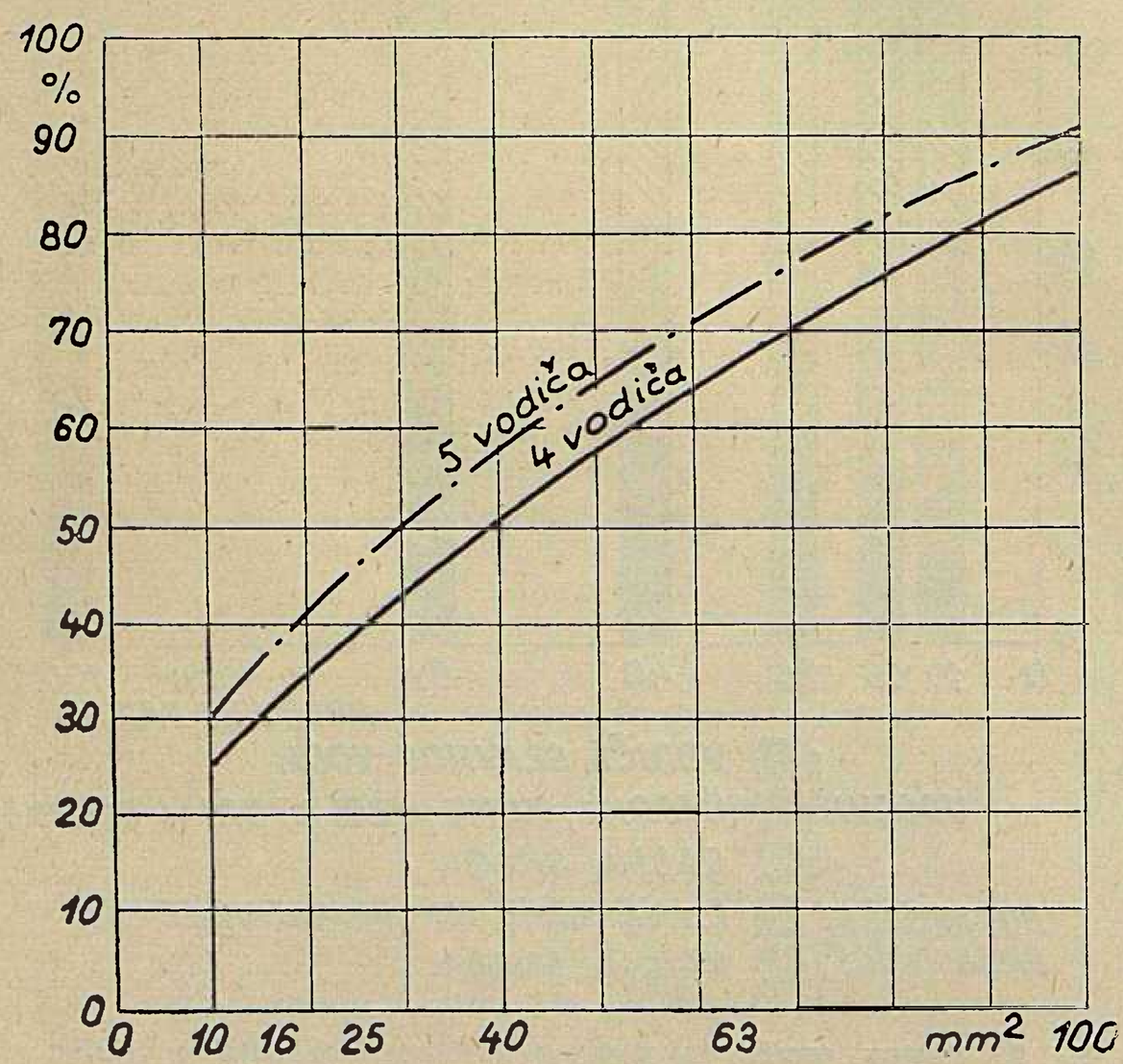
Vodovi sa 4 vodiča (4×10; 4×16, 3×25+1×16; 3×40+1×25; 3×63+1×40; 3×100+1×63)



Sl. 7. Sastav troškova za niskonaponski kabel izoliran gumom i biprenom.

Vodovi sa 4 vodiča: 4 (1×10); 4 (1×16); 3 (1×25) + 1 (1×16); 3 (1×40) + 1 (1×25); 3 (1×63) + 1 (1×40); 3 (1×100) + 1 (1×63)

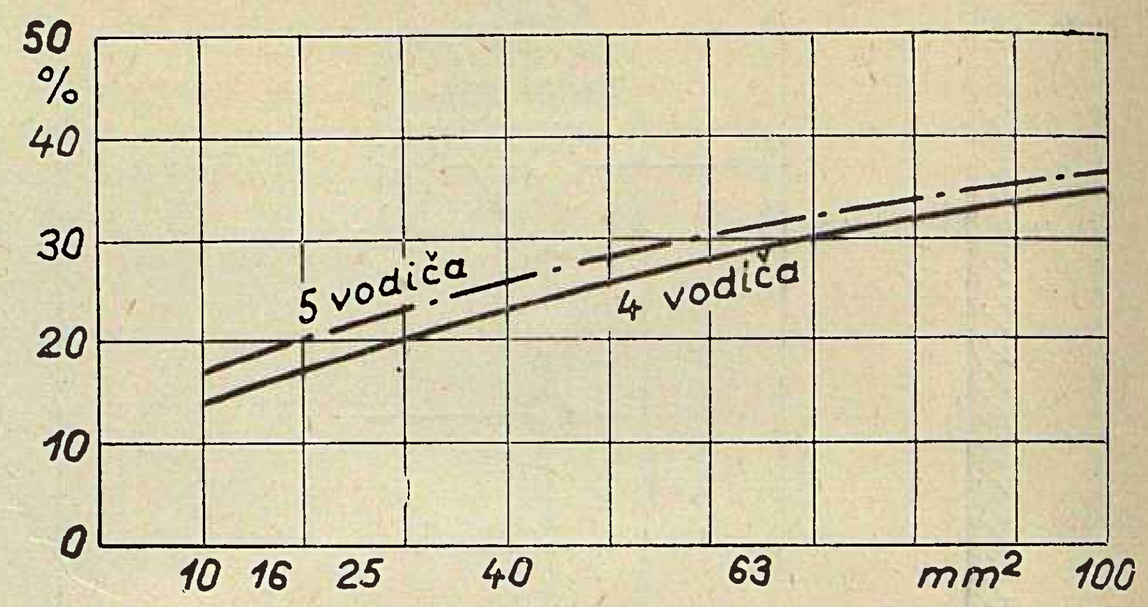
Uređaj sa ovješenim kabelima. Zbir podataka izvjesnog broja uređaja (s ukupnom duljinom vodova od oko 30 km), daje sastav troškova prikazanih diagramom u sl. 7. Razmatranje ovog dijagrama i njegovo uspoređivanje sa onim iz sl. 6 dovodi do niza interesantnih opažanja. Prije svega se primjećuje, da je udio cijene voda u ukupnim troškovima znatno porastao u odnosu na mrežu sa golim vodičima, popevši se na 58% do 68,5% (ovisno o prosjeku); samo cijena vodiča predstavlja 34% do 55% ukupnih troškova. Udio materijala za potrošačke priključke i odgovarajuće radne snage znatno se smanjio.



Sl. 8. Povećanje postotka cijene vodova u ovješenim kabelima u odnosu na vodove s golim vodičima

b) Usporedba cijene koštanja uređaja

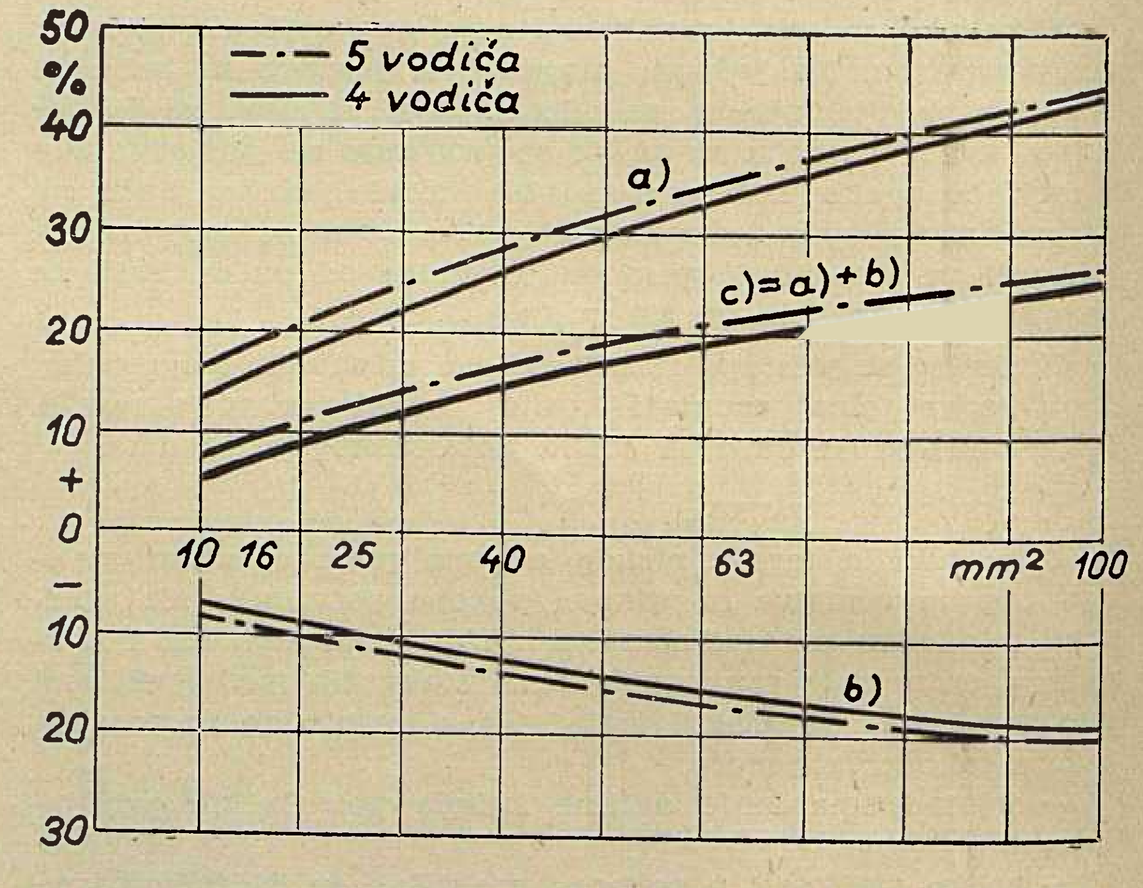
Svi podaci o kojima je bilo govora bili su brižljivo razrađeni u svrhu postizavanja direktnog uspoređivanja cijene koštanja dvaju razmatranih rješenja. U ovu svrhu bili su jednako korišteni predračuni projektiranih uređaja jednog i drugog sistema.



Sl. 9. Smanjenje postotka cijene potrošačkih priključaka u ovješenim kabelima o odnosu na njihovu cijenu prema vodovima s golim vodičima

Rezultati su prikupljeni u dijagramima sl. 8, 9 i 10. Više je puta naglašeno, da se područje valjanosti ove usporedbe odnosi na prosjek slučajeva, koji se u praksi pojavljuju u mrežama niskog napona, unutar naselja; osobito što se tiče sastava napajanih potrošača i teškoća u trasi vodova.

Sl. 8 daje postotak uvećanja cijene rješenja sa ovješenim kabelima, koja se odnose na same vodove (bez potrošačkih priključaka). Odmah se može zapaziti kako postotak uvelike ovisi o presjeku faznih vodiča.



Sl. 10. Variranje postotaka, koji se odnose na cijenu kompletnog uređaja u golim vodičima
a) Samo glavni vod u ovješenim kabelima
b) Samo potrošački priključci od glavnog voda u ovješenim kabelima
c) Kompletni uređaj s glavnim vodom u ovješenim kabelima

Za vod sa 5 vodiča od 30% za presjek 10 mm² diže se na cca 90% za presjek od 100 mm² (presjek vrlo rijedak u promatranim tipovima mreža). Ovo je jasno, uzimajući u obzir uštedu ovjesnog materijala, koju omogućava rješenje u ovješenim kabelima, a koji ostaje nepromijenjen za bilo koji presjek vodiča. Veća cijena kabela naprama golom vodiču, ističe se naprotiv znatno jače za veće presjeke vodiča.

Nižu cijenu za potrošačke priključke postignutu rješenjem u ovješenim kabelima pokazuje sl. 9. I u ovom

slučaju procenti se također odnose samo na cijenu potrošačkih priključaka. Kao što je već rečeno ova je ušteda postignuta manjom duljinom ovih priključaka, te je posljedica mogućnosti vođenja trase vodova u ovješenim kabelima vrlo blizu točki predaje energije potrošaču. Ova niža cijena ovisi, također, i ako u manjoj mjeri, o prosjeku vodiča glavnog voda, jer statistički gledano većem presjeku vodiča glavnog voda odgovara veća duljina i presjek kabela potrošačkih priključaka.

Napokon je u sl. 10 izložen pregled ekonomske usporedbe, cijene rješenja u ovješenim kabelima i golim vodičima, u vidu postotka u odnosu na cijenu kompletnog uređaja (vod i potrošački priključci) izvedenog golim vodičima.

Treba istaknuti, da manja cijena potrošačkih priključaka predstavlja s ekonomskog gledišta veću prednost rješenja u ovješenim kabelima, i uspijeva u znatnoj mjeri nadoknaditi veće troškove za glavne vodove.

Krivulja C pokazuje usporedbu, koja je na kraju i najvažnija: iz nje se vidi kako za presjeke 16-25-40 mm² (najčešći u razmatranim mrežama) veća cijena rješenja u ovješenim kabelima varira (za vod sa 5 vodiča) od 10% do 18% cca.

ZAKLJUČAK

Dok na području vodova srednjeg napona izgleda teško za sada naći povoljnu primjenu ovješenih kabela, ekonomski rezultati i prva iskustva u pogonu mreža niskog napona, koje su izvedene ovim sistemom mogu se staviti uz bok tradicionalnim rješenjima (podzemnim kabelima i golim vodičima), bar što se tiče mreža unutar naselja.

Veća cijena kompletnog uređaja u odnosu na mreže sa golim vodičima može se smatrati da je svedena na skromni postotak, vjerojatno je ta cijena već sada prihvatljiva imajući u vidu manje troškove pogona i održavanja i bolje uslove za sigurnost. S druge strane može biti i niža za slučaj kad se pojave na trasi teškoće (uske i krivudave ulice građevina nejednakih visina i nepravilno poredane) koje u praksi nadilaze prosjek na koji se odnose dijagrami.

Opravdano je pretpostaviti da će se u bliskoj budućnosti postići daljnje uštede u troškovima kompletnog uređaja, preinakom i usavršavanjem dosad primijenjenih materijala i poboljšanjem metoda postavljanja.

(Dott. ing. L. Novelli – Dott. ing. G. Carnicella »L'Energia elettrica« br. 1/1959)

Preveo: Vinko Cvjetković, Dubrovnik

Posjet belgijskoj elektroprivredi

Zdenko Sakar, Zagreb

Između 19. rujna i 2. listopada 1958. godine uzvratili su posjet belgijskim elektroprivrednim stručnjacima elektroprivredni stručnjaci iz Jugoslavije. Uzvratni posjet organiziralo je Elektrotehničko društvo Hrvatske. Delegaciju je vodio generalni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske drug Miloš Damjanić, a sastojala se iz predstavnika Zajednice, poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije, investitorskih projektantskih poduzeća i Instituta za elektroprivredu, u svemu 14 osoba.

U Belgiji je organizaciju prijema i posjeta postrojenjima preuzela: »La Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique« (F.P.E.).

Program je imao tri dijela:

1. Upoznavanje s elektroprivrednom organizacijom putem organizatora ekskurzije, te posjet Ministarstvu za privredu – Direkciji za električnu energiju.

2. Službeni posjet paviljonu »Energie Electrique«, paviljonu »Génie Civil« i »Constructions Industrielles«, kao i paviljonu »Organismes d'Etudes et de Controle« na internacionalnoj izložbi u Bruxellesu.

3. Posjet elektroprivrednim pogonima za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije, dispečerskim centrima, te projektantskim i studijskim poduzećima.

Organizator je uspio da našoj delegaciji u relativno kratkom vremenskom intervalu prikaže svu kompleksnost belgijske elektroprivrede. U ovom članku daju se podaci skupljeni u prvom dijelu programa posjeta.

Posjet Ministarstvu za privredu – Direkciji za električnu energiju

U Ministarstvu za privredu – Direkciji za električnu energiju, dan je sa službene strane prikaz današnjih elektroprivrednih odnosa u Belgiji.

Na početku posjeta bilo je već jasno, da je organizacija belgijske elektroprivrede složena, jer na nju djeluju različiti unutarnji i vanjski utjecaji. Osnovni princip odnosa proističu iz dispozicija »Zakona o distribuciji električne energije« od 10. ožujka 1925.

Zakonom su utvrđeni okviri unutar kojih treba da se vrši proizvodnja, transport i distribucija električne energije s konačnim ciljem da se korištenje elektriciteta stavi svima na raspolaganje koliko to postojeći uslovi dozvoljavaju.

Kako u svim zemljama tako se smatra i u Belgiji da je distribucija električne energije javna služba za čije stvaranje i organizaciju mora vlast poduzeti potrebne mjere, tako da ova služba bude po Zakonu povjerena specijalnoj organizaciji koja je dužna da je osigura.

Vlast ima nekoliko mogućnosti da osigura neku javnu službu i to:

putem eksploatacije u vlastitoj režiji;
kooperacijom između više nosilaca vlasti;
koncesijom privatnom sektoru u suradnji s raznim upravama ili izravnim nadzorom vlasti nad djelovanjem privatnog sektora.

Sl. 1. Učesnici posjeta ispred TE Ruien

Izvaci i osvrt na Zakon od 10. III. 1925.

Proizvodnja. Za ilustraciju stanovišta u pogledu prava proizvodnje električne energije neka posluži ovaj citat iz Zakona: »Svako fizičko lice može proizvoditi električnu energiju za svoju vlastitu potrebu ili za distribuciju, te mu u tu svrhu nije potrebna neka posebna dozvola«.

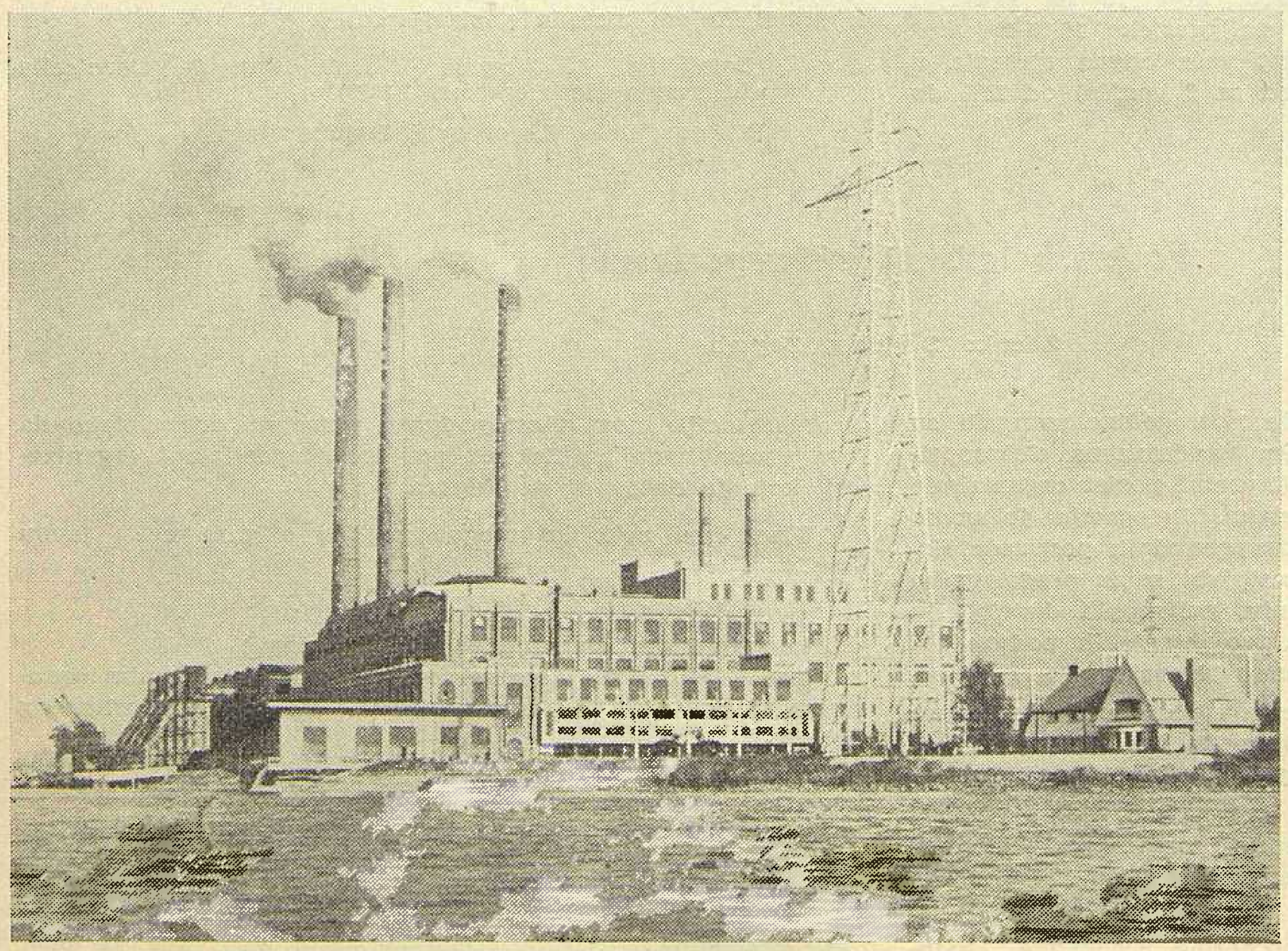
Zakon daje isto pravo i mogućnost privatniku, državi, pokrajinama, općinama i udruženjima općina, da vrše snabdijevanje potrošača i to naročito i u slučaju eventualnih manjkova.

Transport. U pogledu prijenosa električne energije, u Zakonu se nalaze i ove odredbe: »Vršenje transporta električne energije je potpuno slobodno, ukoliko se proizvađač ne služi javnim dalekovodima«.

»Za gradnju novih dalekovoda, bez obzira na značaj, duljinu, napon i t. d., kao i za dobivanje dopuštenja za eksploataciju već postojećih javnih dalekovoda, potrebno je pribaviti »Ovlaštenje za prijenos električne energije«.

»Ovlaštenje« izdaje Direkcija za električnu energiju kao organ Ministarstva za privredu. Direkcija u svom djelokrugu vrši konzultiranja sa različitim zainteresiranim upravama, te određuje potrebno u svrhu usklađenja i dobivanja jedinstvenog zajedničkog gledišta i tumačenja.

Zakon ne dopušta korisnicima monopola distribucije (općine, vidi dolje), da se protive izgradnji dalekovoda u nizu slučajeva kod kojih bi takovo protivljenje bilo očito u suprotnosti sa javnim interesom. (Na pr. gradnja dalekovoda za razmjenu električne energije između pojedinih područja,



Sl. 2. Termoelektrana Schelle (250.000 kW)

a bez mogućnosti distribucije i prodaje energije; povezivanje elektrana većeg značaja; snabdijevanje velepotrošača posebnim dalekovodima iz elektrana ili većih trafostanica i t. d.).

Da se olakša razvoj prijenosa električne energije Zakon dopušta ili može dopustiti:

»prijelaz dalekovoda bez mogućnosti priključka iznad vodova privatnih vlasnika;

učvršćivanje nosača ili njihovo ukotvljenje na vanjskoj strani fasada, koje su okrenute prema električnim vodovima;

sječa drveća koje bi moglo izazvati kratki spoj ili oštetiti instalacije«.

Zakon dopušta »postavljanje stupova za dalekovod na privatnom neizgrađenom zemljištu koje nije ograđeno zidom ili drugom odgovarajućom ogradom, kao i polaganje kabela na takvim terenima«.

Nakon provedene ankete Direkcija za električnu energiju izdaje dozvolu za gradnju tražene linije, odnosno ovlaštenje za prijenos.

Navedeni su propisi omogućili da je znatno olakšana izgradnja glavnih dalekovoda za razmjenu električne energije.

Poduzeća koja su vodove izgradila dužna su prema Zakonu vlasnicima i stanarima dati odštetu za eventualno učinjenu štetu. Poduzeća ostaju i dalje odgovorna prema trećim licima za sve posljedice koje mogu nastati izgradnjom dotičnog objekta.

Distribucija. Prema Zakonu »Općine imaju monopol za javnu distribuciju električne energije na svom teritoriju, za svako snabdijevanje koje ne prelazi snagu od 1000 kW«.

Kod snaga od 1000 kW na više 85% potrošnje energije pripada elektromotornim pogonima. U području ovih snaga postoji slobodna konkurencija, no time, da općine mogu konkurentnim poduzećima nametnuti plaćanje pristojbe, koja može maksimalno postići 5% bruto prihoda dotičnog poduzeća. Općine se pretežno nisu koristile ovom za njih pogodnom mjerom.

Javnu distribuciju osigurava općina na slijedeće načine:

a) u vlastitoj režiji jedne općine ili skupine općina;

b) davanjem koncesije nekom društvu ili pojedincu.

Kao posljedica tih raznih mogućnosti rješavanja problematike distribucije došlo je do rasparčavanja ovog sektora.

Oblikovanje općina, udruženja općina, njihovi statuti, računi, zajmovi, eksproprijacije i t. d. podliježu odobrenju više vlasti — Ministarstvu unutarnjih poslova. Zadatak tog Ministarstva je u ovom slučaju da bude kontrolni organ koji ocjenjuje zakonitost, te štiti javni interes.

Direkcija za električnu energiju

Ministarstvo za privredu — Direkcija za električnu energiju, osim već prije spomenute djelatnosti, daje obavezna mišljenja i odobrava:

a) koncesije,

b) tarife

c) maksimalne pristojbe koje primjenjuju općine prema koncesionarima,

d) opće tehničke uslove eksploatacije koje vrše općine ili udruženja općina u vlastitoj režiji, odnosno propise koji se tiču koncesionara,

e) pravilnik o sigurnosti električnih naprava i instalacija, te vrši nadzor da se propisi sigurnosti primjenjuju.

Osim toga izrađuje statistiku i dokumentaciju, te izdaje publikaciju »Energetska bilanca Belgije«, koja obrađuje probleme vezane na proizvodnju i korištenje svih oblika energije.

Prema Zakonu od 10. III. 1925. osnovan je pri Direkciji električne energije »Sekretarijat stalnog komiteta elektriciteta«, kao konzultativni organ. U ovaj ulaze predstavnici direkcije, kao i predstavnici proizvođača i distributera.

Ovaj Komitet dužan je prema Zakonu da dade svoje stručno mišljenje prije donošenja definitivnih odluka od velike važnosti.

Današnje prilike u elektroprivredi

Nakon II. svjetskog rata, dotada najrasprostranjeniji režim »davanja koncesija« u distribuciji, ustupa mjesto t. zv. međuopćinskoj organizaciji koju zovu »mixte«. To je slučaj gdje se međusobno udružene općine udruže s jednim ili više privatnih društava. Ovaj način omogućava općinama da izravno utječu na vođenje distributivne politike, a istovremeno sudjeluju u ostvarenom dobitku.

»Mixte« organizacija je ubrzo pokazala prednost prema dotadašnjem gotovo 100%-tnom režimu »davanja koncesija« privatnim organizacijama.

Privatna društva su ovu formu prihvatila makar i uz veće materijalne žrtve, kako bi svoj kapital očuvala i ponovno stabilizirala.

Vlada je u toku 1948., na temelju kritike i javnog mišljenja, formirala »Nacionalnu komisiju« kojoj je bila dužnost

da prouči novi statut o elektroprivredi, te podnese izvještaj o stanju u ovoj privrednoj grani.

Namjera vlade bila je da se Zakon iz godine 1925. nadopuni i uskladi tako da se vodi više računa o tehničkim dostignućima, te da dođe do većeg napretka u ekonomizaciji elektroprivrede u cjelini. Također je bilo očito da treba više voditi računa o novim idejama, koje nisu bile u skladu s dotadašnjom praksom provođenja elektrifikacije samo putem privatnog sektora.

Dok je Nacionalna komisija u Ministarstvu za privredu radila na izradbi prijedloga novog statuta, privatna poduzeća s jedne strane, te Federacija belgijskih industrija i velike sindikalne organizacije s druge strane, postigle su sporazum (Konvencija) na osnovu kojeg je postignuta povećana racionalizacija privatnog i »mixte« sektora elektriciteta, uz smanjenje cijena električne energije, a na bazi međusobnih utanačenja i discipline. Drugim riječima precizirani su osnovi modernije povezane elektroprivrede.

Kao posljedica Konvencije stvoreni su novi odnosi za privatna, miješana i javna poduzeća.

Nove prilike su se počele razvijati od godine 1955. te je današnje stanje ovakovo:

Privatna poduzeća

Na osnovu Konvencije došlo je do stvaranja dvaju komiteta:

a) »Komitet uprave električnih poduzeća«, u kojem su se grupirali samo delegati privatnih poduzeća.

b) »Komitet kontrole električnih poduzeća«, u kojem su zastupani predstavnici Federacije belgijskih industrija, predstavnici triju sindikata, predstavnici Komiteta uprave, te promatrači Ministarstva za privredu, Ministarstva unutrašnjih poslova i srednjih i malih proizvođača.

Miješana poduzeća »mixte«

Ova poduzeća ne sudjeluju izravno u bilo kojem višem udruženju. Veći broj privatnih društava, koja su zastupana u zajedničkim upravama općina, te tamo uživaju znatan utjecaj, nastoje svuda da bi se dala prednost odlukama »Komiteta uprave«.

Javna poduzeća (općinska, provincijalna i međuopćinska)

Prije godine 1955. javni sektor nije bio organiziran. Stvaranjem spomenute Konvencije javna poduzeća su se također grupirala.

Ova javna poduzeća nisu mogla ostvariti jednoznačno gledanje, pa su stvorena tri udruženja:

Komitet koordinacije javnih poduzeća za električnu energiju zvan »INTERPUBLIC«

Ovaj je stvoren u listopadu 1955. od 55 općinskih, provincijalnih i međuopćinskih okružja sa svrhom promicanja svih mjera za koordinaciju i racionalizaciju koje pogoduju razvoju javnih poduzeća distribucije električne energije, te za međusobno pomaganje na tehničkom, administrativnom i računovodstvenom polju.

Javni elektricitet Belgije

Ova organizacija stvorena je u studenome 1956. od nekoliko okružja koja nisu članovi »Interpublica« sa svrhom:

proučavanja svih problema koji interesiraju javnu službu distribucije električne energije;
uzajamne dokumentacije;
obrane interesa članova.

Komitet velikih gradova

Ovaj Komitet je teritorijalno grupirao gradove, a sa istom svrhom kao prethodni.

Rezultati previranja u elektroprivredi

Razvojem novonastale situacije postignuti su na sektoru električne energije ovi rezultati:

Privatna i »mixte poduzeća poduzela su mjere da se:

a) pojača i dotjera mreža koja služi za razmjenu električne energije pojedinih područja;

b) poboljša koordinacija u proizvodnji električne energije;

c) postigne normalizacija napona i materijala;

d) primijeni jedinstveni računovodstveni obračun i tipizirani statut za međuopćine tipa »mixte«.

Nužne posljedice novo nastalih prilika iza 1955. godine urodile su stvaranjem novih prikladnijih tarifa privatnih i »mixte« poduzeća.

Primijenjena je za domaćinstva automatska nacionalna tarifa, t. j. tarifa s tranšama uz degresivnu cijenu. Ova se je tarifa automatski primijenila na sve potrošače domaćinstva sa svrhom da unapređuje potrošnju.

Zaključeno je ograničenje maksimalne cijene kWh prve tranše automatske nacionalne tarife na 3,50 belgijskih franaka u času kad je cijena kWh premašivala ovu vrijednost u više od 1100 općina (od ukupno 1865 općina) gdje je distribucija osigurana po društvima udruženim u »Komitet uprave.«

Tarifiranje putem degresivnih tranša je također progresivno prošireno na ostale malopotrošače.

Kod prodaje energije na visokom naponu primijenjena je tarifa zvana »A. B. H.« i to bez obzira na količinu električne energije, a do maksimalne snage od 1000 kW. Iznad snage 1000 kW ugovori se sklapaju slobodnim ugovaranjem.

Javna poduzeća. »Interpublic« je svojim članovima preporučio da prihvate koliko je moguće automatsku nacionalnu tarifu kod niskog napona, a tarifu »A. B. H.« za visoki napon.

»Javni elektricitet Belgije« prihvatio je tarifu čiji nivo može izdržati usporedbu sa automatskom nacionalnom tarifom.

Posljedica u primjeni spomenutih tarifa odrazila se u prosječnom padu cijena kWh, koji je izražen na bazi stalnog indeksa. Tako je prema godini 1954. u 1957. godini prosječna cijena kWh na niskom naponu pala za oko 15%, a na visokom naponu za oko 8%.

Propisi u pogledu ustanovljenja cijene električne energije na niskom naponu utvrđeni su ministarskom uredbom od 5. studenoga 1955.

Utvrđene su samo maksimalne cijene kWh koje ne smiju premašiti cijenu kWh prvog semestra 1939. readaptiranu prema članu 2 ministarske uredbe.

Tarife koje sadržavaju stalni doprinos i proporcionalni doprinos za potrošnju, mora potvrditi Ministarstvo gospodarstva.

Cijene kWh, kao i pristojbe za stalni doprinos, variraju tromjesečno prema indeksu električne energije na niskom naponu, što ga objavljuje Ministarstvo gospodarstva.

Povećanjem indeksa gotovo je u posljednje vrijeme anulirano sniženje prosječne cijene kWh, koja rezultira iz primjene automatske nacionalne tarife.

Što se tiče odnosa cijena na visokom naponu ne postoji nikakav pravilnik.

Vrijednosti parametara tarife A. B. H. fiksirano je Komitet uprave privatnih poduzeća.

Završna opažanja

Predstavnici Ministarstva gospodarstva i Ministarstva unutrašnjih poslova pratili su što se dešava u sektoru elektriciteta nakon što je započela raditi Nacionalna komisija formirana od Vlade.

Predstavnici vlasti smatraju da ovaj pokus organiziranja privatnog i »mixte« sektora, koji se dešava pod pritiskom javnog mnijenja, treba ispitati u praksi da se vidi ostvareni rezultat. Vlast se je dosada suzdržala od izdavanja novih propozicija za intervenciju na zakonodavnom planu.

Jasno je da javni sektor elektriciteta imade danomice veći utjecaj, dok je privatni sektor podvrgnut jačoj kontroli uz kritiku javnog mnijenja.

Na osnovu suzdržljivosti zakonodavca može se spoznati, da borba mišljenja dalje traje, te da će prije ili kasnije zakonodavac donijeti novi zakon o odnosima u elektroprivredi, koji će bolje odgovarati potrebama belgijskog stanovništva.

Naslov pisca: Ing. Zdenko Sakar, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.

Čehoslovačka ispitna stanica velike snage

Bohumil Foit, Prag

Snažan porast čehoslovačke industrije obnovio je nakon Drugog svjetskog rata staru želju čehoslovačkih elektrotehničara za jednim vlastitim ispitnim uređajem velikih snaga, i konačno doveo do gradnje čehoslovačke ispitne stanice velike snage. Uređaj je pušten u pogon 1953. Zadnjih godina se godišnje provodilo oko 6000 ispitivanja kratkog spoja svih vrsta i opsega. Ispitna stanica velike snage vrši ispitivanja na komercijalnoj osnovi i to kako za čehoslovačke proizvođače električnog pribora, tako i za pojedine istraživačke grupe i istraživačke institute tehnike jake struje.

Ispitna stanica je ovlaštena takova ispitivanja provesti i kao tipna sa odgovarajućim službenim atestom. Osim toga rad ove čehoslovačke ispitne stanice priznaje se sa strane proizvođača 6 zemalja, kako za probna ispitivanja i baždarenja njihovih vlastitih proizvoda, tako i za ispitivanja prilikom preuzimanja opreme inozemne proizvodnje.

Najveća vrijednost ispitnog parametra za sada je: kod jednofaznih ispitivanja – napon do 420 kV, snaga do cca 1800 MVA; kod trofaznih ispitivanja – napon do 290 kV, snaga do cca 3300 MVA.

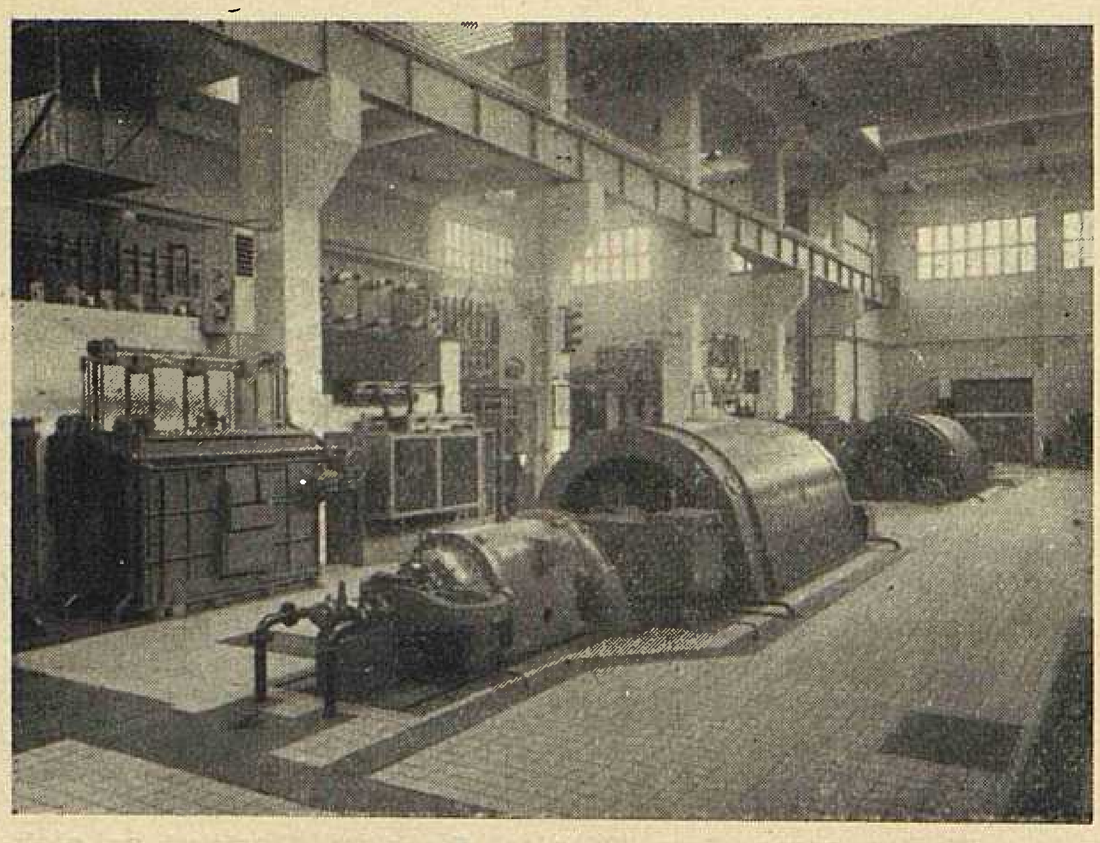
Podaci za napon odnose se na napon kratkog spoja, dok su povratni naponi nešto niži. Za snage su navedene efektivne vrijednosti, kojima u ispitnoj ćeliji, kod ispitivanja sa kratkospojnim transformatorom, stoje na raspolaganju još dvije periode nakon stacioniranog stanja kratkog spoja. Kod generatorskog napona od 12 kV postiže se tropolna simetrična snaga kratkog spoja od oko 4000 MVA, budući da izvjesne međureaktancije otpadaju.

Što se tiče niskonaponskih uklopnih i isklopnih ispitivanja, momentano stoji na raspolaganju jednofaznih i trofaznih 120 kA kod 630 V, kao i 60 kA kod 1260 V.

Termička i dinamička ispitivanja mogu se izvesti do 120 kA kroz vrijeme od 5 sekundi sa amplitudom 300 kA. Osim termičkih i dinamičkih ispitivanja kod ukapčanja, kao i ispitivanja kod raznih pogonskih uvjeta (isključenje malih induktivnih struja i isključenje kapacitivnih struja) mogu se provesti i tekuća termička i dinamička ispitivanja rastavljača, sabirnica, mjernih transformatora, provodnih spojeva, prigušnica, učinskih transformatora, stabilnih i mobilnih rasklopnih ormarića, provodnika, raznih priključnih dijelova i sl. Ovdje nalaze svoje mjesto ispitivanja i različiti zaštitni uređaji, kao na primjer kratkospojnici, rastalni osigurači, prenaponske zaštite za VF telefone i drugo, zatim ispitivanja ovjesnih izolatora uključujući armaturu, i zaštitnih prstenova od djelovanja električnog luka.

Tehnički opis ispitne stanice velike snage

Cijeli uređaj ispitne stanice smješten je u 3 susjedna objekta, koji su situirani onako, kako to zahtijeva priprema materijala koji se ispituje, njegova doprema u ispitnu ćeliju, njegovo ispitivanje i promatranje.



Slika 1. Impulsni generator sa priborom

Strojarnica je opremljena sa 2 kratkospojna generatora sa opremom, uklopnim uređajem za struju kratkog spoja, kratkospojnim transformatorom, ispitnim ćelijama, uklopnim uređajem 22 kV kao izvorom struje za cijelu stanicu i prostorom za osoblje. Osim toga strojarnici pripada i jedan hladionik, kao i skladište ulja za podmazivanje i izolacionog ulja. U zgradi za promatranje, gdje je istovremeno i vodstvo pogona, upravni aparati i tehnički biro, nalazi se komandna prostorija, odakle se može ispitivanjima upravljati na daljinu, nadzirati ih i promatrati. Pripremna zgrada služi za preuzimanje uređaja, koje treba ispitati; za njihovu montažu i mehaničko ispitivanje, kao i za demontažu i otpremu nakon ispitivanja kratkog spoja s niskim naponima. Strojarnica i pripremna zgrada leže na zajedničkom kolosijeku, tako da je omogućena doprema ispitivanih strojeva i uređaja, do težine 100 tona, u strojarnicu ili upravo pred ispitnu ćeliju.

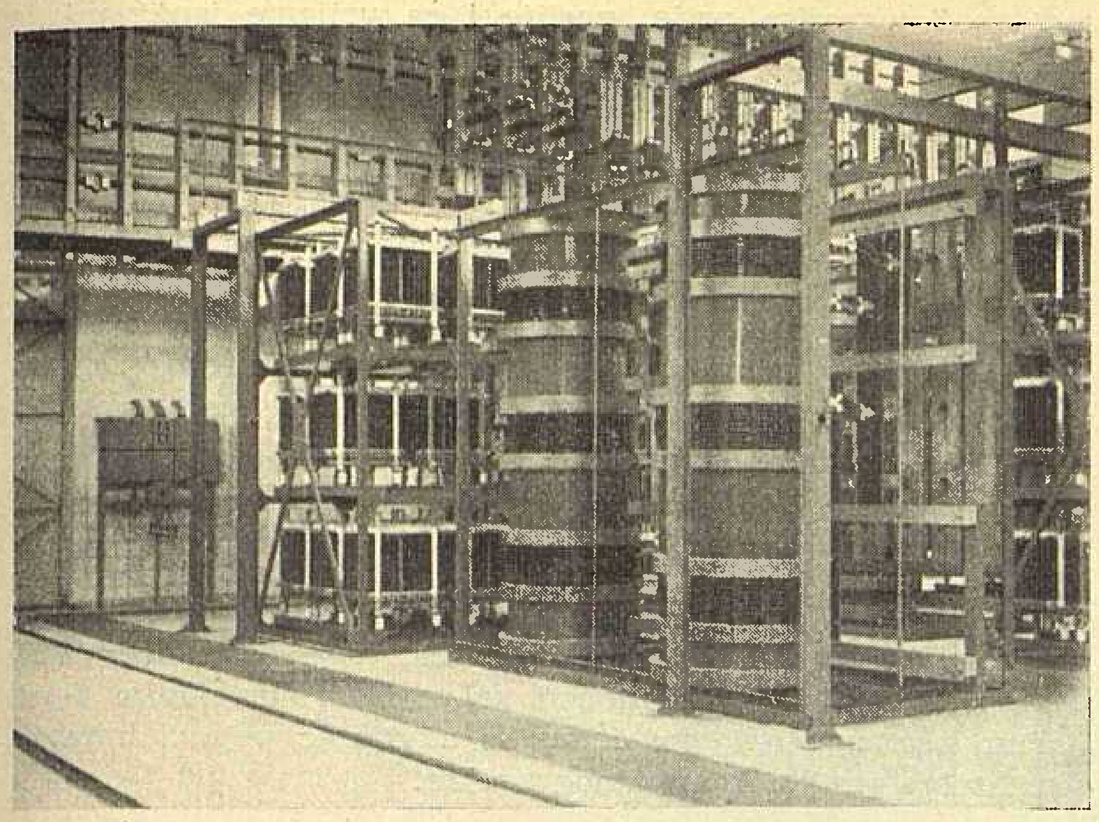
Po spoju, oba impulsna generatora, čine dvije samostalne strujne grane, koje prema potrebnoj snazi mogu raditi pojedinačno ili paralelno. Impulsni generator se razvio iz jednog dvopolnog trofaznog stroja, 70 MVA trajnog opterećenja sa slijedećim podacima: stator 12 kV, 120 kA; rotor 220 V, 660 A, snaga kratkog spoja na stezaljkama 2500 MVA. U upoređenju sa normalnom izvedbom ima generator cijeli niz konstruktivnih izmjena, radi podržavanja što moguće manje reaktancije kratkog spoja (3,5%), kao i radi što veće mehaničke čvrstoće prema dinamičkim naprezanjima, i konačno obzirom na postizanje povoljne vremenske promjene napona po izvršenom kratkom spoju. Generator ima dva trofazna namotaja, čijih se 12 izvoda vodi transformatoru. Raznim spajanjima može se kod nazivne uzbude generatora postići slijedeće osnovne napone: serija-zvijezde 12 kV, serija-trokut 3,5 kV; također su mogući specijalni spojevi kao na pr. V-spoj i drugo. Pojačana izolacija aluminijskog namotaja rotora dozvoljava udarnu uzbudu. Za podmazivanje ležaja služi ulje pod pritiskom, koje teče iz rezervoara, 8 m visoko postavljenog, čiji je sadržaj tako dimenzioniran, da dostaje za podmazivanje ležaja do potpunog zaustavljanja stroja bez kočenja (vrijeme zaustavljanja iznosi 45 minuta).

Generator se pokreće asinhronim motorom sa kliznokolutnim rotorom preko elastične spojke. Podaci motora su: stator 6 kV, rotor 1520 V, 720 A; trajna snaga 1800 kW, 2960 okr/min. Za vrijeme kratkog spoja pogonski motor je isključen sa mreže, jer se za snagu kratkog spoja iskorištava velika kinetička energija cijelog agregata. Upuštanje agregata slijedi preko vodenog pokretača sa daljinskim upravljanjem, pri čemu je vrijeme upuštanja, od mirovanja do punog broja okretaja, skraćeno na 5 minuta. Kod pokretanja iz mirnog stanja prvi okretaj strojnog agregata obavlja pomoćni motor preko velikog prijenosa, radi savlađivanja početnog momenta trenja, kao i radi formiranja uljnog filma na ležajima generatora. Kako su mehanički gubici agregata, radi prisilne ventilacije, relativno maleni, leži pad naponske frekvencije u dozvoljenim granicama, i ne mora se uzimati u obzir.

Ako treba, u slučaju kvara ili radi prekapčanja generatorskog namotaja, agregat brzo zaustaviti, generator se koči na taj način, da se stator pogonskog motora napaja istosmjernom strujom, pri čemu će u rotoru inducirana struja biti poništena, budući da djeluje kao upuštač na otpor opterećenja. Potrebno vrijeme za zaustavljanje agregata skraćeno je na taj način na 5 minuta. Svaki od oba impulsna generatora posjeduje vlastiti uzbudni agregat (proizvod firme ČKD, Prag), koji se sastoji od istosmjernog uzbudnog stroja, zamašnjaka i pogonskog motora.

Podaci uzbudnih generatora su:

Kao uzbudnik impulsnog generatora: 667 A, 750 V, nezavisna uzbuda 220 V iz pomoćnog uzbudnika; kod udarne uzbude su oba uzbudna generatora spojena u seriju (1500 V). Kao trajni izvor istosmjerne struje daje svaki uzbudni generator 2000 A, 900 V, kod poredne uzbude. Sva 4 uzbudna generatora mogu biti spojena u seriju (3600 V) ili paralelno (8000 A).



Slika 2. Regulacione prigušnice i otpori za jednu fazu

Kao generatori istosmjerne struje kratkog spoja daju strojevi 10.000 A kod poredne uzbude, što služi kao zaštita prekomjernom povećanju struje rotora. Zamašnjak veličine 30 tm^2 sprečava opadanje broja okretaja kod udarnog opterećenja.

Pogonski motor je trofazni kolutni asinhroni motor sa podacima: 1250 kW, 6 kV, 740 okr/min. Kod upotrebe dinama kao uzbudnog stroja za impulsni generator može se jednostavnim prekapčanjem istosmjernog razdjelnika upotrebiti po volji svaki dinamo za jedan ili drugi generator, i svaki pomoćni uzbudnik za svaki uzbudni generator. Pored uobičajenog pribora predviđen je u razdjelniku prekidač razbude specijalne izvedbe za glavni uzbudni krug. Prekidač razbude razvio se, po konstrukciji, iz željezničkog brzog prekidača 3 kV, 1500 A. Za ograničenje prenapona, koji u rotorskom namotaju mogu nastati, uključuje se prije prekida glavnog uzbudnog kruga, pomoćnim kontaktom prekidača razbude, paralelni otpor 0,35 oma. Za udarnu uzbudu upotrebljeni doknadni uzbudnik izveden je na isti način, a njegova funkcija sastoji se u premoštenju otpora uključenog u glavni uzbudni krug. Kod isključenja ovog otpora, dimenzioniranog na 3 oma, 600 A, može se napon rotora generatora podići na desetorostruku vrijednost.

Razdjelni uređaj za struju kratkog spoja sastoji se u svakoj grani od preklopke namotaja, zaštitnog prekidača, regulacionih otpornika, prigušnica i kratkospojnika.

Razdjelni uređaj je prvenstveno dimenzioniran, obzirom na visoka mehanička naprezanja uslijed elektromagnetskog djelovanja struja kratkog spoja. Kod projektiranja rasporeda ovog postrojenja slijedilo se pravilo, da se jednostavnim rukovanjem, kraj maksimalnog iskorištenja cjelokupnog uređaja, dođe najkraćim putem od izvora struje do ispitivanog predmeta. Kao konstrukcioni materijal upotrebljeno je drvo. Vodiči su bakrene cijevi ø 60/40 mm, koje su na pričvrsnim mjestima izolirane bakelitiziranim papirnim cijevima, a podržava ih snažna drvena konstrukcija. Cijela drvena nosiva i pričvrsna konstrukcija prekrivena je vatrostalnim premazom.

Zaštitni prekidač, koji treba štititi cijeli uređaj, a osobito generator u slučaju da ispitivani materija zakaže, postavljen je u nezidanom prostoru, koji dijeli strojarnicu od hale za prigušnice, otpore i kratkospojnike. Za sklopku kratkog spoja upotrebljena je normalna pneumatska sklopka, ali također nakon poduzimanja niza izmjena na svim dijelovima, koji ne odgovaraju ovako teškom trajnom pogonu. Sada su u upotrebi kod oba generatora pneumatske sklopke specijalne izvedbe, adaptirane za teške pogone u ispitnoj stanici velike snage. Njihovi nazivni podaci su: 17,5 kV, 3000 A, rasklopna snaga 2500 MVA kod 15 kV, tlak 15 at.

Učinska sklopka sastoji se od 3 nezavisne jednopolne jedinice vrlo snažne izvedbe. Iskapčanje nastupa u tri stupnja. Tim je osigurano besprijekorno djelovanje prekidača u cijelom strujnom području, od malih struja magnetiziranja do najvećih struja kratkog spoja.

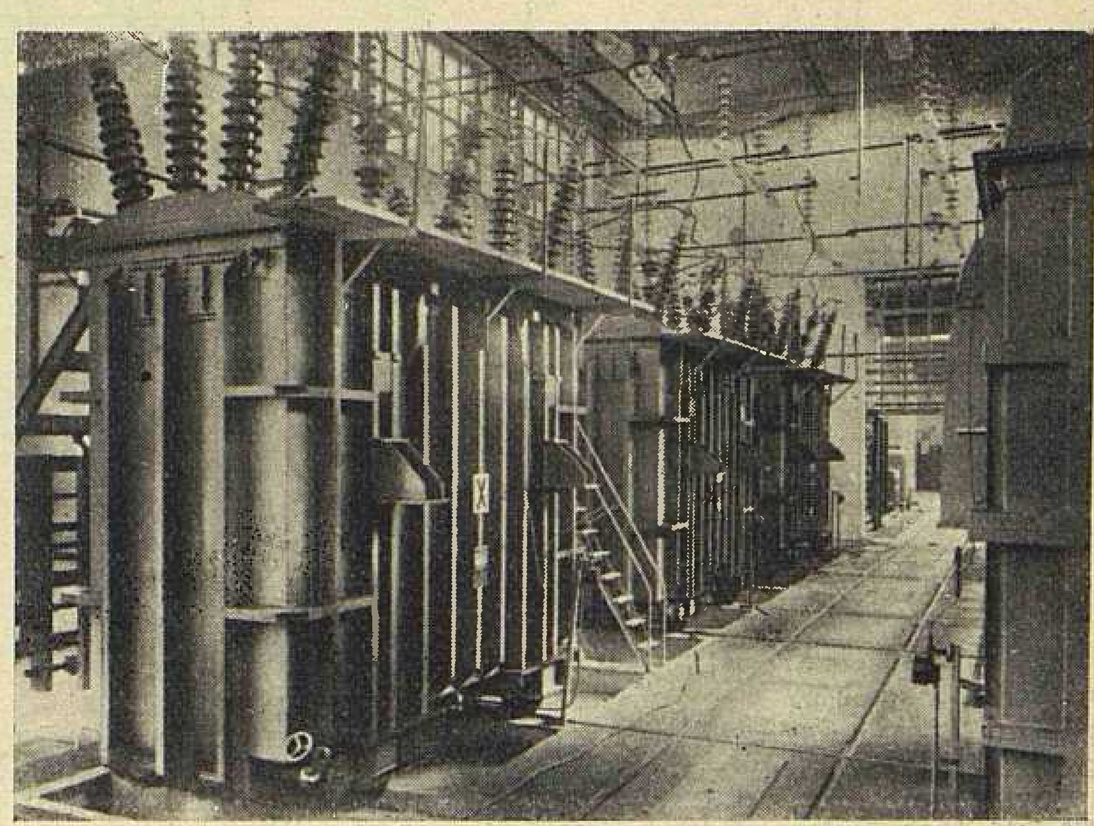
Bakrenim trakama namotane prigušnice izvedene su za prirodno zračno hlađenje. Svaka faza ima 6 svitaka od kojih su po tri postavljena jedan iznad drugog u dva stupa. Prigušnice, proizvod Škoda, Plzenj, su također izrađene specijalno za pogon kratkog spoja u postrojenju. Različitim ukapčanjem svitaka može se postići skoro kontinuirana promjena reaktancija od 0,02 oma (svi svitci paralelno spojeni) do 1,3 oma (svi svitci spojeni u seriju), sa u svemu oko 200 međustepena. Prekapčanje se vrši pomoću rastavljača, koji su snabdjeveni dvostrukim mehaničkim zaporom kao osiguranjem protiv samootvaranja. Svaki je, prema broju upotrebljenih noževa, dimenzioniran na 1000, 2000 i 4000 A. Regulacioni otpornici su spiralni žični otpornici iz nemagnetske elektrootporne legure, a međusobno su spojeni u jedinice od 0,12 oma za udarno opterećenje 10 kA. Kratkospojnik je izveden u vidu nožaste sklopke sa ukapčanjem pomoću pera (čija vlačna sila iznosi 1200 kg) s pneumatskim iskapčanjem. Njegovo vrlo kratko vlastito vrijeme od 30 msek omogućuje točnost ukapčanja od ispod 10^0 el. Da bi se postigao simetrični kratki spoj kod trofazne sprege, srednji nož je, prema oba postrana noža, tako postavljen da ukapča za 90^0 el. kasnije.

Iza kratkospojnika prelaze obje strujne grane kratkog spoja na dvostruke sabirnice, na koje se može priključiti direktno jedna od dvije ispitne ćelije u slučaju ispitivanja do visine generatorskog napona (što znači do 12 kV), ili kod većih napona primarni namotaj kratkospojnog transformatora.

Kratkospojni transformator sačinjavaju dva sklopa, svaki sa tri jednofazne jedinice. Podaci za jednu jedinicu su ovi: 35 MVA, 12 kV / 21, 42, 84 kV, e_k = 1,6 do 1,4%, već prema spoju.

Transformatori, proizvodi ČKD Prag, su izvedbe otporne na kratki spoj sa specijalnom izolacijom. Sekundarni namotaj je izveden iz transformatorskog poklopca, pomoću provodnih izolatora, tako da se pojedini sekundarni svitci mogu spajati u seriju ili paralelno. Što se tiče izolacije, jedna grupa je izvedena tako da podnosi napone do 250 kV a druga do 350 kV. Za postizanje poželjnog povratnog napona mogu pojedine jednofazne jedinice biti međusobno povezane na različite načine (220 kV je najviši povratni trofazni napon, a 400 kV najviši jednofazni sa uzemljenom nul-točkom). Sekundarni provodnici transformatora uvedeni su u visokonaponski uređaj, koji je izveden u dvije ravnine kao križni razdjelnik. Bakrene cijevi ø 60/54 mm pridržavane ovjesnim izolatorima mogu biti na različite načine međusobno povezane, pomoću rastavljača, već prema naponu koji se želi postići.

Ukupno se nalazi 6 ispitnih ćelija. Jedna od njih određena je samo za termička i toplotno-otporna ispitivanja opreme, a opremljena je transformatorom jakih struja, koji ima ove podatke: 27,8 MVA za vrijeme kroz 15 minuta; 7 kV/1292, 646, 323 V; najviša vrijednost efektivnih struja 60/120/240 kA. Ostale ćelije razlikuju se međusobno po vrijednosti nazivnog napona. Za najčešće traženi ispitni napon od 12 kV uređene su dvije ćelije, od kojih je jedna opremljena također i za ispitivanja kratkog spoja istosmjernom strujom iz uzbudnog agregata, ili za ispitivanja izmjeničnom



Slika 3. Kratkospojni transformator i visokonaponski uređaj

strujom niže frekvencije iz impulsnih generatora, kao zamjena za ispitivanja istosmjernom strujom. U svakoj ćeliji nalaze se priključci za pomoćne izvore izmjenične i istosmjerne struje, zatim jedan razdjelni uređaj zraka pod tlakom od 4,5; 12 i 25 at, protupožarni uređaj na CO_2 i pomoćna dizalica. Vrata ispitne ćelije, koja pod normalnim okolnostima stoje otvorena, mogu se daljinskim upravljanjem zatvoriti u slučaju nezgode na ispitivanom predmetu ili požara, i tada ćeliju napuniti sa CO_2.

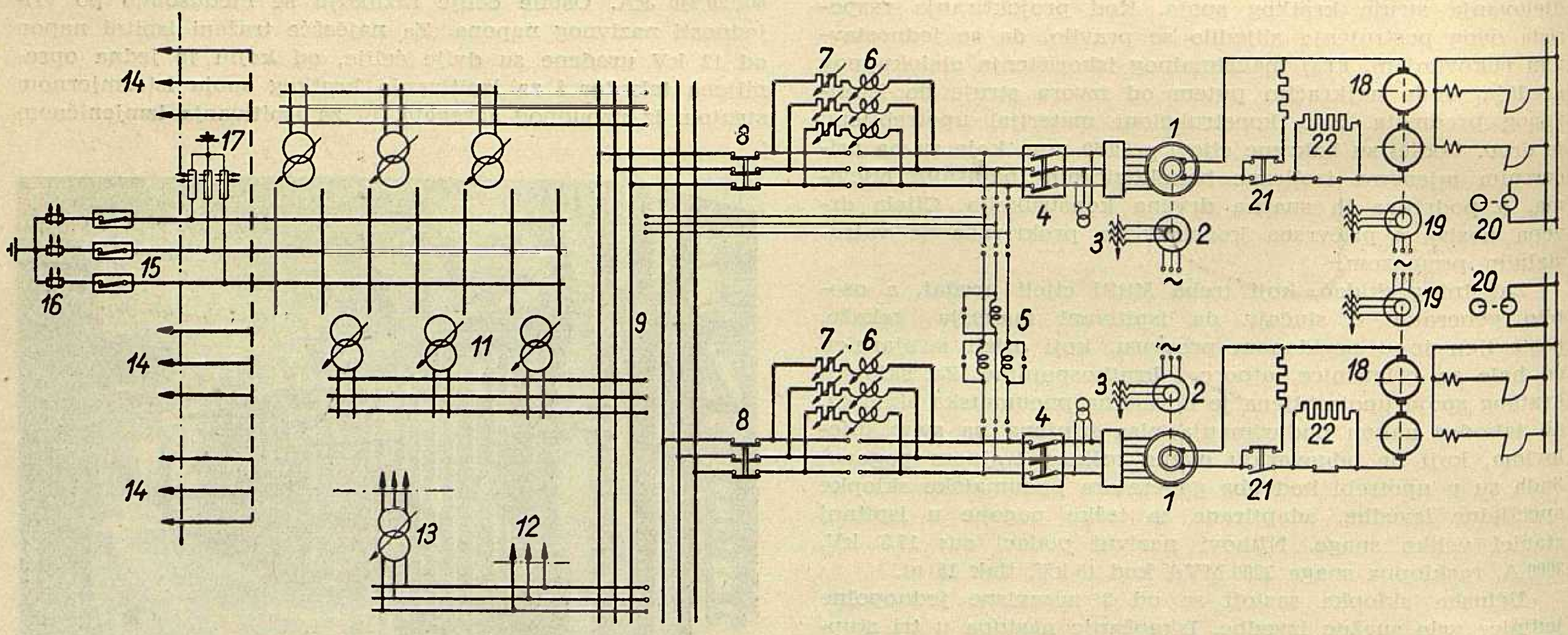
Mjerenja se provode iza ispitne ćelije, gdje se nalazi uzemljena nul-točka ispitnog strujnog kruga. Struje se mjere pomoću porednih otpora specijalne izvedbe, za nazivne vrijednosti 2 V kod 2, 10, 20, 40, 80 i 200 kA kroz vrijeme od dvije sekunde. Naponi se uzimaju sa otpornih potenciometara, koji imaju stepenovani prijenosni omjer do 220 kV. Kod mjerenja katodnim oscilografom upotrebljava se kapacitativni djelitelj napona uobičajene izvedbe. Ulazna frekvenca povratnog napona regulira se priključenjem uljnih kondenzatora, koji se sastoje od jedinica sa 11 kV pogonskog napona, 0,55 μF, 60 kV ispitnog napona.

Nasuprot ispitnih ćelija stoji u udaljenosti od cca 30 m zgrada za promatranje. U tom objektu nalazi se s jedne strane komandna prostorija, odakle se ispitivani predmeti upravljaju i nadziru, a s druge strane tehnički i administrativni odio ispitne stanice, jedan fotoaparat i pogonski laboratorij komandne zgrade. Na manipulativnom stolu komandne prostorije skupljena su sva tipkala za daljinsko upravljanje cijelim postrojenjem, zatim upravljački i zaštitni releji i konačno svi kontrolni mjerni instrumenti. Odavde se pritiskom na tastere, pomoću uređaja za daljinsko upravljanje, provodi priprema strujnog kruga kratkog spoja, a i sam kratki spoj. Ujednačeni napon za elektronski uređaj uzima se sa generatora upravljačkog napona (pilot), prigrađenog na osovini impulsnog generatora. Ovom automatikom može se istovremeno prirediti za promatranje do deset pojava. Vremenska snimka struje i napona koje ispitivani predmet mora izdržati ili isključiti (u svim fazama) i ostale vrijednosti (pritisak, brzina skapčanja i t. d.) koje karakteriziraju ponašanje ispitnog uzroka ili kontroliraju njegovo funkcioniranje (isklopni udar, momenat razdvajanja uklopnih kontakta i dr.) može se uhvatiti jednim 12-petljastim oscilografom sa cilindričnom kazetom ili kazetom za odmatanje. Radi registriranja izvanredno brzih prijelaznih pojava, kao na pr. varijaciju napona na početku titraja, njegovu strminu, frekvenciju i nadtitrajni faktor, koji će u tehničkom uredu biti korišteni, predviđen je katodni oscilograf sa 3 cijevi, odnosno oscilograf sa 6 cijevi za ispisivanje većeg broja podataka. Vanjski izgled ispitivanog predmeta, za vrijeme ispitivanja, registrira se normalnom filmskom aparaturom ili sa ultrabrzom kamerom sa 18.000 snimaka u sekundi. Ispitivani predmet se fotografira prije, poslije i za vrijeme ispitivanja, a također se kod pregleda snimaju i pojedinosti (izgradnje kontakta, deformacija namota transformatora).

Pripremna zgrada služi, kao što je već napomenuto, prvenstveno za pripremu i udešavanje ispitnog primjerka, ali i za provedbu povremenih mehaničkih i električnih ispitivanja. Za navedenu svrhu stoji, kraj glavne montažne hale, na raspolaganju strojarnica sa raznim pomoćnim strojevima, uređaj za proizvodnju komprimiranog zraka, uređaj za ispitivanje izolacije, radionica i laboratorij za niskonaponska ispitivanja na kratki spoj. U tom laboratoriju provode se pokusi kratkog spoja kod niskog napona sa strujama do 15 kA iz 6 kV mreže, a preko trofaznog kratkospojnog transformatora snage 630 kVA. Uređaj obuhvaća sve potrebne regulacione otpornike i prigušnice sa pripadnim rastavljačima, kratkospojnicama i ispitnim ćelijama, koje se nalaze izvan zgrade. Promatrane vrijednosti se registriraju jednim 9-petljastim oscilografom, pri čemu se odvijanje pojava upravlja samostalno preko komandnog valjka.

Kako iz karaktera posla u ispitnoj stanici velikih snaga proizlazi, da je osoblje koje poslužuje stalno ugroženo električnom strujom, kao i opasnošću od požara i eksplozije ispitivanog predmeta, posvećena je najveća pažnja sigurnosnim mjerama svih vrsta za zaštitu posluge i osoblja. Na prilazima ugroženim mjestima postavljena su svjetlosna upozorenja, koja javljaju posjetiocu da li je postrojenje uzemljeno (zeleno svijetlo) ili nije (žuto svijetlo) ili stoji pod naponom (crveno svijetlo). Momenat kratkog spoja označen je tuljenjem sirene. Da bi se spriječilo širenje eventualnog požara, može se daljinskom komandom staviti u pogon centrala CO_2 protupožarnog uređaja, i to ne samo, kako je već rečeno, u prostoru ispitnih ćelija, nego isto tako i u generatoru, koji može biti, nakon zatvaranja jezičca u zračnim kanalima, preplavljen sa CO_2. Prozori zgrade za promatranje, na strani prema ispitnim ćelijama, su samo dugoljasti otvori prekriveni neprobojnim staklom i providđeni rešetkama. U komandnoj prostoriji i strojarnici predviđeni su na najvažnijim mjestima sigurnosni tasteri, pomoću kojih se može jednim zahvatom cijelo postrojenje ispitne stanice staviti van pogona.

Na osnovu provedenog ispitivanja i nakon izračunavanja podataka iz odgovarajućih oscilograma tehnički biro izrađuje izvještaj o ispitivanju, koji sadrži zahtjeve korisnika, shemu ispitnog strujnog kruga, način provedenih mjerenja pojedinih i izračunatih električnih veličina. Izvještaju o ispitivanju prilažu se i oscilogrami petljastog i katodnog oscilografa, kao i fotografije ispitivanog predmeta za vrijeme pokusa. Kada se radi o tipskom ispitivanju nekog proizvoda, proizvođač je dužan ispitnoj stanici predočiti opširnu doku-



Slika 4. — Principna shema spajanja ispitne stanice — 1 Impulsni generator — 2 Pogonski motori — 3 Vodeni uputnici — 4 Zaštitni prekidači — 5 Sinhronizacioni uređaj za prigušnice — 6 Regulacione prigušnice — 7 Regulacioni otpornici — 8 Kratkospojnici — 9 Dvostruke sabirnice — 10 Kratkospojni transformatori za 250 kV — 11 Kratkospojni transformatori za 350 kV — 12 Ispitne ćelije za 12 kV — 13 Transformator za termičke i dinamičke pokuse — 14 Ispitne ćelije za visoke i najviše napone — 15 Ispitivani primjerak — 16 Poredni otpori za strujna mjerenja — 17 Razdjelnik napona — 18 Glavni uzbudnici — 19 Pogonski motori glavnih uzbudnika — 20 Pomoćni uzbudnici

mentaciju proizvoda, kao i potvrdu da je ispitivani primjerak izveden prema toj dokumentaciji. Svi ovi prilozi sačinjavaju u prijepisu nedjeljivu cjelinu izvještaja o ispitivanju, dok se njihovi orginali čuvaju pod oznakama u arhivi ispitne stanice.

Jedna grupa izabranih stručnjaka zadužena je da prati metode ispitivanja električnih proizvoda u cijelom svijetu, da prati njihov razvoj, kao i za sistematsko prihvaćanje i iskorištavanje iskustva sakupljenih u toku rada ispitne stanice. Ova iskustva služe kao materijal za pravilno postavljanje raznih problema u zemlji, a isto tako i za afirmaciju u internacionalnim razmjerima, te se osim toga koriste u naučne svrhe, kao i za daljnje upotpunjavanje ispitnog uređaja i ispitnih metoda, sa ciljem, da bi ispitna stanica mogla biti što bolje korištena, i da bi poboljšala svoju servisnu službu. Momentano su u toku pripremni radovi za gradnju jedne hale za indirektne mjerne metode, čime će snaga kratkog spoja u ovoj stanici biti podignuta na skoro 20.000 MVA. Osim toga u planu je daljnja nadogradnja ispitne stanice, vodeći računa, kako o vrsti ispitivanih primjeraka, tako i o snazi i ispitnom kapacitetu ispitne stanice. Izgradnja i stalno proširivanje ispitne stanice dokaz je sistematske pažnje, koja se u ČSR posvećuje istraživanju, razvitku i podizanju elektrotehničke industrije.

Naslov pisca: Dipl. ing. Bohumil Foit, Istraživački institut tehnike jake struje, Prag

Iz poduzeća „Elektroistra Pula"

Područje »Elektroistre«

Kao i sva ostala elektroprivredna poduzeća na području bivše t. zv. »Julijske Krajine« (Venezie Giulie, t. j. Istre, Rijeke, Goričke i Trsta) tako je i elektroprivreda na području današnjeg poduzeća »Elektroistra« pripadala poduzeću SELVEG (Societa elettrica della Venezia Giulia) sa sjedištem u Trstu.

Godine 1948. istarsko je područje, osim t. zv. Zone »B« potpalo pod poduzeće »Elektroprimorje« u Rijeci. Kako je, međutim, područje »Elektroprimorja« postalo uslijed toga preglomazno, to je rješenjem Predsjedništva vlade NRH dne 20. ožujka 1950., osnovano poduzeće »Elektroistra« sa sjedištem u Puli.

Donošenjem Zakona o elektroprivrednim organizacijama (Sl. l. br. 2/58) i Odluke o postupku provođenja organizacije elektroprivrednih poduzeća, Narodni odbor kotara Pule, odobrio je dne 5. XII. 1958., daljnji rad poduzeća i to kao komunalne privredne organizacije pod nazivom »Elektroistra«, poduzeće za distribuciju električne energije.

Djelokrug poslovanja »Elektroistre« obuhvaća područje južne i zapadne Istre od Pule do rijeke Mirne na sjeverozapadu, zatim cijelu srednju Istru uključivo općinu Buzet, te istočnu Istru do Mošćeničke Drage.

Sjeverno od toka Mirne djeluje poduzeće »Elektra«, Buje, a sjeverno od Mošćeničke Drage »Elektroprimorje«, Rijeka.

Poduzeće »Elektroistra« ima 5 pogonskih okruga: Pulu, Pazin (s ispostavom u Buzetu), Labin, Motovun (s ispostavom u Poreču) i Rovinj.

Ne će biti na odmet, ako ukratko prikažemo područje djelovanja poduzeća, jer će nam u daljnjim razlaganjima, naročito u iznašanju energetskih prilika, mnoge stvari biti jasnije i razumljivije.

Geološki Istra je podijeljena na tri djela: planinsku ili bijelu Istru, srednju ili žutu Istru, te primorsku ili crvenu Istru.

Planinska ili bijela Istra, kršna i kamenita, proteže se u obliku otprilike 800 m visoke gorske plohe od Trsta do Rijeke. Što dalje odmiče od Trsta prema istoku, taj se sklop visoravnih brežuljaka sve jače uzdiže i skuplja oko Učke (1398 m) u jedan čvor. Od Učke skreće u obliku visoke gorske kose, sasvim uz obalu, prema jugu do Plominskog zaljeva, strmo se rušeći u more.

Elektroenergetski spada područje planinske Istre do granice prema NR Sloveniji, pod »Elektroprimorje« u Rijeci.

Srednja ili žuta Istra, nalik je na prostrani zaravanak, koji se nigdje ne penje iznad 400 metara, a rijetko se gdje spušta ispod te visine. Zemlja je žuta, ilovasta, koja zadržava vodu, pa je i cijeli taj kraj ispresijecan koritima potoka, rijeka i rječica, koje natapaju plodna i marno obrađivana polja, među kojima se ističu pazinska i buzetska kotlina.

Primorska ili crvena Istra obuhvaća zapadnu i južnu obalu, a seže otprilike dvadesetak kilometara od mora u unutrašnjost. Tvori ju zemlja crvenica, nepromočiva i zato dobra ratarska zemlja, koja vanredno prija raslinstvu. To su najplodniji krajevi Istre.

Područje »Elektroistre« je, prema tome, kako geološki tako i gospodarski veoma raznoliko. U Puli, kotarskom središtu i najvećem gradu Istre, nekad najvećoj austro-ugarskoj ratnoj luci, postoji čitav niz industrijskih poduzeća (Brodogradilište »Uljanik«, Tvornica cementa »Giulio Revelante«, Tvornica stakla »Boris Kidrič«, Elektromlin »3. januar«,

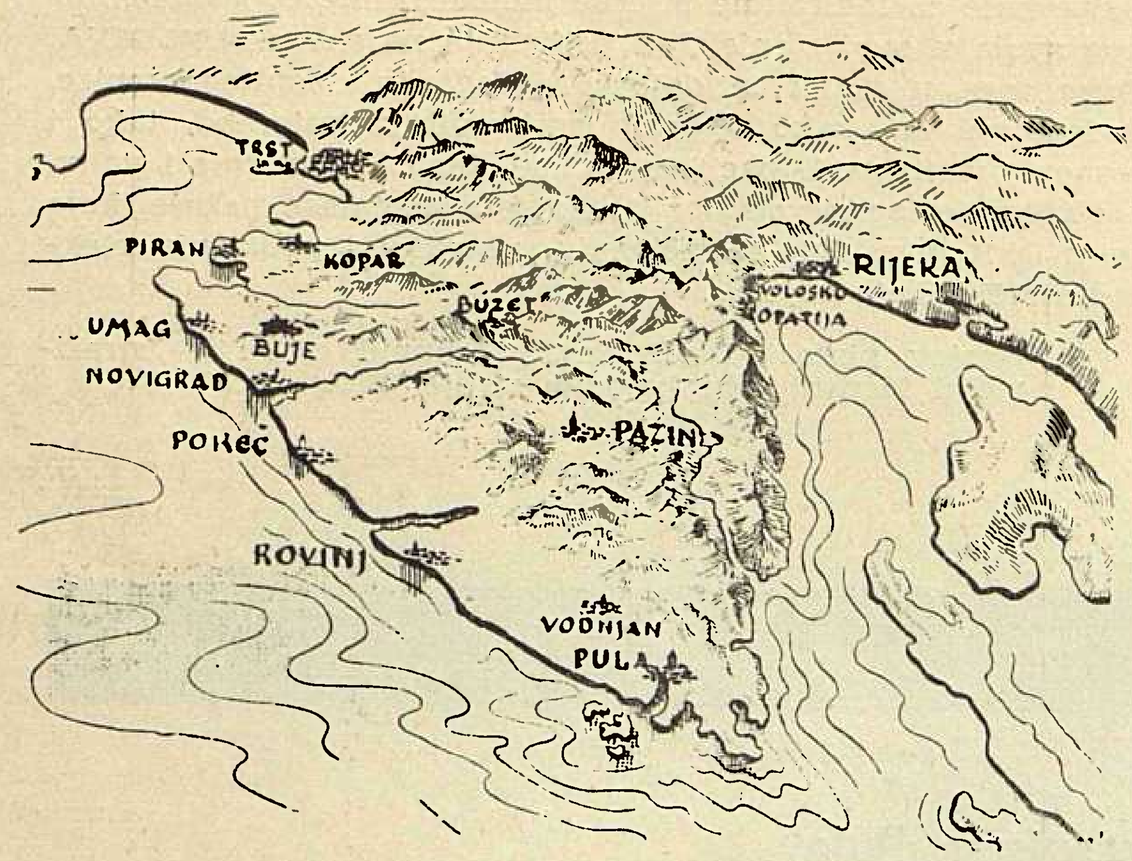
Sl. 1. Panorama Pule

Tvornica metalnih proizvoda »Sergio Dobrić«, Tvornica boja, Tvornica konzerva »Istra« u Banjolama i t. d.). Jaka je industrija i u istočnoj Istri, na Labinštini: Istarski ugljenokopi u Raši i Tvornica cementa u Koromačnu.

Manja industrijska poduzeća postoje i u srednjoj i u zapadnoj Istri, u Pazinu, Poreču i Rovinju. Dok je u srednjoj Istri daleko razvijenija poljoprivreda, u zapadnoj je Istri naročito jak turizam.

U svemu opskrbljuje »Elektroistra« na svom području 24 što manjih, što većih industrijskih poduzeća, 1 ugljenokop (Raša), 2 cementarne, 12 vodovoda te oko 32 tisuće ostalih potrošača.

Ukupno prodana energija kreće se oko 110 milijuna kWh godišnje, a ukupni brutto-produkt oko 1 milijardu i 200 milijuna dinara.

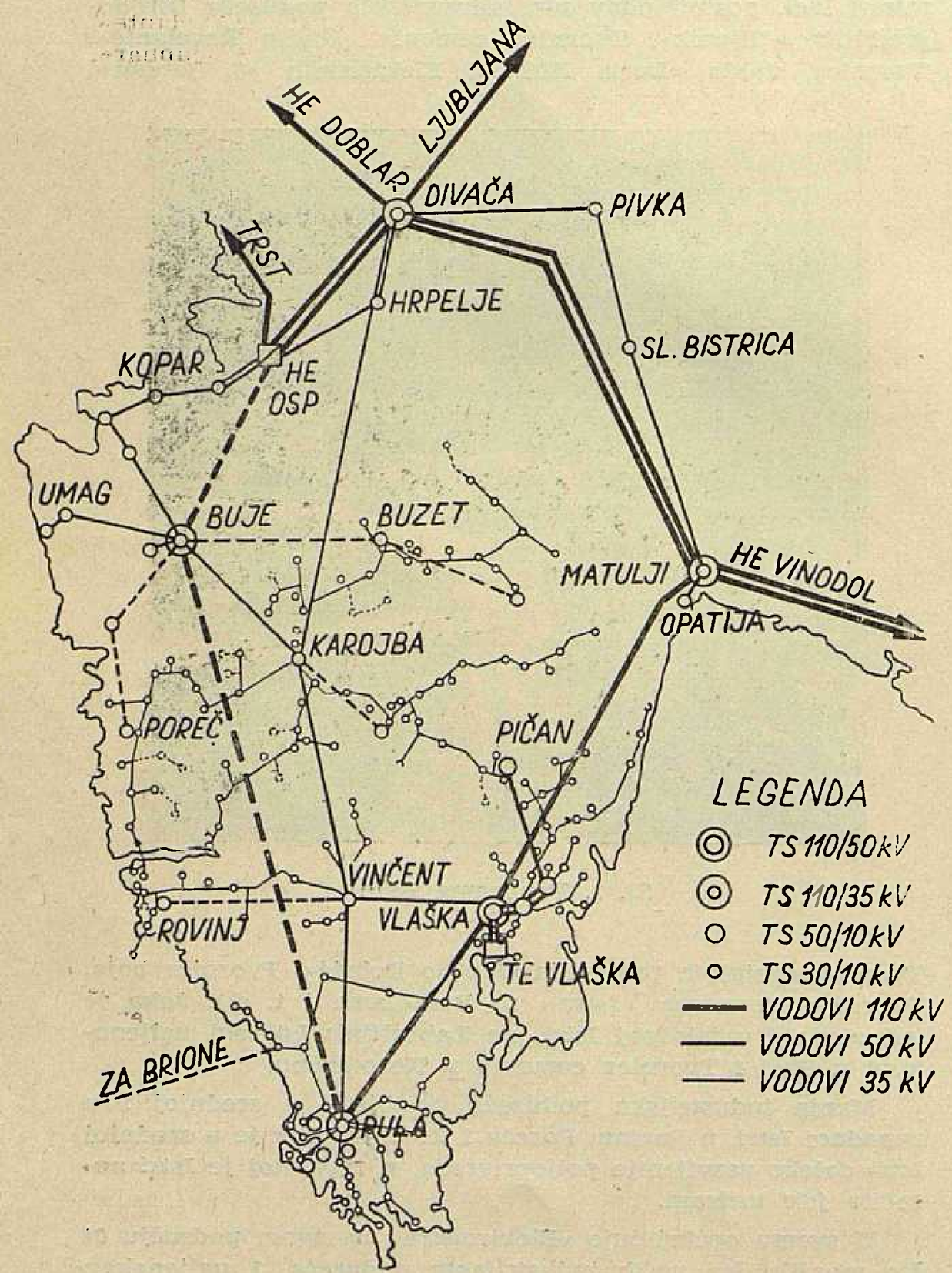


Sl. 2. Reljef Istre

Energetske prilike

Napajanje istarskog bazena električnom energijom vrši se sa dvije strane: iz 110 kV transformatorske stanice u Divači, te 110 kV TS u Matuljima.

Iz transformatorske stanice u Divači električna se energija dobavlja preko Črnog Kala pomoću 50 kV voda, a iz transformatorske stanice Matulji pomoću 110 kV voda do transformatorske stanice 110/50 kV u Raši, a od Raše do Sv. Vinčenta i Pule 50 kV vodom. Dalekovod od Raše do Pule je vlasništvo poduzeća »Elektroprenos«, Zagreb. Dionica dalekovoda od Črnog Kala do Karojbe ima dva vlasnika: od Črnog Kala do Tribeša je vlasništvo slovenskog poduzeća »Elektro-Koper« iz Kopra, a od Tribeša do Karojbe, u dužini od 21 km, pripada poduzeću »Elektroistra«, Pula.



Sl. 3. Postojeća električna mreža Istre i dio perspektivnog plana (crtkano)

Transformacija 50/10 kV momentano nema dovoljno kapaciteta. Transformacija se vrši u Karojbi, Sv. Vinčentu, Puli i Raši (U Raši preko rudničkih postrojenja Istarskih ugljenokopa). Sada se međutim dovršava pregradnja voda Raša – Pula od 50 kV na 110 kV, a u Puli provizorij 110/35 kV i 35/10 kV, koji će osloboditi dio transformacije 50/10 kV i time pomoći transformaciju ostalih 50 kV stanica.

Transformatorske stanice i oprema u njima naslijeđene su još od Italije, nekompletne su i pomalo istrošene, pa traže temeljitu rekonstrukciju već i iz tog razloga, što jugoslavenski standard iznosi 35 kV. Dovršenjem provizorija u Puli pojačat će se stanice u Karojbi i Sv. Vinčentu, koje će uslijed toga moći podmiriti povećane potrebe današnjih potrošača.

Budući da su izlazni vodovi iz transformatorskih stanica redovito predugački, a optrećenja zbog širenja industrije novih elektrifikacija i povećanja potrošnje rastu, bit će potrebno u najskorije vrijeme pristupiti izgradnji novih 35 kV transformatorskih stanica i to u Rovinju, Pazinu i Fažani. Bilo bi potrebno koordinirati rad na elektrifikaciji između pojedinih općina, jer se dešava da jedna općina, koja eventualno ima sredstva, provodi elektrifikaciju na svom području, ne obazirući se na potrebe susjedne općine, koja momentalno nema sredstva, i na potrebu logične povezanosti mreže.

Jednog idejnog rješenja, kojim bi bio koordiniran dosad često nelogičan razvoj mreže u Istri, za sada još nažalost nema, iako je s obzirom na perspektivu izgradnje industrije i elektrifikacije brojnih neelektrificiranih područja u Istri, prijeko potrebno. (Opaska uredništva: To se idejno rješenje upravo radi u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu!).

Što se tiče elektroenergetskih postrojenja: transformatorska stanica 50/10 kV, 10/04 kV i 3 kV, zračnih vodova 10 kV, podzemnih vodova 10 kV i 3 kV, te niskonaponske mreže, mora se konstatirati da velik dio tih postrojenja na području »Elektroistre« uopće ne odgovara propisima.

50 kV dalekovodi građeni su uglavnom još pred 30 godina i ne pružaju stopostotnu sigurnost pogona, budući da su vodiči na nekim dionicama postavljeni na potpornim izolatorima. Rijedak je slučaj da su željezni stupovi uzemljeni.

Na dionici Črni Kal – Karojba, a na potezu Livade – Oprtalj, postavljen je ispod 50 kV vodova, 10 kV vod. Ovaj dio trase jako je izložen vjetrovima, a kako su međusobni razmaci vodiča nedovoljni kod jakih bura, neminovno dolazi do dodirivanja faza 50 sa 10 kV.

Na dionicama oko Oprtlja i Motovuna, Karojbe – Livada, Boruta – Boljuna – Paza i Trviža – Pazina, vodovi su postavljeni na klizavom terenu, pa je potrebno povremeno pomicanje stupova.

Što se tiče transformatorskih stanica 50/10 kV, postrojenje u Karojbi nije opremljeno nikakvom zaštitom ni mjerenjem, a transformatorska stanica Pula, koja je po instaliranoj snazi najveća, po ugrađenim je uređajima najsloženiji pogon. Postrojenja su stara pa ne odgovaraju pogonskim i tehničkim zahtjevima.

10 kV zračni vodovi građeni su prije rata redovito na betonskim željezno-rešetkastim i cijevnim stupovima, a tokom rata i poslije rata na drvenim impregniranim stupovima.

Na vodovima je pravo šarenilo opreme, naslijeđeno još od starog vlasnika. Isto takovo šarenilo postoji i u transformaciji. Nema homogenosti i pravi poteškoće u održavanju.

Ni niskonaponska mreža nije mnogo bolja. Ni ona u većini ne zadovoljava tehničke propise, ni opterećenja potrošača. Vodiči su na mnogim mrežama nedozvoljenih presjeka i materijala.

Izraziti je slučaj nepropisnih presjeka i materijala na niskonaponskim mrežama na Poljoprivrednom dobru Čepić, u Kozjaku, u Marićima i drugdje, gdje je vodič žica za vinograde, odnosno raspleteno uže.

Istini za volju valja priznati, da je poduzeće uložilo velike napore, da izvrši temeljitu rekonstrukciju dotrajalih postrojenja, a naročito da likvidira t. zv. divlje mreže. Tako je tokom 1958. obnovljena mreža u 45 sela na Pazinštini, u 14 sela na Motovunštini i Poreštini, u 28 sela na Labinštini, a na Rovinjštini u selima: Šošići, Rovinjsko selo, te u gradiću Kanfanaru.

Energetsku problematiku grada Pule i okolice koja je jedno od najznačajnijih područja »Elektroistre« ovdje namjerno ne ističemo, jer je o tome u našem listu u dva navrata opširno pisano (vidi članke: Ing. Ivan Janić: Električna mreža grada Pule — »Energija« 9—10/1957. i Ing. Aleksandar Grlić: Obnova i proširenje električne mreže grada Pule i okolice — »Energija« 1—2/1958.).

Sve u svemu energetska situacija na području Istre nije ružičasta i trebat će uložiti mnogo energije i investirati mnogo sredstava, da se definitivno odstrane sve naslijeđene manjkavosti i provede elektrifikacija još neelektrificiranih područja. A tih ima podosta i to u inače najbogatijim i najplodnijim krajevima (slučaj zapadne Istre!).

Mora se priznati da pojedini narodni odbori pokazuju mnogo razumijevanja za energetske probleme svojih područja, pa naročito u posljednje vrijeme ulažu u njihovo rješavanje znatna sredstva. U tom se posebno ističu narodni odbori općina Buzet, Vodnjan, Poreč, Pićan i Pazin. (Ove je godine najviše uložio u elektrifikaciju NOO Poreč, dok je Pazin koji je nekad prednjačio, ovaj puta nešto zaostao!).

U programu poduzeća za rekonstrukciju postrojenja u ovoj godini, predviđene su rekonstrukcije čvornih gradskih transformatorskih stanica u Pazinu, Buzetu, Poreču i Rovinju, te s time u vezi i dalekovoda 10 kV i niskonaponske mreže.

Kad bude konačno dovršeno idejno rješenje elektrifikacije Istre sigurno će se problemu elektrifikacije čitavog područja pristupiti sistematski i vjerujemo da će uskoro uspjeti temeljito ga riješiti.

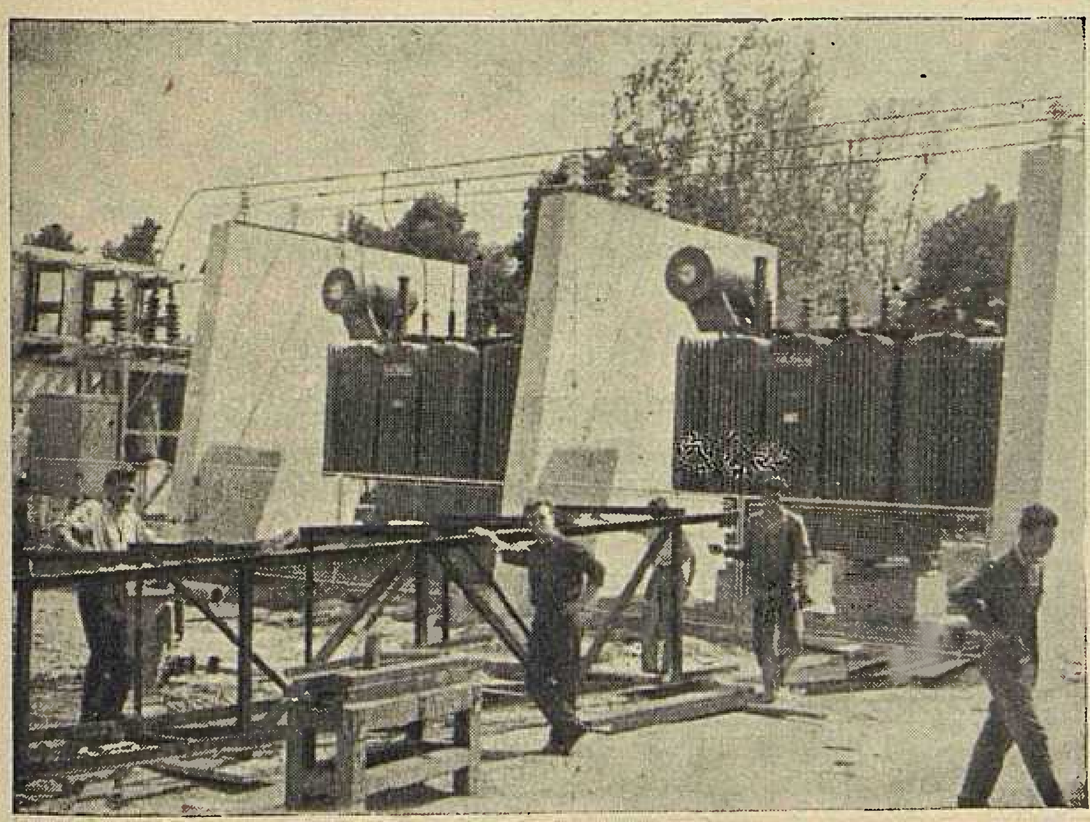
Život radnog kolektiva

Poduzeće ELEKTROISTRA zaposluje u prosjeku 350 do 400 ljudi.

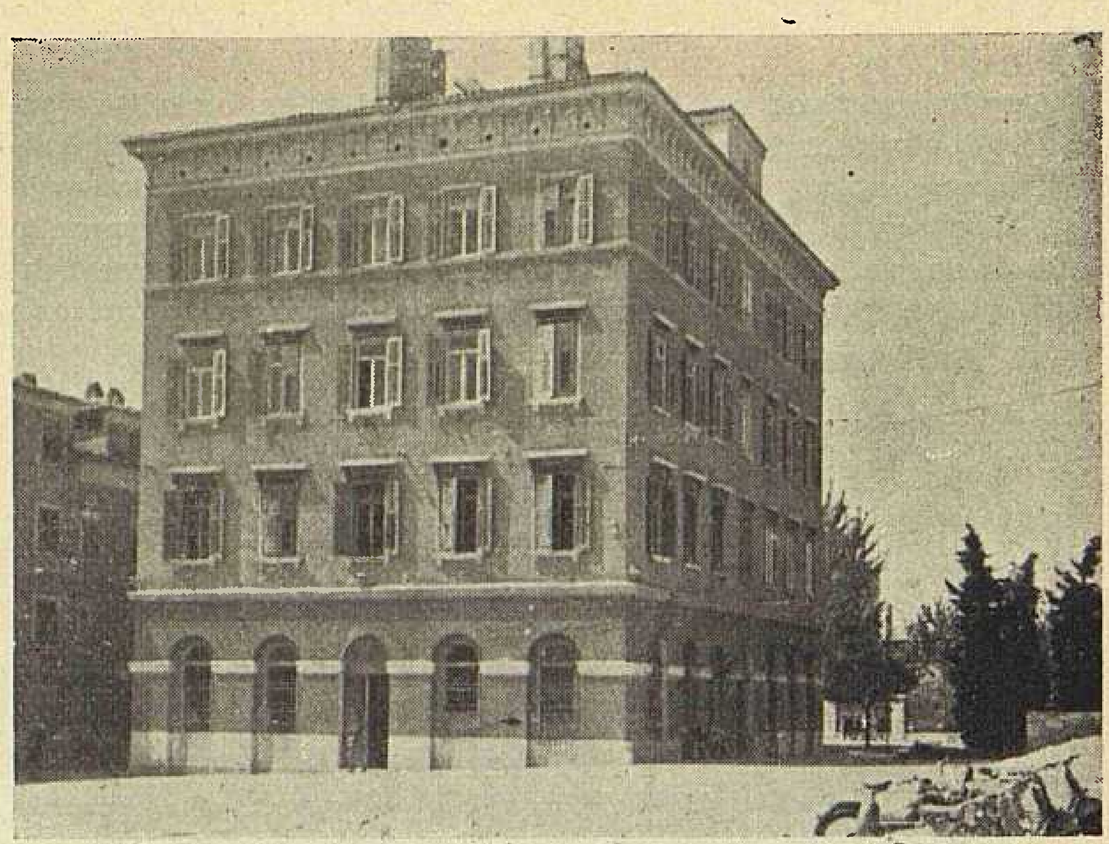
Kako i u svoj ostaloj Istri, tako je i u ovom poduzeću problem kadrova bio dugo godina najbolnija točka. Stručno osoblje, koje je do oslobođenja bilo uglavnom talijanskog podrijetla ili barem talijanskog odgoja i mentaliteta, u velikoj se većini, nakon oslobođenja Istre i njezina pripojenja Jugoslaviji, povuklo u Italiju.

Novi se stručni kadar veoma teško sakupljao. Zbog pomanjkanja stanova, jer je Pula bila za rata teško bombardirana, i oni su stručnjaci, koji bi eventualno bili došli iz Jugoslavije, redovito od toga odustajali.

Poduzeće je bilo organizaciono nesređeno i bez najnužnijeg stručnog kadra, pa se niz godina poslovalo sasvim primitivno, što je svakako štetno utjecalo ne samo na uzdržavanje postrojenja, nego i na ostalo poslovanje.



Sl. 4. Gradnja nove transformatorske stanice 110/35 kV u Puli



Sl. 5. Zgrada u kojoj se danas nalaze prostorije Elektroistre

Neovisno od mnogih subjektivnih slabosti i objektivnih poteškoća, činjenica je da je uvođenje radničkog samoupravljanja doprinijelo, da se poslovanje poduzeća ipak stalno poboljšavalo, jer su uslovi pod kojima je poslovalo, zahtijevali, da organi upravljanja poduzmu ozbiljne mjere za organizaciono sređenje i konačno dobivanje najnužnijeg kadra.

Energičniji zahvat u sve te probleme započinje 1956. To se najbolje razabire iz pregleda stanja osoblja:

1951.	bilo je	89	osoba
1952.	,,	122	
1953.	,,	126	
1954.	,,	159	
1955.	,,	198	
1956.	,,	253	
1957.	,,	282	
1958.	,,	345	

Te brojke, koje na prvi pogled izgledaju kao nagomilavanje radne snage, stvarno su odraz razvoja poduzeća i smišljenog popunjavanja organizacionom šemom utvrđenih radnih mjesta. Možda će još bolje ilustrirati situaciju u poduzeću sadašnja struktura radne snage po kvalifikacijama: 21 VKV, 102 KV, 61 PKV i 22 NKV radnika, te 17 VSS, 50 SSS, 40 NSS i 7 pomoćnih službenika.

Međutim unatoč nastojanjima da se popuni stručni kadar, poduzeće još uvijek oskudijeva na srednjetehničkom kadru. Domaćih nema, a onima iz unutrašnjosti, koji bi željeli doći u Pulu, ne može se osigurati stanove.

Težak problem predstavlja i neprestana migracija nekvalificirane radne snage u druga poduzeća s većom mogućnošću povećanja plaća putem norme. U poduzeću se stoga pokušava izraditi pravilnik o premiranju, normama i sl., kako bi se radništvo stimuliralo za veće zalaganje u radu.

Uporedo s rješavanjem kadrovskog pitanja rješavao se i stambeni problem, jer se rješenjem stambenog problema rješavao ujedno i kadrovski. Poduzeće je osiguralo osoblju 30 što novih što adaptiranih stanova.

Poslovne su prostorije također jedan od težih problema. Radionice i pomoćna djelatnost smještene su u staroj dizelelektrani, a uredske prostorije, koje su isprva bile u ulici Buonarotti, zatim u Bulevaru revolucije i drugud, sada se nalaze u zgradi na trgu uz Augustov hram. Nepodesne su i skučene. (U njoj su i prostorije KNO i Zavoda za socijalno osiguranje.) Zato je poduzeće pristupilo gradnji nove upravno-poslovne zgrade u ulici Lino Mariani, gdje će biti koncentrirane na jednom mjestu sve djelatnosti: i uprava i radionice, i garaže i pogoni.

Stručnom uzdizanju postojećeg kadra posvećuje se znatna pažnja. Formirani su kursevi za osposobljenje polukvalificiranih montera. Prošle je godine 30 nekvalificiranih radnika položio ispite i steklo polukvalifikacije. Predavanja su održavali visokokvalificirani radnici-majstori i inženjeri, pravnik i šef računovodstva i uputili ih u osnovne tehničke, ekonomske i općeobrazovne pojmove.

Društveni život

Društveni život nije još uvijek u poduzeću naročito razvijen. Postoji, doduše, nogometna, pin-pong, odbojka i šahsekcija, no nekog naročitog isticanja nije bilo. Najaktivnija je bila odbojka, pa je prošle godine na radničkim igrama u Puli došla na drugo mjesto. Postoji i društvo Narodne tehnike, ali se zbog pomanjkanja društvenih prostorija, ni ono ne može pravilno razviti.

Sl. 6. Članovi radničkog savjeta poduzeća Elektroistra

Mnogo se očekuje od dovršenja nove zgrade, u kojoj su predviđene lijepe i prostrane društvene prostorije.

Jedna od naročito zanimljivih forma društvenoga rada i zbližavanja, bili su posjeti članova radnog kolektiva pojedinim pogonima u svrhu međusobnog upoznavanja, pogotovo upoznavanja pojedinih značajnijih objekata. Tako su organizirani posjeti Labinu, Motovunu, Rovinju i dr. Takav se izlet obično povezuje s kakvom utakmicom ili sličnom priredbom.

Druge forme kulturno-prosvjetnog rada ne mogu se održavati zbog već spomenutog pomanjkanja društvenih prostorija. Sindikat ima doduše lijepu knjižnicu, ali je stisnuta u jednom ormaru. Ima i televizor, ali je sobica tako mala, da ga tek vrlo mali broj članova kolektiva može gledati. A poduzeće ima samo u Puli 196 radnika i službenika (pogon Labin 55, Pazin 46, Motovun 38, Rovinj 28).

Jedna naoko sitna osobitost u poduzeću napravila je na mene vrlo jak dojam. To je kutija s natpisom »USLUŽNA DJELATNOST«. Radnik ili službenik, kome je potreban u kući ili oko nje, bilo kakav popravak (radija, bicikla, motora kućne instalacije, kućanskog aparata, okrečenje stana, prijepis ili umnažanje kakve isprave i sl.) napiše to na papir i ubaci ga u kutiju, koja je pričvršćena u hodniku u uredu.

Sindikalna podružnica svakog petka izvadi ta traženja i upućuje dotičnom drugu limoinstalatera, elektromontera, stolara, soboslikara i t. d. da mu izvrši zatraženu uslugu. U tu je svrhu sindikalna podružnica nabavila sav potreban alat.

Taj način zbližavanja ljudi, koji su voljni da jedan drugome pomognu a dosad nisu bili navikli na međusobnu pomoć, neobično je društveno-odgojan i pokazuje vrlo lijepe rezultate. Kažu da je potekao iz Slovenije, gdje da drugovi na taj način, kao nekom vrstom môbe, jedan drugome pomažu pri izgradnji obiteljskih kuća, koje na taj način bivaju za polovicu jeftinije. Dvosobna obiteljska kuća da ih dođe na cca 800.000 dinara.

Bilten radnog kolektiva

Radni kolektiv izdaje počevši od 1957. svoj Bilten, koji se štampa na 16 stranica u 400 primjeraka i besplatno se dijeli svim članovima kolektiva. U prosjeku izađe godišnje oko 6 Biltena. U njemu se radni kolektiv upoznaje sa svim problemima, koji su za njega od interesa. Na popularan je način prikazana organizacija poduzeća, odnos radnog kolektiva i radničkog savjeta, rezultati poslovanja poduzeća, kako se vrši raspodjela ostvarenog dohotka, objašnjen je zakon o organizaciji elektroprivrede, zakon o mirovinskom osiguranju, zakon o radnim odnosima, osnovne karakteristike plana poduzeća, kako se raspodjeljuje pogonska spremnost i uopće sve što može interesirati svakoga, pa i posljednjeg radnika u poduzeću. Izdavanje tog časopisa možda i prelazi mogućnosti samoga radnoga kolektiva (teme se obično brzo iscrpe, pa se pojavljuje borba za rukopise i suradnju!) no već sama pojava takvog lista je vrlo zanimljiva, a i značajna za nastojanja poduzeća, da se uzdigne i izživi u svom stvaralačkom elanu.

Ernest Radetić

XI. redovito zasjedanje upravnog odbora ZEPH, održano dne 26. V. 1959.

Donesen Tarifni pravilnik radnog kolektiva ZEPH-e

Upravni odbor donio je novi Tarifni pravilnik za radni kolektiv uprave Zajednice. Tarifni pravilnik je rađen prema tarifnom sporazumu sklopljenom između Centralnog odbora Saveza sindikata metalaca i JUGEL-a. Doneseni tarifni pravilnik da bi se mogao primjenjivati bilo je potrebno podnijeti još i Republičkom odboru sindikata metalaca i Izvršnom vijeću Sabora NRH na odobrenje, koji su ga u međuvremenu već i potvrdili.

Izvještaj o planu i ugovaranju za 1959.

Razmatrajući izvještaj i zaključke Komisije za financije Upravnog odbora Zajednice, nakon provedene diskusije o izvještaju, upravni odbor je donio ove zaključke:

— da uprava Zajednice odmah pristupi izradi globalnog plana vrijednosti bruto produkta elektroprivrede Hrvatske za 1959. po djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije na temelju principa, koji su donijeti na savjetovanju direktora privredno-računskog sektora republičkih Zajednica, održanom dne 6. V. 1959., s obzirom da je takav plan već dostavljen Saveznom izvršnom vijeću;

— da uprava zajednice napravi usporedbu između sumara vrijednosti bruto produkta za 1959. prema ocjeni pojedinih udruženih i distributivnih poduzeća i globalnog plana time, da planove po ocjeni poduzeća treba korigirati za novo otvorena pripravnička radna mjesta u smislu zaključaka sa X. redovnog zasjedanja upravnog odbora.

— da Komisija za financijski plan upravnog odbora ZEPH pristupi, u suradnji s predstavnicima poduzeća (direktorima i rukovodiocima privredno-računskih službi) usklađivanju njihovih prijedloga planova na način kako je to vršeno u planu za 1958.

— da na temelju ovih usklađenja i razrada Komisija napravi prijedlog plana za 1959. i podnese ga na odobrenje Upravnom odboru. Taj plan služit će kao kolektivni ugovor za 1959. između Zajednice s jedne, a distributivnih i udruženih poduzeća s druge strane.

Izdvajanje područnog ureda Čakovec iz sastava »Elektre« Varaždin i osnivanje novog samostalnog distributivnog poduzeća

Električno poduzeće »Elektra«, Varaždin, podnijelo je Upravnom odboru Zajednice, pozivom na odredbu čl. 29. Zakona o elektroprivrednim organizacijama, elaborat i prijedlog o izdvajanju područnog ureda u Čakovcu kao samostalnog poduzeća.

Pregledom elaborata utvrđeno je, da za osamostaljenje područnog ureda Čakovec postoje potrebni uvjeti, t. j. potrebna mjerna mjesta za preuzimanje električne energije, odgovarajuća stručna radna snaga, vozila potrebna za redovno održavanje postrojenja, kao i poslovne prostorije, pa je Upravni odbor pozivom na gornju odredbu dao odgovarajuću suglasnost, i omogućio »Elektri« Čakovec, da može poslovati kao samostalno poduzeće.

Postavljen direktor poduzeća u izgradnji HE »Senj«

Prije postavljeni direktor ing. Đuro Furač zamolio je, da ga se oslobodi dužnosti direktora poduzeća s razloga, što bi se želio baviti izričito stručnim problemima, kojima se kao direktor nije mogao u punoj mjeri baviti. Uvaživši ove razloge upravni je odbor razriješio ing. Đuru Furača dužnosti direktora poduzeća, a za novog direktora imenovao druga Danila Vuksana.

Formiranje organa upravljanja u poduzećima u izgradnji

Sporazumno s Izvršnim vijećem Sabora prišlo se je organiziranju organa društvenog upravljanja u poduzećima u izgradnji. Najprije se takav organ formirao kod poduzeća u izgradnji »Dalmatinske hidroelektrane«, a sada se on formira pri Toplani Zagreb i pri HE »Senj« u Senju. U ove se organe imenuju predstavnici Izvršnog vijeća Sabora, narodnih odbora dotičnih kotareva, Zajednice, te samog poduzeća. Ovaj organ je svakako velika pomoć direktoru poduzeća, a ujedno i novitet u poduzećima u izgradnji.

Informacije o izgradnji HE Rječina u Rijeci

Investicioni program za gradnju HE »Rječina« je odobren, ali se ne će odmah pristupiti osnivanju poduzeća u izgradnji jer još nisu osigurana sredstva za gradnju, pa Upravni odbor preporučuje »Kvarnerskim elektranama«, da one privremeno preuzmu na sebe organizaciju svih potrebnih predradnji, kako bi radovi na gradnji mogli odmah započeti čim budu sredstva odobrena. Uprava Zajednice pružit će punu pomoć Kvarnerskim elektranama u tim pripremama.

M. J.

Rad stručnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije NR Hrvatske

Danas nakon pune godine dana rada ovog Udruženja u kojem je učlanjeno 20 privrednih organizacija, može se konstatirati da je ovakova samostalna organizacija zaista pronašla osnov svog rada i postigla vidne uspjehe na polju jedinstvenog rješavanja problema udruženih poduzeća.

Tako je po prvi puta nakon detaljne razrade kapaciteta i važnosti elektrodistributivnih poduzeća, ovo Udruženje razradilo za NR Hrvatsku normativ radne snage, troškova i gubitaka, uz osnovne pokazatelje: instalirana snaga, duljina mreže i broj potrošača. Ti normativi su poslužili kao baza za daljnju razradu prijedloga općejugoslavenskih normativa, odnosno objektivnih mjerila.

Nadalje u cilju jedinstvenog rada distributivnih poduzeća razradilo je ovo Udruženje i načela o organizaciji ovakvih poduzeća, sa organizacionim oblicima jedinica, strukturom poduzeća, sistematizacijom, nomenklaturom i kategorizacijom radnih mjesta, te razradom kriterija nagrađivanja radnika u osnovnoj i sporednoj djelatnosti, što treba da služi kao baza za donošenje tarifnih pravilnika.

Inicijativom i punim zalaganjem Udruženja razrađena je problematika elektrodistribucije Jugoslavije naročito na polju investicionih ulaganja u odnosu na kapacitete proizvodnje i prijenosa električne energije, promatrana kroz energetsku, tehničku i investicionu problematiku, uz detaljan prikaz razvoja i mogućnosti konzuma proizvedene energije kroz postojeće elektrodistributivne kapacitete. Na ovom polju dati su i prijedlozi za što bolji i ekonomičniji prosperitet elektroenergetskog razvoja.

Članovi ovog Udruženja putem svojih predstavnika u organima i pomoćnim organima-komisijama uzeli su učešća i u davanju pojedinih prijedloga na polju reguliranja privrednih odnosa unutar elektroprivrede sa izmjenom i dopunom odredaba Zakona o elektroprivrednim organizacijama, Pravilnika o općim uvjetima za isporuku električne energije, Uredbe o tarifi električne energije, Pravilnika o nagrađivanju i penaliziranju radnika i službenika za spremnost elektroenergetskih postrojenja, Pravilnika o higijensko-tehničkoj zaštiti pri radu te na polju razrade principa metodologije plana distribucije za 1958. i 1959.

Ovo je Udruženje održalo do danas 10 redovnih sjednica UO-a i dvije redovne skupštine, koji organi su, uz pomoć postojećih komisija Udruženja, razmatrali i donosili odluke o svim aktuelnim problemima.

Radi ilustracije načina rada Udruženja kao primjer iznijet ćemo raspravljana pitanja i zaključke posljednjeg sastanka UO-a održanog u Osijeku dana 12. i 13. VI. 1959.

1. Ekonomsko financijska pitanja

a) U vezi plana za godinu 1959. i sklapanja ugovora postavljene su tri alternative:

Da se potrebni troškovi ugovore u punom iznosu u okviru dogovorno utvrđenog planskog volumena. Za ostvareni prekoplanski volumen poduzeću bi pripadalo 50% financijskog rezultata planske cijene distributera svedene na jedinicu proizvoda preuzete električne energije za distribuciju.

Postoci gubitaka električne energije da se obračunavaju u odnosu na 50% za svaku ugovornu stranu.

Uštedene količine da se obračunavaju u 100%-tnom iznosu u korist dohotka poduzeća.

Da se troškovi ugovaraju u punom iznosu na okvir zadanog planskog volumena time da financijski rezultati uštede i gubitaka idu u korist ili na teret Zajednice.

Za pravilno rješenje pitanja plana smatra se nužnim riješiti prvenstveno pitanje brutoprodukta distributivnih poduzeća i pitanje cijene električne energije t. j. da li će ona biti planska, prosječna republička ili prosječna savezna.

b) Povišena cijena električnoj energiji prema čl. 12 Zakona o elektroprivrednim organizacijama ima se dati u fond distributivnih poduzeća u cilju razvitka distributivne mreže, a ne u korist društvenog investicionog fonda općine. U tom pravcu potrebno je zatražiti izmjenu citiranog propisa.

c) U cilju traženja potrebnih sredstava za izgradnju 35 kV postrojenja potrebno je da sva udružena poduzeća odmah izrade investicione programe i projekte za razdoblje do godine 1965. Nadalje je potrebno da sva poduzeća dadu podatke o vrijednosti osnovica za amortizaciju i sadašnje vrijednosti osnovnih sredstava po nomenklaturi amortizacionih grupa 19, 20, 21, 62 i 91 sa kratkim tehničkim opisom i potrebama rekonstrukcije. Za isti period potrebno je da poduzeća dadu i podatke o sredstvima slobodne amortizacije po odbitku utrošenih sredstava za anuitete.

d) Preporuča se pristupiti knjigovodstvenoj i obračunskoj mehanizaciji koristeći iskustva »Elektre« Zagreb i »Elektroslavonije« Osijek.

e) Hitno pristupiti razradi prijedloga o izmjenama i dopunama Pravilnika o općim uvjetima za isporuku električne energije kao i eventualnoj potrebi izmjene postojećih tarifa i načina njihove primjene. O ovom pitanju potrebno je razraditi prijedlog u zajednici sa Institutom za elektroprivredu Hrvatske.

f) Radi što boljeg stimuliranja distribucije predložiti dopunu čl. 57 Zakona o elektroprivrednim organizacijama na način, da bi se u zadnjem stavu tog člana ostatak dohotka mogao rasporediti i na distributivna poduzeća.

g) Pristupiti otvaranju pokusne stanice za impregnaciju stupova na otoku Mljetu, obzirom na mogućnosti korištenja drva i upotrebe na tom području.

Posebno je istaknuto pitanje mogućnosti stvaranja dohotka u poduzeću na osnovu dobivenih sredstava na principu uvećanja minimalnog osobnog dohotka za 50%, ukoliko poduzeća ne bi bila oslobođena od plaćanja doprinosa komunama. Potrebno je stoga da se ovo pitanje riješi pred nadležnim organima i da poduzeća definitivno znadu s kakovim sredstvima raspolažu.

Naročito kritički se je osvrnulo na činjenicu da još dosad nije donijet plan za elektroprivredu, što se kosi sa osnovnim principima privrednog poslovanja. U vezi toga potrebno je hitno intervenirati kod »Jugel-a« da se odmah donese plan tim više što ovo traže i mjesne nadležne vlasti kao i financijski nadležni organi, s obzirom na potrebni periodični obračun.

2. Organizacija poduzeća, normativi i osobni dohoci

Ranije postavljeni plan organizacije poduzeća imao je vidnijeg utjecaja u donašanju Tarifnih pravilnika kao i u pri-

mjeni normativa radne snage. Predloženi normativ troškova i gubitaka zadovoljio bi potrebe udruženih poduzeća.

3. Problemi unapređenja pogona

Ukazuje se potreba na usavršavanju kadrova kroz izmjenu iskustava u udruženim poduzećima. U tom cilju odmah se pristupilo postavljanju plana na osposobljavanju montera na polaganju i spajanju kabela na način da će sva udružena poduzeća uputiti određeni broj montera na usavršavanje u poduzeće »Elektra« Zagreb.

Osim toga podržava se uspostavljena veza sa elektrodistribucijom Belgije time da bi imala uslijediti i razmjena stručnjaka između distribucije Hrvatske i Belgije, prema predviđenom planu.

4. Energetski problemi

Ukazuje se potreba vršenja revizije projekata elektroenergetskih objekata na centralnom mjestu u Zagrebu. Nadalje se ukazuje potreba energetske rajonizacije u pogledu perspektivnih specifičnih opterećenja i potrošnje u domaćinstvima. Naročito se ističe potreba rješenja izravnanja dnevnog dijagrama potrošnje uz usko povezano ekonomsko i tarifno razmatranje tog problema. Smatra se dalje aktuelnim donašanje općeg kriterija po kojemu će se određivati potrebe i odobrenja jednofaznih, odnosno trofaznih priključaka kućanstva. Kao kritično stanje ističe se stanje distributivnih mreža, te će u tom pravcu zato nadležna komisija donijeti potrebne prijedloge.

Napominje se da je ovom sastanku prisustvovao Ante Raos, generalni direktor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede i o svim gore navedenim pitanjima dao svoje mišljenje, osvrnuvši se na koncu na stanje cijele elektroprivrede uključivši i distribuciju.

V. D.

Deset godina rada poduzeća »Elektroopskrba«

Milan Mikuličić, direktor poduzeća od osnutka do danas.

Poduzeće »Elektroopskrba« osnovala je Generalna direkcija elektroprivrede Hrvatske dana 1. I. 1949. De facto je ono započelo radom 1. 4. 1949. sa zadatkom da kao nabavno-servisno poduzeće Generalne direkcije elektroprivrede Hrvatske:

1. ugovori planske kontingente sveukupnog materijala za elektroprivredu i elektroprivredna poduzeća Hrvatske, koja su u sklopu Generalne direkcije,

2. ugovara i realizira planske kontingente materijala korisnicima, te da vrši njihovu raspodjelu prema nalogu dispečerske grupe Generalne direkcije,

3. zaprimi na svoje skladište sve ugovorne materijale,

4. realizira sve kontingente drvenih stupova, da ih impregnira za sve investicije za uzdržavanje dalekovoda visokog i niskog napona,

5. vrši vanplanske nabave na zahtjev dispečerske grupe i poduzeća elektroprivrede, koje ona ne mogu nabaviti u svojem djelokrugu,

6. vodi evidenciju o sklopljenim ugovorima i poduzme sve potrebne radnje za njihovu realizaciju,

7. snabdijeva radnička odmarališta i ekonomiju Generalne direkcije, kao i da vrši sve one radnje, koje osiguravaju pravovremeno i ispravno snabdijevanje cjelokupne elektroprivrede NRH bilo kojom vrsti materijala i iz bilo kojeg izvora.

U tu svrhu »Elektroopskrbi« su stavljena na raspolaganje: osnovna sredstva u vrijednosti od Din 204.958.– i obrtna sredstva u vrijednosti od Din 18,203.000.–

Kako je vidljivo u početnoj fazi rada »Elektroopskrba« je bila poduzeće čisto zatvorenog tipa s vrlo malo iskusnog stručnog kadra.

U prvoj godini izvršila je povjereni zadatak, te je izvršila realizaciju i promet u vrijednosti od Din 194,584.000.–

Slijedila je godina 1950., koja je bitno promijenila lik poduzeća. Donesen je zakon o upravljanju državnim privrednim poduzećima, prema kojemu u ime društvene zajednice radni kolektivi upravljaju privrednim organizacijama i te godine biran je prvi puta Radnički savjet.

Poduzeće se već te godine pretvara u veliko poduzeće sa samostalnim radom, kako na domaćoj tako i na uvoznoj djelatnosti. Te godine Generalna direkcija donosi odluku da se dispečerski odjel u cijelosti dodijeli »Elektroopskrbi«, i te se godine osniva samostalna uvozna grupa. Sekretarijat za industriju donosi odluku:

da se »Elektroopskrba« preko Generalne direkcije zaduži da prikupi od svih Generalnih direkcija FNRJ cjelokupni ovjesni raspareni materijal, da ga sortira i kompletira, te tako kompletiran predaje pojedinim direkcijama;

da vodi u svojem djelokrugu brigu o nabavkama i proizvodnji čitavog ovjesnog materijala na području FNRJ, a poznato je, da je ovjesni materijal, do tada nabavljen, bio isključivo iz inostranstva. Prijelazom na domaću proizvodnju ušteđeno je privredi Jugoslavije cca 200,000.000.– deviznih dinara godišnje.

Kod preuzimanja ovog materijala, koji je stizao na desetke i desetke hiljada kila noću i danju, zalaganje i spremnost radnih ljudi u skladištu — koji su se nesebičnim radom založili za pravovremeni istovar i sortiranje materijala — došli su do punog izražaja.

Poduzeće je izvršilo ovaj zadatak, iako vrlo složen, unatoč nedostatku u prvom redu stručnog kadra, a u drugom redu u nedostatku osnovnih elemenata za proizvodnju, kao što su nacrti, modeli, skice i najnužnije ljevaonice i radionice u kojima se taj materijal kasnije izrađivao.

Komercijalna služba s uspjehom je obavljala svoja zaduženja, od kojih iznosimo samo neka. U periodu od proteklih 10 godina isporučeno je i nabavljeno materijala za slijedeće objekte:

1. *Od većih hidroelektrana puštena je u pogon:* HE Vinodol, HE Ozalj 2, HE Fužine, potpuna rekonstrukcija HE Miljacka, HE Zavrelje, HE Gojak, ukupne snage 116,5 MW, u što je utrošeno cca Din 19.529,000.000.– Od ovih HE treba napose napomenuti da je »Elektroopskrba« izvršila u cijelosti isporuku domaće i uvozne opreme i materijala za kompletne objekte u vrijednosti domaćeg materijala Din 2.408,000.000.–, a uvoznog materijala Din 122,894.000.–

Zasjedanje radničkog savjeta poduzeća Elektroopskrba

2. *Rekonstrukcija* termoeleektrana Konjščina, TE Vlaška, TE Jugovinil, TE Rafinerija nafte Sisak, TE Đakovo, TE Željezara Sisak, koje rekonstrukcije iznašaju ukupno 65 MW snage, u što je utrošeno cca Din 11.890,000.000.– sredstava, od toga većim dijelom za nabavku materijala i opreme.

3. *Trafo-stanice.* U posljednjih 10 godina izgrađeno je i rekonstruirano ukupno 957 MVA snage trafo-stanica u vrijednosti od Din 8.856,000.000.–, te je za ove objekte u cijelosti izvršena isporuka materijala preko »Elektroopskrbe«.

4. *Vodovi visokog napona.* 220 i 110 kV-nih vodova izgrađeno je 1.500 km, a ostalih vodova od 20–50 kV u dužini od 2.388 km u ukupnoj vrijednosti od 10.854,000.000.– Din što je većim dijelom utrošeno za nabavku same opreme.

Ovdje treba napose spomenuti gradnju dvostrukog dalekovoda 110 kV Zagreb–Vinodol i Vinodol–Matulje, te dalekovod 220 kV Zagreb–Jajce i Mostar–Split.

Nabavljeno je 15 km podmorskog kabela 10 i 35 kV za otoke Brač, Pašman, Hvar i Pag, kojih je proizvodnja započela prvi puta u našoj industriji. Od uvoznih zaključaka treba napose spomenuti da je »Elektroopskrba« dobila u 1951. god. zadatak da ugovori uvoznu opremu za trafo-stanicu Konjščina, TS Varaždin, TS Rakitje-Zagreb, TS Matulje, Šibenik, Dugi Rat, TS Split, TS »Tito« Kraljevac.

Oprema je ugovorena na račun prvog obroka IBRD zajma u vrijednosti od USA $ 970.000.– i drugog obroka zajma u vrijednosti USA $ 408.000.–, te na teret redovitih deviznih sredstava u vrijednosti od USA $ 265.000.–. Ova oprema ugovorena je u zapadnim zemljama Francuskoj, Italiji i Njemačkoj.

U daljnjim godinama ugovorena je oprema za slijedeće elektro-privredne objekte: trafo-stanica 30/10 kV Pojatno, TS Šumečani, TS Caprag, TS Dubrovnik, TS Split, TS Brodogradilište Split, TS Sinj, TS Bjelovar, TS Kamensko, TS Županja, TS Osijek, TS Vinkovci, Martinščica i Dujmovača, kao i dopuna za HE Vinodol, TE Županja, TE Vlaška, TE Rijeka, HE Gojak, TE Konjščina, HE Tito-Kraljevac. Dalekovod Zagreb–Jajce, dalekovod Mostar–Split, dalekovod Vinodol–Matulji, dalekovod Varaždin–Söjtör Bjelovar–Zagreb, te trafo stanice 110/30 kV, Osijek, Brod, Resnik, Vlaška, Šibenik, Split i Nedeljanac.

Nadalje je ugovorena oprema za građevnu mehanizaciju za građevno poduzeće »Konstruktor«, Split, a za gradnju brane na Cetini, u vrijednosti od USA $ 305.000.–. Primljena je dokumentacija potrebna za izradu idejnog projekta i investicionog elaborata za HE Peruča, Split, Sinj, TS Mraclin, HE Gojak i HE Rijeka. Uvezena je oprema za dogradnju Radio Zagreba i za televizijsku stanicu u Zagrebu i razne stanice za televizijsku mrežu u Hrvatskoj.

Nadalje je po zadatku Komiteta za vanjsku trgovinu FNRJ »Elektroopskrba« bila dužna zaključiti opremu u Mađarskoj na račun reparacija u razdoblju 1956.–1961. u ukupnoj vrijednosti od MO $ 3,525.000.–. Do 1. 4. 1959. zaključeno je MO $ 1,250.568.–, a u istome razdoblju uvezeno je opreme za MO $ 909.351.–

Zaključena je cjelokupna oprema za HE Split, prva etapa cca Din 5.000,000.000.–, kao i cjelokupna oprema za HE Peruča, Din 1.915,000.000.–. U toku su pregovori za zaključivanje opreme HE Senj i HE Rječina.

Dobivanjem samostalnosti poduzeće je iz godine u godinu povećavalo svoj promet. Tako je od cca 200 milijuna dinara u 1949. promet narastao u 1958. na 8 milijardi dinara.

Povećanjem prometa povećala su se, prirodno, i sredstva kojima je poduzeće moglo da izvrši svoje zadatke. Tako su i osnovna sredstva narasla od 205 tisuća u 1949. na 39 milijuna u 1958.

U početnoj fazi rada u poduzeću je radilo 11 radnika i 14 službenika, dočim danas poduzeće broji 21 radnika i 80 službenika.

Treba napose napomenuti i istaknuti da »Elektroopskrba« od početka svojeg djelovanja ima punu podršku Zajednice elektroprivrede kao i distributivnih i proizvodnih poduzeća elektroprivrede Hrvatske. Da je mogao biti izvršen ovakav složen i krupan zadatak potrebna je bila suradnja sa projektanskim organizacijama i sa tehničkim osobljem, koja je također došla do punog izražaja.

Put razvoja bio je otežan okolnošću što se u prvim danima nije moglo prići nekom stalnom planu proizvodnje, jer je kapitalna izgradnja danomice mijenjala svoj program izgradnje.

»Elektroopskrba« je morala većim dijelom osiguravati kritične materijale vanplanskim putem, što je bilo u prvim godinama vrlo teško i uz velike napore ostvariti. Pod tim okolnostima poduzeće je primalo na sebe obaveze u nabavkama i u mnogo slučajeva kada su one u prvi čas izgledale neostvarive. Zasluga je svih radnih ljudi poduzeća, koji su svojim zalaganjem i marom doprinijeli pravovremenim isporukama materijala, da se elektrifikacija naše zemlje mogla nesmetano odvijati.

Putem objekata kojima se napajaju električnom strujom mnoga sela i gradovi, kolektiv »Elektroopskrbe« dao je značajan prilog elektrifikaciji naše socijalističke domovine.

Godine 1954. poduzeće je pristupilo izgradnji stambene zgrade u Vrbanićevoj ul. 20, čime je podmireno oko 90% stambene potrebe radnog kolektiva. Kako međutim potrebe iz godine u godinu ponovo rastu, poduzeće je pristupilo kao suinvestitor izgradnji još daljnjih 2 dvosobnih i 4 jednosobnih stanova u Rapskoj ulici.

Sastanak Upravnog odbora poduzeća Elektroopskrba

Porastom broja ljudi u poduzeću postalo je akutno i pitanje uredskih prostorija. Iseljenjem Zajednice i Dalekovoda poduzeće je uzelo u zakup u Gundulićevoj ulici 32 daljnjih 7 prostorija u što je utrošeno Din 7,500.000.–

Poduzeće sudjeluje svojim doprinosom od Din 2,500.000.– na izgradnji Radničkog doma »Moše Pijade«, a doprinosom od Din 1,500.000.– na izgradnji visokonaponskog laboratorija Instituta za elektroprivredu u Zagrebu.

*

Poduzeće ELEKTROOPSKRBA izniklo je iz elektroprivrede, i ono je – unatoč organizacionim formama po kojima je uvršteno u trgovinsku djelatnost – u stvari ipak prominentno *elektroprivredno* poduzeće kome su interesi elektroprivrede prvi i osnovni zadatak.

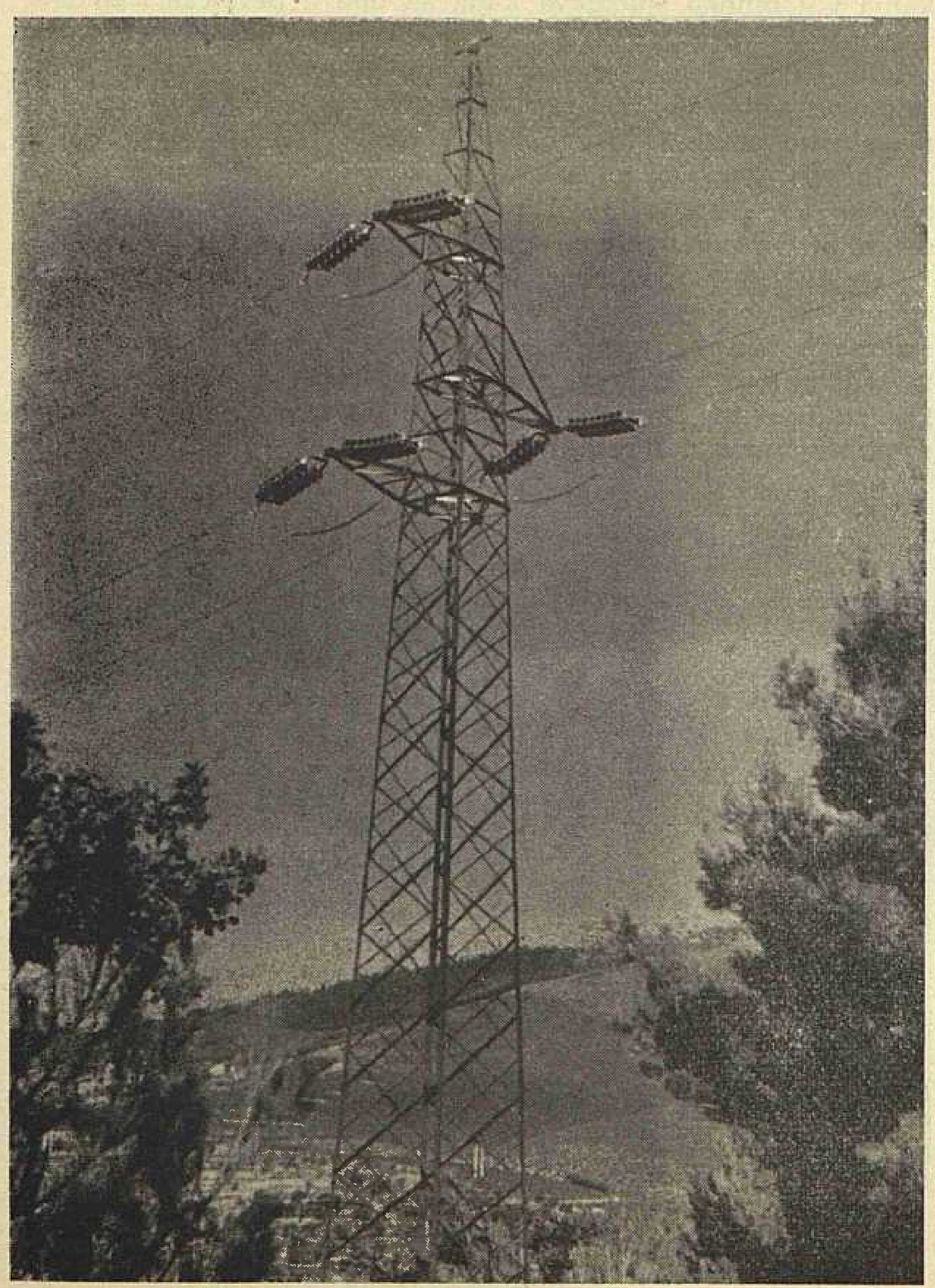
U tom cilju ono najtješnje surađuje kako sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske tako i s proizvodnim i distributivnim elektroprivrednim poduzećima i elektroprojektantskim organizacijama.

Ona se bori za interese elektroprivrede, povezuje njezine potrebe i koordinirano s poduzećima radi na promicanju elektrifikacije i uzdizanju elektroprivrede Hrvatske u punom smislu te riječi.

Čestitkama povodom njezina jubileja pridružuje se i redakcija našega časopisa sa željom da tako ujedinjena elektroprivreda ostvari u svoj njihovoj punini zadatke, koji su pred nju postavljeni, a koji imaju za krajnji i konačni cilj: ostvarenje blagostanja radnog naroda u njegovoj socijalističkoj domovini.

Proslava 10-godišnjice »Dalekovoda«

U travnju o. g. proslavilo je poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba svečanom akademijom u Radničkom domu 10-godišnjicu svoga poslovanja.



Sl. 1. Dalekovodni rasteretni stup

Put razvoja je bio otežan radi toga što se sticajem okolnosti nije moglo prići nekom ustaljenom planu proizvodnje, jer je sve ovisilo o narudžbama investitora.

Počevši s izgradnjom dalekovoda na drvenim stupovima poduzeće je postepeno prelazilo na izgradnju velikih prenosnih dalekovoda s betonskim portalima, a nedugo zatim i na dalekovode s čeličnim stupovima izgradivši tako čitavu mrežu dalekovoda i transformatorskih stanica ne samo u NR Hrvatskoj, već i u drugim narodnim republikama.

U početku poduzeće se je sastojalo od svega 120 radnika i 42 službenika. Projektni biro je bio u razvoju. Vozni park, i onako nedovoljan, bio je u veoma lošem stanju i smješten u provizornim barakama. Građevinski strojevi su bili slabi i u derutnom stanju. Bravarske radionice nije skoro ni bilo.

Sada je stanje sasvim drugačije. Broj radnika i službenika iznosi u prosjeku oko 1200, u građevnoj sezoni dosiže i 1800, a djelatnost projektnog biroa je vremenom povećana na studije i projektiranje dalekovoda i transformatorskih stanica svih napona.

U tom birou rađene su 1955. prve studije u zemlji za dalekovode napona 380 kV i to za potrebe »Jugelexporta«, pa se povjeravanje izrade te studije može smatrati kao izvanredno priznanje poduzeću, jer je taj rad od međunarodnog značaja.

Poduzeće je sudjelovalo i na licitacijama za gradnju dalekovoda u Grčkoj i u Egiptu. Projektni biro pripremio je zato potrebne projekte.

Vozni park je sada smješten u pogodnijim prostorijama, opskrbljen remontnom radionicom i mnogo većim brojem novih kamiona.

Privremena bravarska radionica izrasla je u radionicu metalnih konstrukcija i smještena u velikoj modernoj hali na Žitnjaku, koju je poduzeće izgradilo iz vlastitih sredstava. U njoj se izrađuju željezne konstrukcije dalekovoda vrlo visokog napona.

Osnovana je također radionica za izradu i sastav ovjesnog materijala sa pocinčavaonom, koja udovoljava ne samo potrebama poduzeća već i potrebama tržišta.

Poduzeće »Dalekovod« preuzelo je izgradnju skoro svih dalekovoda u NRH, pa je u periodu od 10 godina dovršilo:

24 dalekovoda 220 odnosno 110 kV u dužini od 1015 km
81 dalekovod 50 odnosno 30 kV u dužini od 1022 km
172 dalekovoda 15 odnosno 10 kV u dužini od 1094 km

te raznih niskonaponskih mreža 380/220 V u dužini od 960 km.

Nadalje 9 transformatorskih stanica napona 110/30 kV sa 69 polja 110 kV i 106 polja 50/35/30 kV, 33 transformatorskih stanica napona 50 odnosno 30 kV sa 122 polja 30 kV i 163 polja 10 kV, te 176 zidanih odnosno zračnih transformatorskih stanica 10/04 kV.

Osim toga izgrađeni su objekti raznog karaktera kao što su UKV-stanice, industrijske hale, sportske žičare na Sljemenu, stambene zgrade i odmaralište u Vodicama.

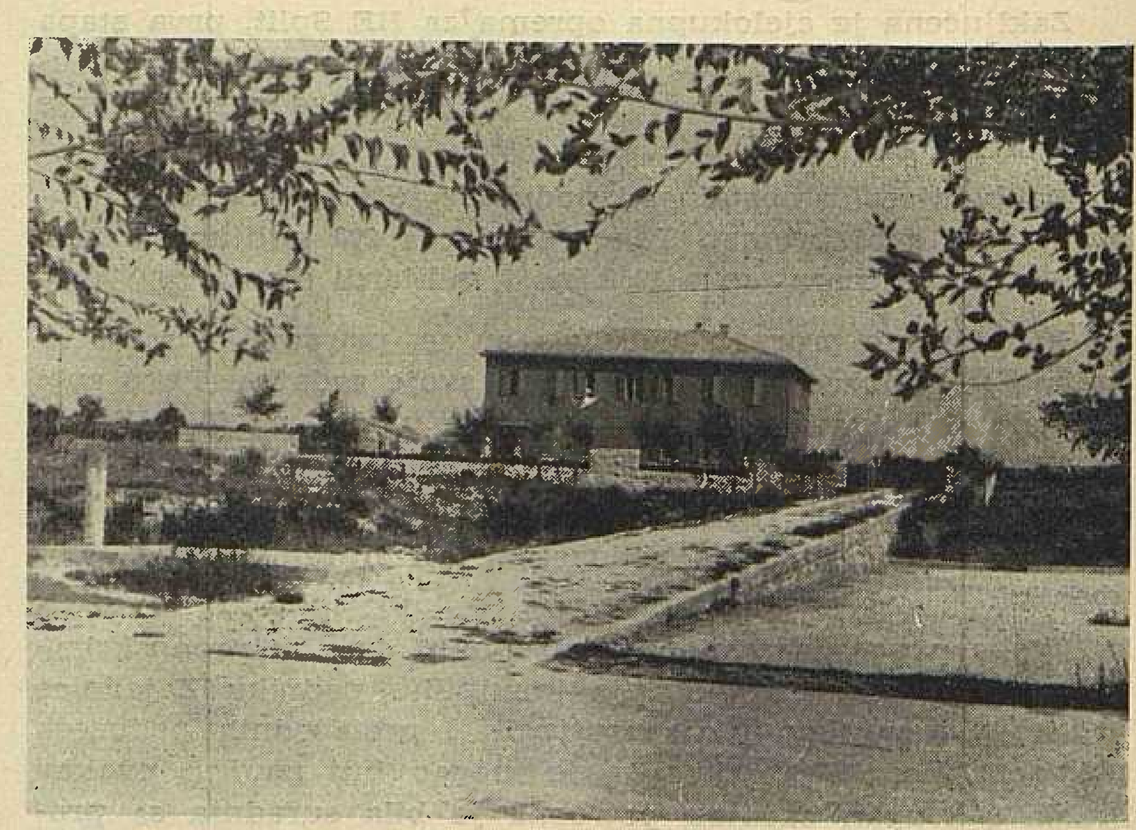
U vezi izgradnje 10-kV dalekovoda osnovana je godine 1953. odlukom Radničkog savjeta poduzeća grupa za elektrifikaciju sela, koja sa svojih 15 radilišta intenzivno radi na tom polju.

Radni kolektiv »Dalekovoda«, a posebno oni koji su od osnutka izdržali sve napore, pokazali su svojim zalaganjem, da se i sa skromnim sredstvima mogu postići znatni uspjesi, radeći u vremenu ne suviše lakom. U tom periodu se je očitovala sposobnost Sindikalne podružnice poduzeća, koja je znala aktivizirati kolektiv na izvršenju proizvodnog zadatka.

Aktivnost Sindikalne podružnice očitovala se naročito u jeseni 1951. kada je mnogo pridonijela odgoju pojedinih radnika za preuzimanje dužnosti radničke samouprave.

Radnički savjet dokazao je svoju zrelost i sposobnost da rukovodi poduzećem, jer je težio da ga što više ojača, da iskoristi njegov kapacitet, da što više uloži u investicije dalekovidno gledajući u budućnost svoje privredne organizacije i tako su nikle iz vlastitih sredstava izgrađene nove moderne hale za izradu čeličnih konstrukcija, remontne radionice, pocinčavaone, a na sugestiju Sindikalne podružnice našlo se je i novčanih sredstava za izgradnju moderne stambene četverokatnice (čime je donekle riješeno stambeno pitanje u poduzeću), za izgradnju odmarališta, za izgradnju sindikalnih prostorija i za izgradnju radničke kuhinje, u kojoj trudbenici mogu dobiti topli obrok.

Radni kolektiv »Dalekovoda« sa ponosom može gledati na obavljeni posao u periodu od 10 godina i sprema se sigurno na nove radne pobjede na polju elektrifikacije zemlje ne žaleći napore, koji su spojeni s tom vrsti terenske djelatnosti.



Sl. 2. Odmarište u Vodicama

Na tom putu želimo mu svaki uspjeh u njegovim nastojanjima.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE TRAVANJ I SVIBANJ 1959.

Proizvodnja i razmjena električne energije NR Hrvatske

Mjeseci		Proizvodnja na generatoru u MWh						Ukupno		Razmjena			Ukupno (7—11)
		Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Lokalne elektrane				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
6.	1958	47745	16101	990	15648	98	213	48833	31962	37883	32896	— 6886	144688
7.	1958	28351	22896	722	18733	105	225	29178	41854	50377	29341	— 9342	141408
8.	1958	13998	26018	428	17985	101	276	14527	44279	49614	34654	— 896	142178
9.	1958	7734	37103	259	22783	96	274	8089	60160	53069	25715	— 111	146922
10.	1958	31290	33129	1046	26466	99	262	32435	59857	72636	4997	— 5975	163950
11.	1958	61776	23411	1928	21683	108	266	63812	45360	47405	23991	— 5781	174787
12.	1958	75436	21585	1951	20474	112	319	77499	42378	45197	27059	— 5627	186506
Ukupno	1958	654130	275959	16873	218012	1248	3244	672251	497215	374061	417825	— 53024	1908328
1.	1959	92472	21860	2374	17299	114	317	94960	39476	13943	58082	— 11131	195330
2.	1959	73909	40212	1498	17916	108	310	75515	58438	— 3002	52748	— 2519	181180
3.	1959	70584	30070	1660	19073	102	316	72346	49459	12083	53868	— 1296	186460
4.	1959	63681	24000	2020	17170	100	287	65801	41457	34117	36649	— 6506	171518
5.	1959	60878	20368	1567	22014	108	277	62553	42659	44380	28618	— 8826	169384
Ukupno 1. — 5.	1959	361524	136510	9119	93472	532	1507	371175	231489	101521	229965	— 30278	903872

Napomena: Od mjeseca siječnja 1959 iskazuje se u statističkom izvještaju proizvodnja električne energije svih kod Statističkog zavoda evidentiranih industrijskih i lokalnih elektrana, a ne samo većih industrijskih elektrana kao što je to bilo iskazivano u 1958. g.

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece travanj i svibanj 1959.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje,[2] %		Utrošak topline kcal/kwh	
				Travanj	Svibanj	Od početka godine	Travanj	Svibanj	Od početka godine	Travanj	Svibanj	Travanj	Svibanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	75,0	6746	10535	63888	39,0	123,3	83,9	100,0	100,0	—	—
		Gojak	—	575	12415	12990	—	—	—	—	. . .	—	—
		Ozalj	5,1	2863	2751	11982	85,8	145,2	87,2	100,0	100,0	—	—
		Kraljevac	62,0	35349	17384	180670	86,7	39,2	89,7	94,2	81,9	—	—
		Manojlovac (Miljacka)	24,0	13668	12229	64903	91,7	75,5	94,2	91,2	97,9	—	—
		Jaruga	5,5	3736	3892	18827	99,0	100,5	100,8	100,0	100,0	—	—
	TE	Zagreb	17,0	6028	4010	28713	126,3	118,0	115,7	49,4	31,8	5870	7100
		Jertovec	39,0	12805	7550	71977	104,3	164,3	140,0	45,7	26,1	4057	4090
		Vlaška	9,5	1746	3972	16237	75,5	166,4	119,6	25,6	56,2	5472	5011
		Rijeka	6,3	2240	2029	10174	2400,0	1171,0	1488,0	49,4	43,3	5391	5920
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,5	2837	6834	22329	266,5	588,0	372,0	22,4	52,6	. . .	. . .
		Sladorana, Županja	3,0	471	1060	1557	—	—	811,0	21,8	47,6	. . .	. . .
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1658	1691	8904	186,0	261,0	196,5	38,3	37,9	. . .	. . .
		Željezara, Sisak	5,5	3734	4062	14342	107,0	126,6	82,6	94,2	89,2	. . .	. . .

1) Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na god. 1958. = 100.
2) Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje instaliranog kapaciteta.

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece travanj i svibanj 1959.

Elementi energetske bilance	Travanj		Svibanj		Od početka god.		Indeks 1958 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	travanj	svibanj	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	87681	46,5	81246	42,4	498034	49,7	86,0	92,7	103,1
Proizvodnja industr. elektrana	19190	10,2	23581	13,0	102152	10,2	114,1	146,9	122,3
Proizvodnja lokalnih elektrana	387	0,2	385	0,2	2039	0,2	103,4	121,1	105.2
Ukupna proizvodnja na generatoru	107258	56,9	510212	55,6	602225	60.1	89.9	101,2	105,9
Nabava el. en. od susjed. zajednica	81249	43,1	86425	44,4	398573	39,8	149,5	116,9	121,3
Nabava el. en. iz inozemstva	1	0,0	72	0,0	1644	0,2	8,3	—	—
Ukupno raspoloživa električna energija	188508	100,0	191709	100,0	1002442	100,0	108,4	107,9	111,6
Vlast. potr. elektrane u sistemu	3717	2,0	3066	1,6	19317	1,9	116,6	124,3	132,2
Vl. potr. industr. i lokal. elektr.	1957	1,0	2396	1,3	10418	1,0	114,1	146,2	121,8
Ukup. raspolož. na pragu elektrana	182834	97,0	186247	97,2	972770	97.1	108,3	107,2	111,3
(Dobave industr. elektrana sistemu)	(725)	(0,4)	(2821)	(1,5)	(7370)	(0,7)	(182,1)	(930,0)	(363,0)
(Prag elektrana u sistemu)	(165938)	(88,0)	(166426)	(86,8)	(840483)	(83,7)	(107,7)	(104,3)	(105,2)
Gubici prijenosa u sistemu	7257	3,9	8204	4,3	38920	3,9	97,4	68,3	81,2
Gubici razvoda u sistemu	11039	5,9	10272	5,3	71061	7,1	85,2	146,6	113,2
Gubici razvoda lokal. elektrana	39	0,0	38	0,0	204	0,0	105,3	118,8	105,1
Ukupna predaja el. en. potrošačima	164499	87,2	167733	87,5	862522	86,1	110.8	108,3	112,8
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	10482	5.6	13426	7,0	67087	6.7	121,6	80,8	93,3
Predano inostranstvu	6507	3,4	8898	4,6	31922	3,2	44,2	132,1	172,7
Industrijska vlastita opskrba	16546	8.9	18402	9,6	84567	8.5	112,1	130,4	115,4
Lokalna opskrba	309	0,2	309	0,2	1631	0,2	103,0	121,6	105,1
Potrošači u sistemu	130655	69,2	126698	66,1	677315	67,6	109,8	108,2	113,3
Struktura potrošnje u sistemu = 100% / Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100%									
Kućanstva (domaćinstva)	33725	25,8	33494	26,4	178180	26,2	115,0	113,1	120,5
Rasvjeta poslov. prostorija	3704	2.8	3092	2,5	21481	3,2	105,1	114,6	112,2
Rasvjeta društv. prostorija	889	0,7	769	0,6	4995	0,7	109,2	124,2	107.9
Motori i aparati	4328	3,4	4379	3,4	22149	3,3	122,0	127,0	120,7
Poljoprivredni motori	610	0,5	579	0,5	3136	0,5	110,4	115,0	120.6
Javna rasvjeta	1624	1,2	1443	1,1	8920	1,3	116.5	111,7	113,0
Preprodavaoci	1179	0,9	977	0,8	6676	1,0	92,6	83,1	93,6
Ukupna potrošnja na malo	46059	35,3	44733	35,3	245537	36,2	113,9	113,7	118,2
Vodovod	3537	2,7	3813	3,0	17638	2.6	109,4	105.0	128.1
Gradska električna vuča	1283	1,0	1311	1,0	6400	1,0	107,7	115,5	105,7
Ukupno komunalna velepotr.	4820	3,7	5124	4,0	24038	3,6	109,3	107,6	107,6
Ugljenokopi	5933	4.6	5903	4,7	29163	4,3	93,7	100,3	95,5
Tvornice cementa	7258	5,6	8186	6,4	36286	5,4	119,2	127.7	126,3
Ostala opća velepotrošnja	28554	21,8	27331	21,6	148952	21,9	107,5	116,0	114,7
kod elektrokemije	(1932)	(1,5)	(814)	(0,7)	(6008)	(0,9)	(76,7)	(22,1)	(53,1)
kod elektrometalurgije	(12062)	(9,2)	(12869)	(10,2)	(60753)	(9,0)	(112,7)	(114,2)	(152,0)
kod ostalih	(14560)	(11,1)	(13648)	(10,7)	(82191)	(12,0)	(109,9)	(143,2)	(105,0)
Ukupna ostala velepotrošnja	41745	32.0	41420	32,7	214401	13,0	107,3	116,5	113,1
Karbid	11811	9,0	12988	10,2	59508	8,8	91,5	100.8	92,6
Aluminij	12061	9,2	12869	10,2	60752	9,0	112,1	114,3	130,7
Ostala elektrokemija	1933	1,5	815	0,7	6012	0,9	71,6	33,2	52,2
(Ukupno elektrokemija)	(25805)	(19,7)	(26672)	(21,1)	(126272)	(18,7)	(98,6)	(100,3)	(103,2)
Ferolegure el. metalurgije	8259	6,3	5241	4.1	48349	7,1	141,6	67,7	112,8
Elektrotoplina	2899	2,2	2544	2,0	13614	2,0	146,5	127,5	148,1
Željeznička električna vuča	1025	0,8	928	0,8	4882	0,8	111,1	95,4	101,3
Melioracija	43	0,0	36	0,0	222	0,0	21,3	124,0	35,3
Ukupno specijal. velepotrošači	38031	29.0	35421	28,0	193339	28,6	108,2,	94,9	107,7

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece travanj i svibanj 1959.

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	4. 1959	592	410	182	64	25	67	53	130	71	121	26	25	8	3	0
	5. 1959	567	424	143	61	20	66	51	161	45	107	21	26	6	3	0
Indeks na bazi	4. 1958	114	99	175	78	131	84	147	92	203	121	482	29	99	94	17
	5. 1958	109	92	224	80	236	88	151	94	364	87	890	240	85	96	97

Proizvodnja ugljena u NR Hrvatskoj za mjesece travanj i svibanj 1959.

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1958 = 100		
		Travanj	Svibanj	Od početka godine	Travanj	Svibanj	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi		70960	71170	349630	100,1	109,9	103,0
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	7506	6670	32561	105,7	91,4	93,1
	Rudnik Pregrada	4885	5325	24450	103,8	143,8	101,1
	Ostali	4296	3959	20999	73,4	71,6	70,0
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	15906	15192	81737	93,2	92,4	95.1
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Dalmacija: Rudnik Siverić	11776	10630	57746	102,6	102,1	94,8
	Ostali	371	533	2620	80,6	105,5	97,3
	Ostala područja	3152	3266	14727	134,1	187,6	126,3
	Ukupno mrki	47892	45575	234840	97,9	100,2	93,8
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečki ugljenokopi	16162	14338	84246	130,9	119,5	122,4
	Konjšćinski ugljenokopi	19529	20321	103624	90,4	110,3	95,9
	Rudnik Ladanje Donje	13484	11151	65510	105,3	91,7	97,2
	Stubički ugljenokopi	14192	14276	75532	98,7	109,5	110,7
	Ostali	1746	1714	8116	83,1	119,0	77,8
	Bilogora — Podravina: Koprivnički ugljenokopi	11055	10707	54098	99,7	114,3	84,1
	Križevački ugljenokopi	5673	5451	29350	119,5	124,7	120,2
	Ostali	6377	6728	35082	99,2	114,9	103,1
	Ostala područja	240	706	3047	10,4	32,9	24,7
	Ukupno lignit	88458	85391	459205	100,8	108,4	100,1
Ukupno sve vrste ugljena		207040	202137	1043675	99,0	106,9	99,5

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece travanj i svibanj 1959.

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	4. 1959	1622	108	743	771	387	207	347	665	0,4	15,4	87	1,7
	5. 1959	1586	107	712	767	384	202	333	655	0,1	11,7	92	1,6
Indeks na bazi	4. 1958	112,5	108,0	118,1	124,0	100,0	103,0	116,1	30,0	40,0	121,1	100,0	81,0
	5. 1958	119,5	117,6	115,2	123,2	132,4	106,8	103,7	127,9	10,0	90,0	107,0	80,0

Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece travanj i svibanj 1959.

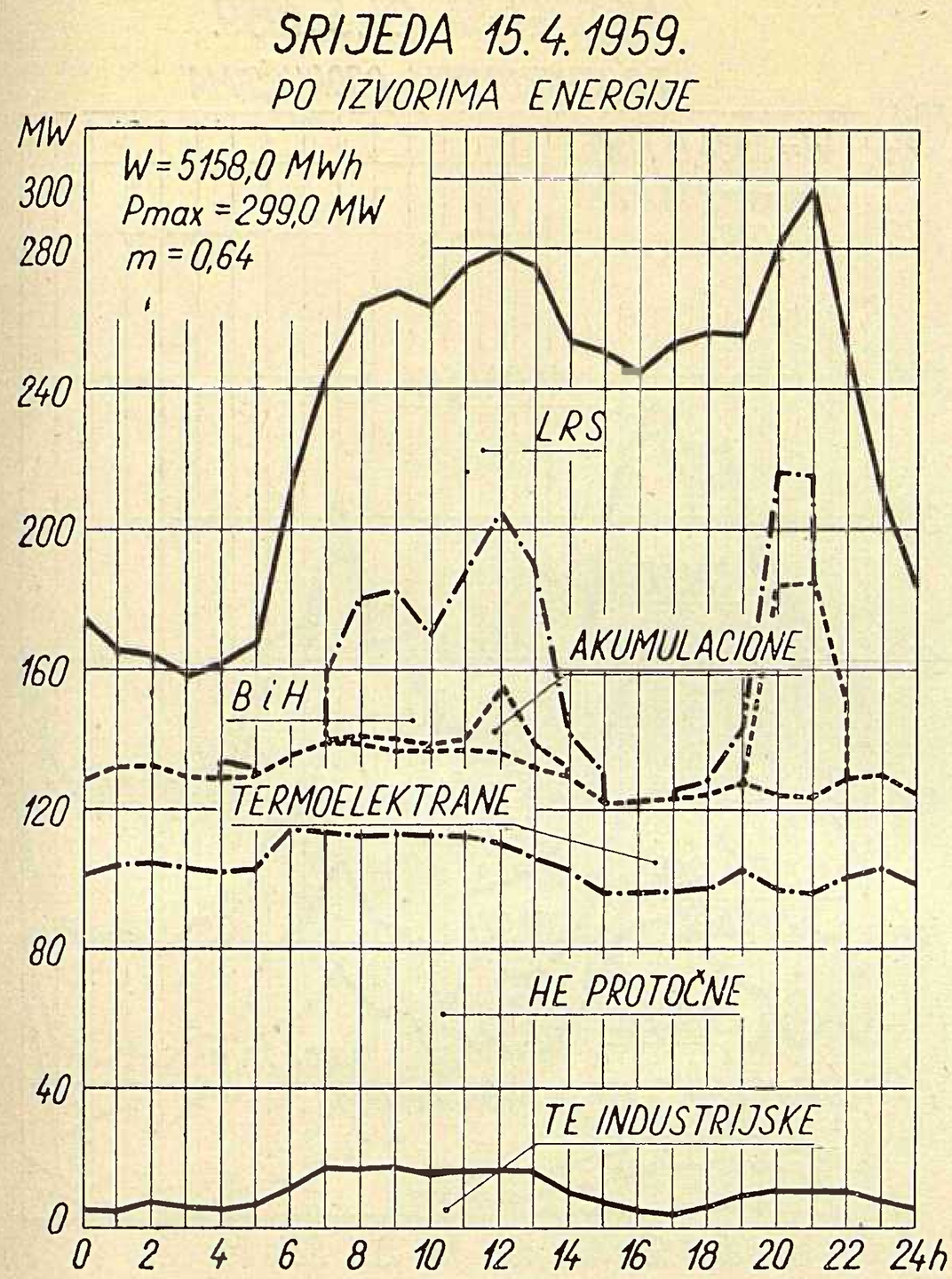
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	4. 1959	50230	5088	96283	18147	561	5230	28990	4271	214
	5. 1959	49952	4537	104874	21075	850	4420	31201	4347	258
Indeks na bazi	4. 1958	135,8	122,3	136,9	83,7	102,5	107,7	168,0	130,7	125,1
	5. 1958	128,1	118,7	104,8	100,7	175,3	83,7	109,6	100,1	141,7

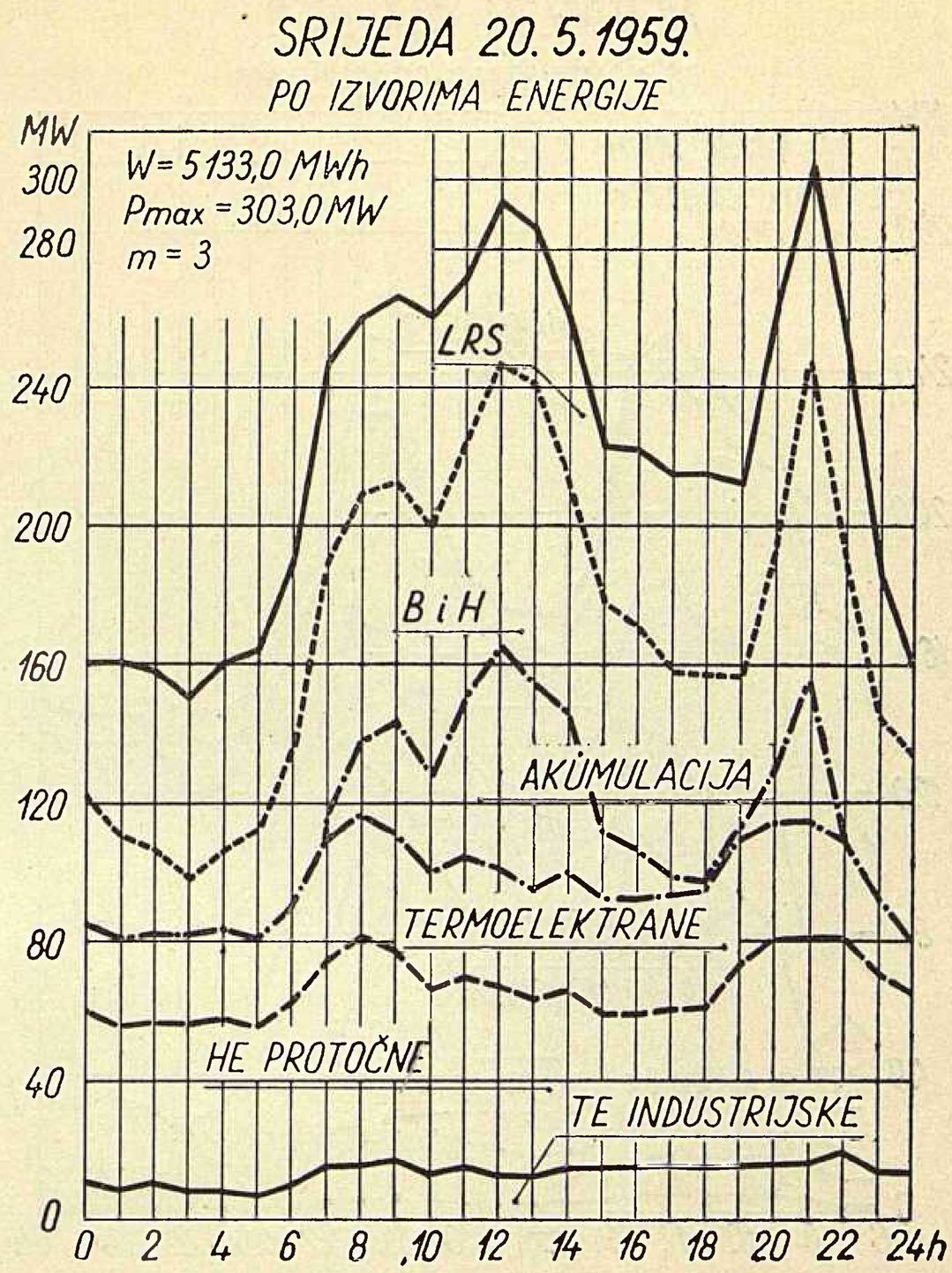
Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece travanj i svibanj 1959.

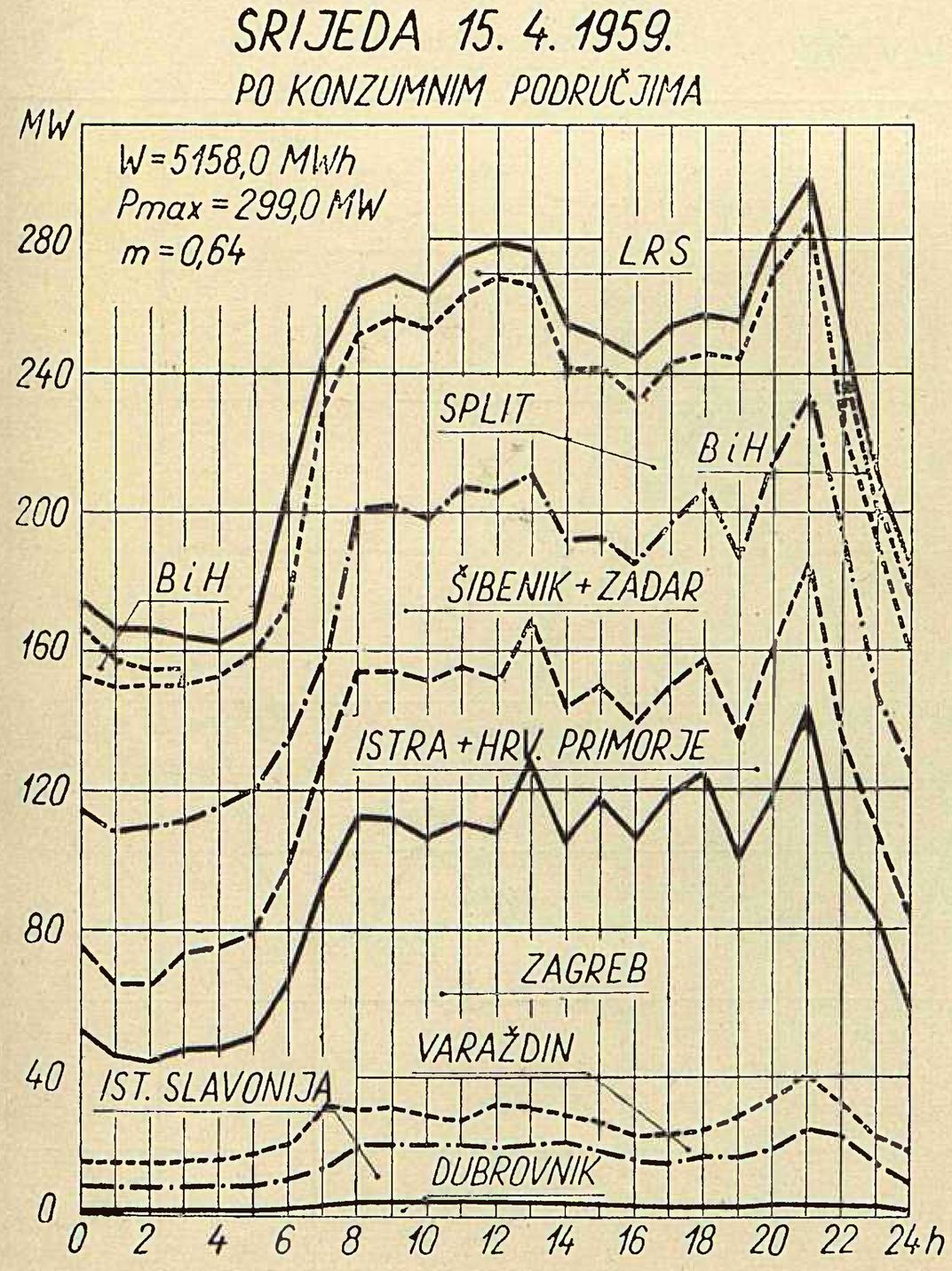
Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
4. 1958	97	96	98	100	95	93	87	98	97	95
5. 1958	95	91	99	97	94	96	106	95	97	92
4. 1959	106	104	105	106	111	108	101	106	107	104
5. 1959	108	104	110	109	110	104	107	113	108	104

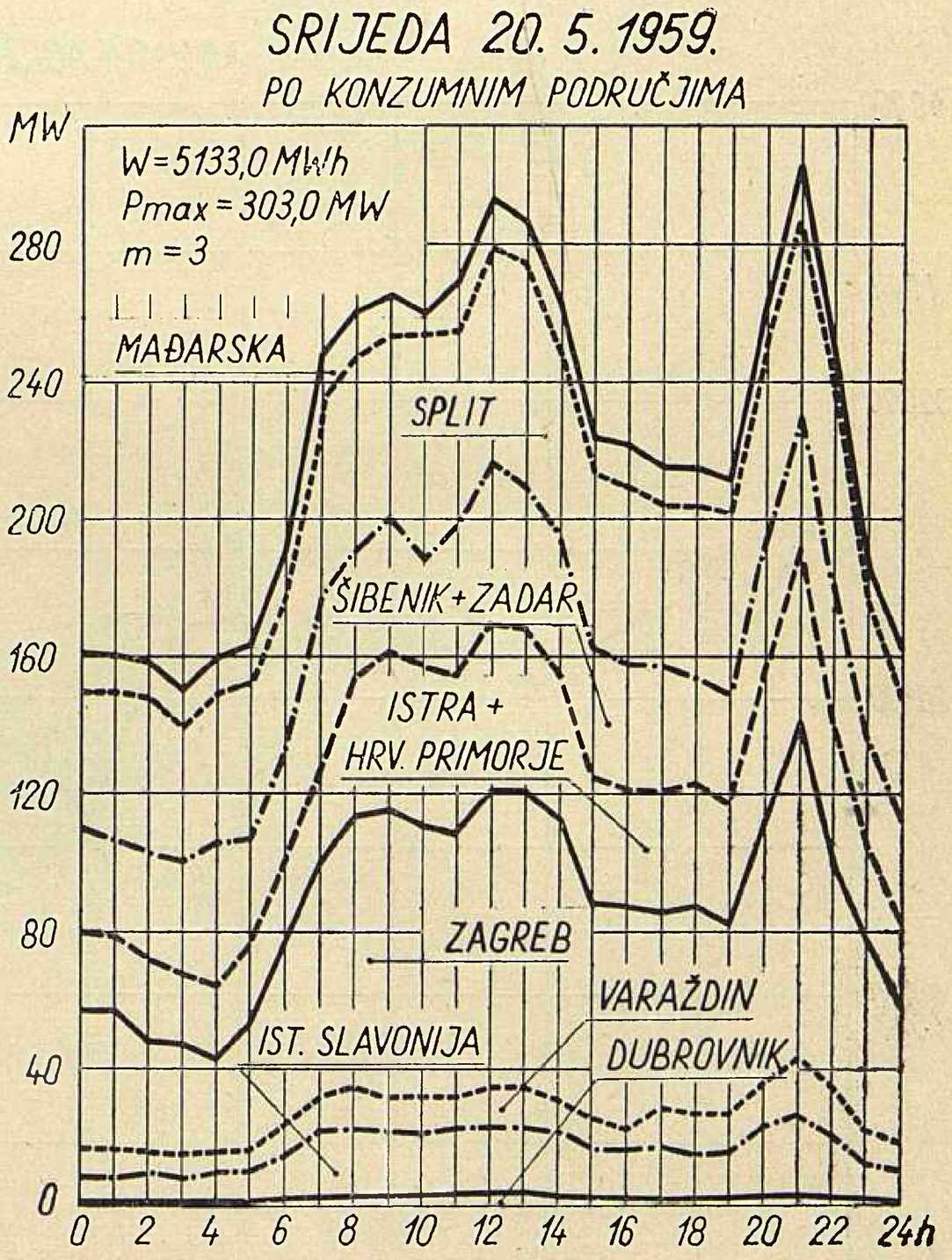
Srednje dnevne protoke vode za mjesece travanj i svibanj 1959.

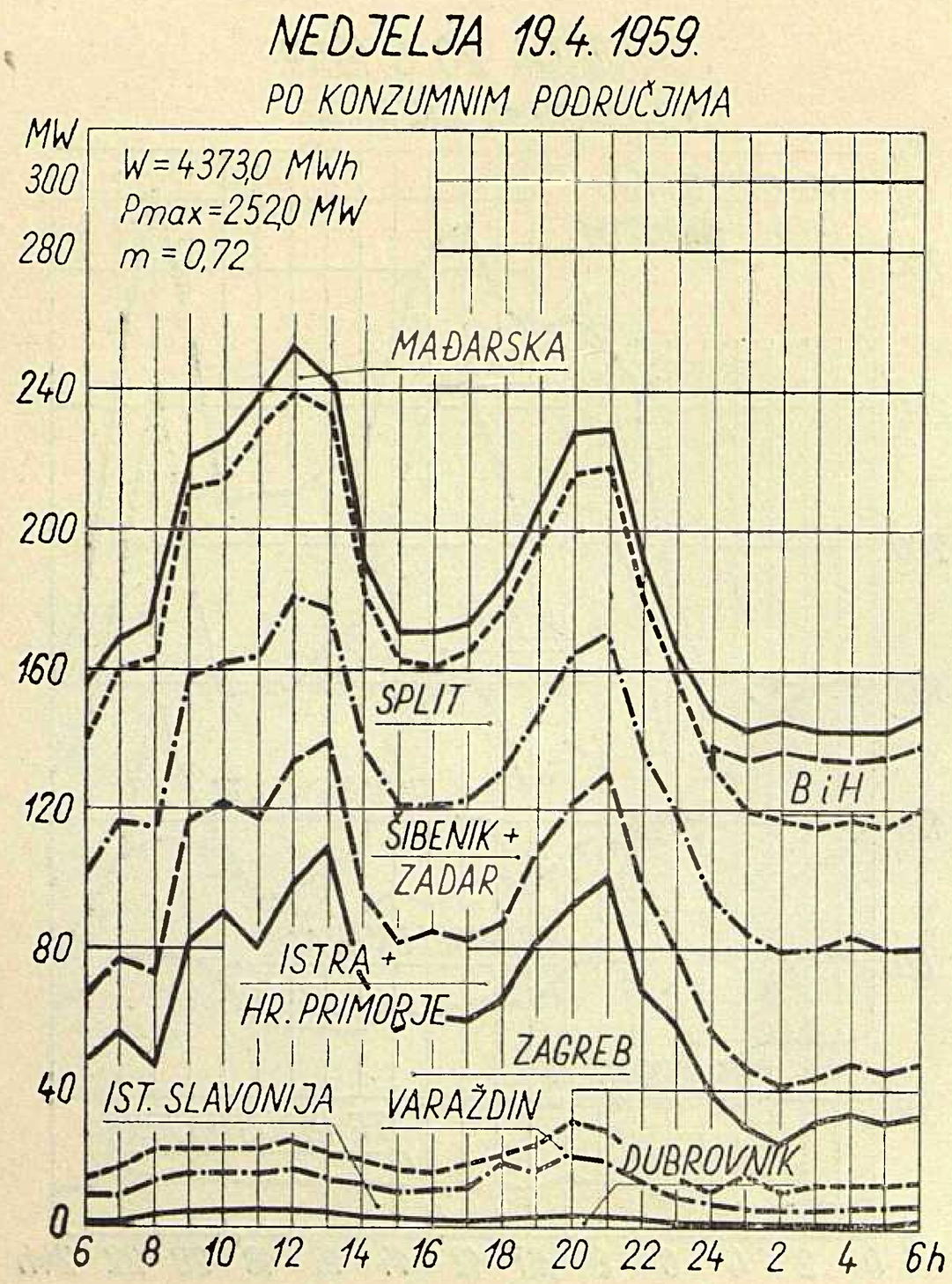
Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Miljacka		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/sec		m³/sec		m³/sek		MW		MW		MW		MW	
	Travanj	Svibanj	Travanj	Svibanj	Travanj	Svibanj	Travanj	Svibanj	Travanj	Svibanj	Travanj	Svibanj	Travanj	Svibanj
1	77,0	72,0	21,0	24,0	43,0	54,0	2,2	1,4	0,4	2,0	—	—	4,5	3,3
2	49,0	107,5	20,0	41,0	48,0	61,5	0,3	0,5	0,4	2,2	—	—	4,5	3,3
3	52,0	108,0	19,0	40,0	46,0	74,0	0,2	0,7	0,3	0,8	—	0,4	5,0	4,6
4	49,0	87,0	19,0	40,0	45,0	74,0	0,1	0,3	0,2	0,4	—	0,6	4,8	5,0
5	44,0	66,0	19,0	36,0	43,0	71,0	0,1	0,2	0,2	0,4	—	0,6	3,5	5,0
6	37,0	56,0	18,0	33,0	43,0	65,0	0,1	0,2	0,5	0,3	—	0,7	3,5	5,0
7	33,0	48,0	17,5	30,0	36,0	62,0	0,2	0,1	0,4	0,3	—	0,7	3,7	4,5
8	32,0	42,0	18,0	28,0	35,0	56,0	0,2	0,1	0,4	0,2	—	0,6	4,6	4,2
9	32,0	38,0	19,0	25,0	36,0	52,0	0,2	0,1	0,2	0,2	—	0,3	4,7	2,5
10	32,0	34,0	19,0	25,0	36,0	51,0	1,3	0,1	2,2	0,1	—	0,3	4,6	2,9
11	53,0	31,0	23,0	25,0	41,0	48,0	0,8	0,1	1,4	0,1	—	0,5	4,6	2,7
12	92,0	28,5	30,0	25,0	46,0	50,0	0,5	0,1	0,6	0,1	—	0,3	5,0	2,4
13	101,0	27,5	30,0	20,0	50,0	46,0	0,3	0,1	0,5	0,1	—	0,4	4,8	2,9
14	86,0	26,0	24,0	20,0	56,0	46,0	0,2	0,1	0,4	0,1	—	0,4	4,5	3,0
15	76,0	25,0	34,0	18,0	54,0	45,0	0,1	0,1	0,3	0,1	—	0,4	4,0	2,1
16	64,5	23,0	24,0	16,0	50,0	43,0	0,1	0,1	0,2	0,1	—	0,9	3,4	2,1
17	59,0	22,0	28,0	15,0	56,0	43,0	0,3	—	0,8	0,1	—	1,0	3,1	4,0
18	118,0	21,0	34,0	18,0	114,0	43,0	0,5	0,1	1,2	0,1	—	1,0	3,1	4,9
19	143,0	20,0	52,0	17,5	150,0	41,3	1,0	0,1	1,3	0,1	—	0,8	3,2	4,8
20	160,0	18,0	75,0	17,0	174,0	41,0	0,4	—	0,6	—	—	0,7	4,5	3,0
21	145,0	17,0	69,0	16,0	158,0	41,3	0,3	—	0,6	—	—	0,5	4,8	3,0
22	123,0	16,3	55,0	16,0	139,0	36,0	0,2	0,2	0,4	0,2	—	0,3	5,7	2,1
23	104,0	16,0	48,0	16,0	114,0	37,0	0,2	0,4	0,3	1,0	—	1,3	4,6	4,5
24	89,0	15,0	43,0	16,0	100,0	41,3	0,2	2,0	0,2	3,0	—	0,9	4,1	4,0
25	76,0	14,0	36,0	15,0	87,0	41,0	0,1	0,1	0,2	0,1	—	1,0	3,4	4,8
26	64,0	13,5	35,0	15,0	84,0	41,0	0,1	0,1	0,2	—	—	0,9	3,0	5,0
27	54,0	13,0	32,0	14,5	74,0	41,3	0,1	0,1	0,1	0,2	—	0,7	2,7	4,0
28	47,0	12,0	38,0	14,0	68,0	48,0	0,1	—	0,1	0,1	—	0,6	2,4	3,2
29	44,0	12,0	29,0	17,0	59,0	50,0	0,1	0,1	0,1	0,2	—	0,5	2,1	3,0
30	39,0	20,0	24,0	16,0	56,0	55,0	0,3	0,1	0,3	0,2	—	0,9	2,0	4,4
31		44,0		19,0		65,0		0,1		0,1		1,1		5,0
Mjesečni prosjek	65,2	33,9	28,5	21,3	64,2	48,5	0,3	0,2	0,4	0,4	—	0,6	3,6	3,6

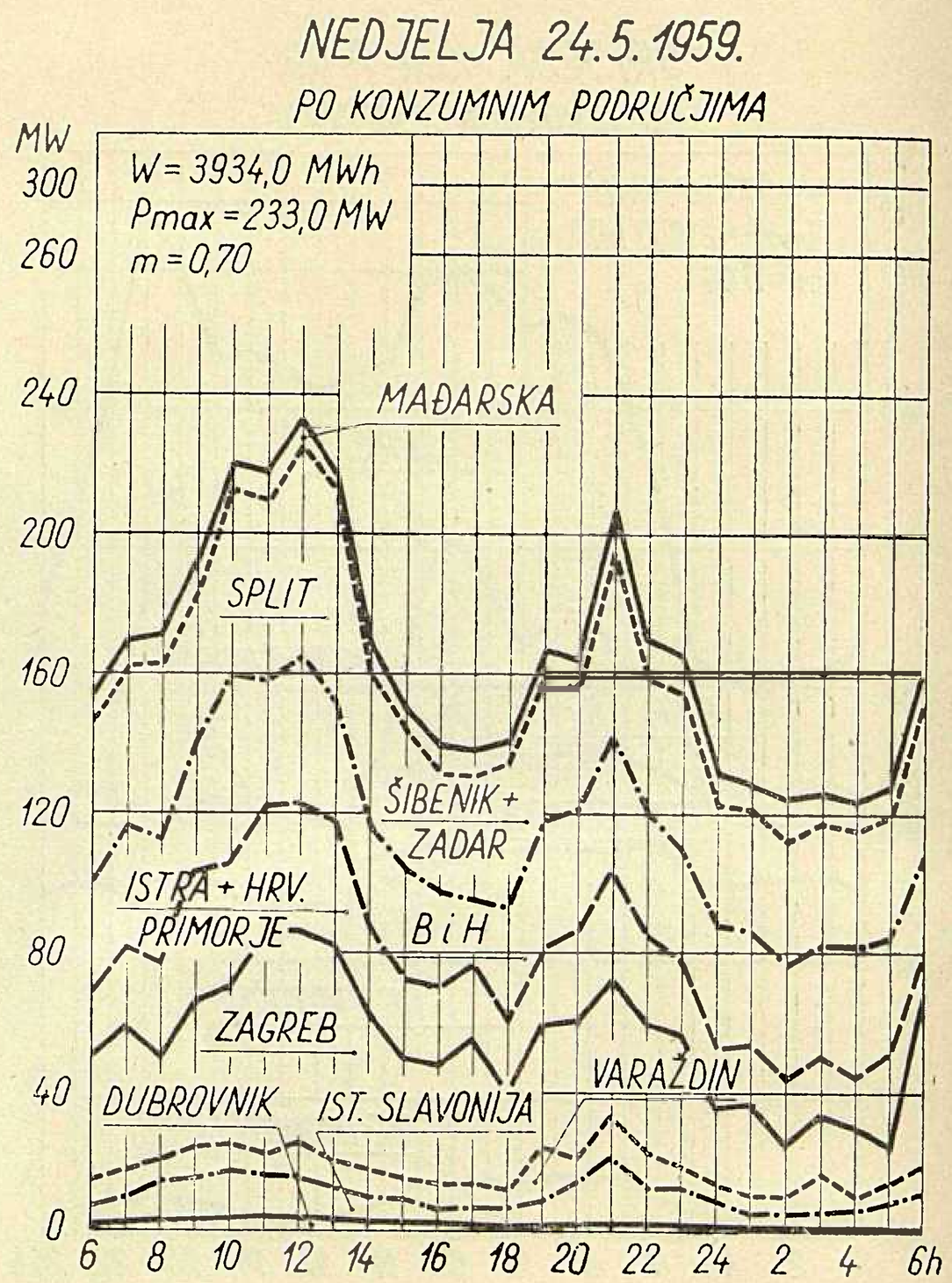

SRIJEDA 15.4.1959.
PO IZVORIMA ENERGIJE
MW
W=5158,0 MWh
Pmax=299,0 MW
m=0,64
LRS
AKUMULACIONE
BiH
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h

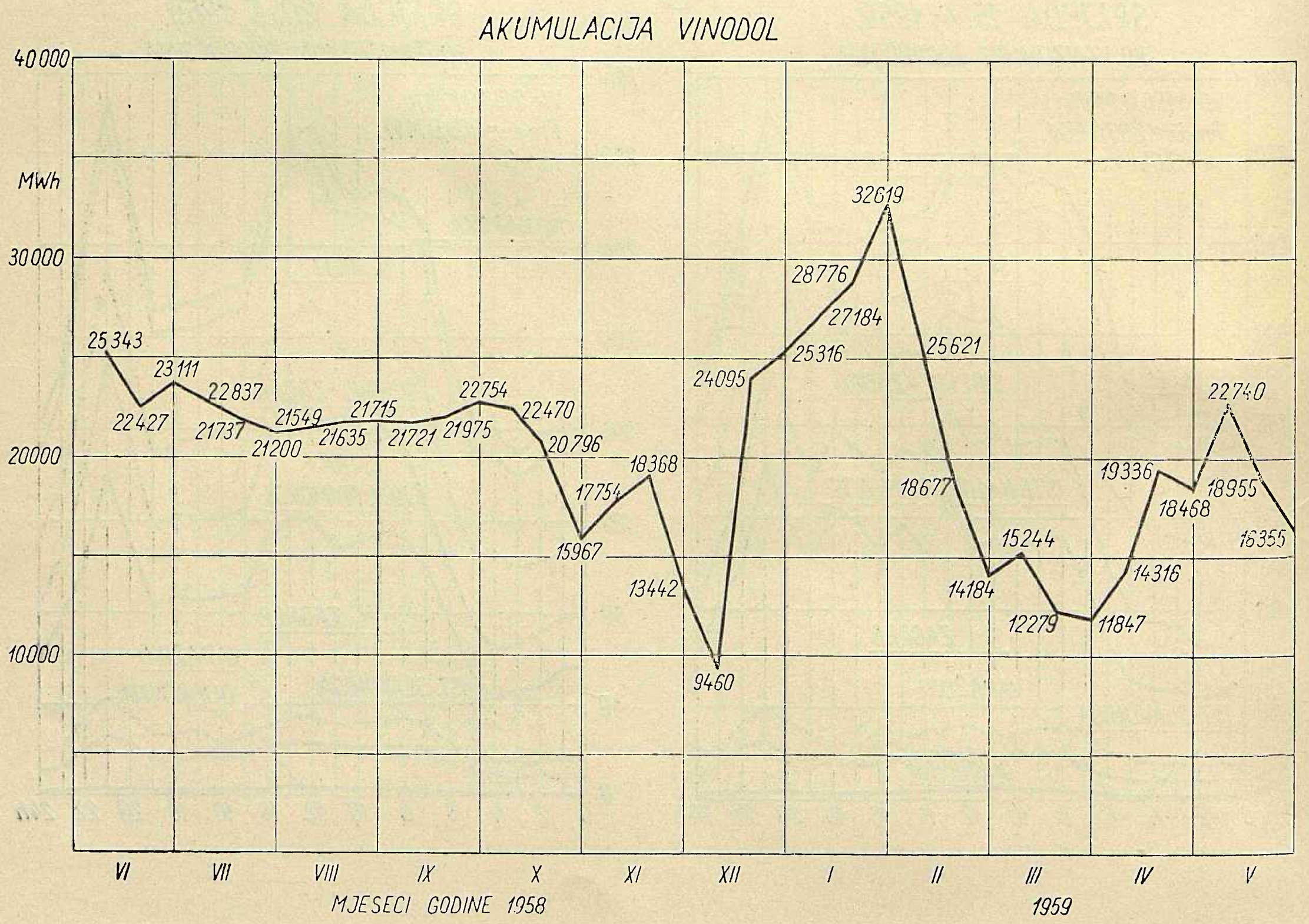

SRIJEDA 20.5.1959.
PO IZVORIMA ENERGIJE
MW
W=5133,0 MWh
Pmax=303,0 MW
m=3
LRS
BiH
AKUMULACIJA
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


SRIJEDA 15.4.1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W=5158,0 MWh
Pmax=299,0 MW
m=0,64
LRS
SPLIT
BiH
BiH
ŠIBENIK+ZADAR
ISTRA+HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


SRIJEDA 20.5.1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W=5133,0 MWh
Pmax=303,0 MW
m=3
MAĐARSKA
SPLIT
ŠIBENIK+ZADAR
ISTRA+
HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


NEDJELJA 19.4.1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W=4373,0 MWh
Pmax=252,0 MW
m=0,72
MAĐARSKA
SPLIT
BiH
ŠIBENIK + ZADAR
ISTRA + HR. PRIMORJE
ZAGREB
IST. SLAVONIJA
VARAŽDIN
DUBROVNIK
300
280
240
200
160
120
80
40
0
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6h


NEDJELJA 24.5.1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W=3934,0 MWh
Pmax=233,0 MW
m=0,70
MAĐARSKA
SPLIT
ŠIBENIK + ZADAR
ISTRA + HRV. PRIMORJE
BiH
ZAGREB
DUBROVNIK
IST. SLAVONIJA
VARAŽDIN
300
260
240
200
160
120
80
40
0
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6h


AKUMULACIJA VINODOL
MWh
40000
30000
20000
10000
25343
22427
23111
21737
22837
21200
21549
21635
21715
21721
21975
22754
22470
20796
17754
15967
18368
13442
9460
24095
25316
27184
28776
32619
25621
18677
14184
15244
12279
11847
14316
19336
18468
18955
22740
16355
VI VII VIII IX X XI XII I II III IV V
MJESECI GODINE 1958
1959

GOD. 8 (1959) energija BROJ 9 — 10

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

O NORMIRANJU GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Siniša Kalapašev, Novi Sad

Gubici električne energije u mrežama distributivnih poduzeća do sada su se računali tako, da rezultati obračuna ne predstavljaju stvarnu mjeru veličine gubitaka. Autor je povodom normiranja ovih gubitaka od strane Zajednice elektroprivrednih preduzeća Srbije pokušao uvesti izračunavanje i normiranje stvarnih gubitaka električne energije za distributivno preduzeće »Elektrovojvodinu« iz Novog Sada. Ovdje je izložena predložena metoda normiranja gubitaka električne energije.

DK 621.316.1:621.3.017

U Zajednici elektroprivrednih preduzeća Srbije osnovana je komisija, koja je obišla sva distributivna poduzeća u Srbiji, sa zadatkom da odredi tehnički normativ gubitaka električne energije u mrežama distributivnih poduzeća. Na temelju prijedloga i zaključaka komisije, vjerojatno će Upravni odbor ZEPS-a donijeti rješenja o veličini normativa gubitaka električne energije za pojedina poduzeća.

U »Elektrovojvodini«, jednom od najvećih distributivnih poduzeća u zemlji, koje već danas preuzima od ZEPS-a preko 22.000 MWh električne energije mjesečno i distribuira je svojim potrošačima, pitanju veličine normativa gubitaka električne energije je posvećena naročita pažnja, jer se radi o znatnim količinama električne energije.

Danas je još uvijek uobičajeno da se gubici električne energije u mreži nekog distributivnog poduzeća računaju kao procentualni iznos

$$E\,\% = \frac{E_{\text{preuzeto}} - E_{\text{prodato}}}{E_{\text{preuzeto}}} \cdot 100 \qquad (1)$$

dakle kao procentualni iznos razlike između električne energije preuzete od Zajednice i električne energije koju poduzeće proda svojim potrošačima, svedene na preuzetu električnu energiju. Ovdje je važno napomenuti da se kao preuzeta električna energija od Zajednice smatra sva energija preuzeta iz mreže 110 kV i svih elektrana na području distributivnog poduzeća.

Ako usvojimo ovakav dosadašnji način obračuna gubitaka električne energije, prirodno se nameće sličan put i za određivanje normiranih gubitaka, t. j. da treba odrediti neki procentualni iznos $e_{\text{norm}}\,\%$ kao tehnički normativ gubitaka električne energije.

Ovaj procentualni iznos može biti određen na razne načine. Ne ulazeći uopće u način određivanja procentualnog iznosa normiranih gubitaka, na ovom ćemo mjestu ukazati na nepravilnost ovakvog načina normiranja i obračuna.

Na ovom putu nas je isključivo vodila opće poznata činjenica da *gubici snage u mreži nisu linearno zavisni od snage koja se prenosi ili distribuira tom mrežom, već da je ta zavisnost složena funkcija.* Na području »Elektrovojvodine« veliki dio potrošnje električne energije čine široka potrošnja i individualni potrošači, kod kojih su sezonske promjene potrošnje vrlo velike. Ako prećutno pređemo preko gornje činjenice i ostanemo na određivanju procentualnog iznosa za gubitke električne energije učinit ćemo vrlo velike griješke.

Stoga je za izračunavanje tehničkog normativa gubitaka električne energije predložena računsko-analitička metoda, koja pretpostavlja paraboličnu zavisnost gubitaka snage u distributivnoj mreži u funkciji nezavisno promjenljive veličine.

Gubitak snage bi dakle bio dat izrazom:

$$p = a + b \,.\, P + c \,.\, P^2 \qquad (2)$$

u kome su:

p ukupni gubitak snage u svim elementima distributivne mreže, izražen u kW

P nezavisno promjenljiva veličina, izražena u kW, (snaga o kojoj će niže biti riječi) i

a, b, c koeficijenti (o kojima će također niže biti sve rečeno).

Polazeći od pretpostavke da se gubitak snage može izraziti izrazom (2), koji je svakako daleko bliži fizičkoj stvarnosti od dosada pretpostavljane linearne zavisnosti, odgovarajući izraz za gubitak električne energije u svim elementima mreže bi bio:

$$e\ [\text{kWh}] = a \cdot t + b \cdot P_{\max}\, T + c \cdot P^2_{\max} \cdot \tau \qquad (3)$$

gdje su:

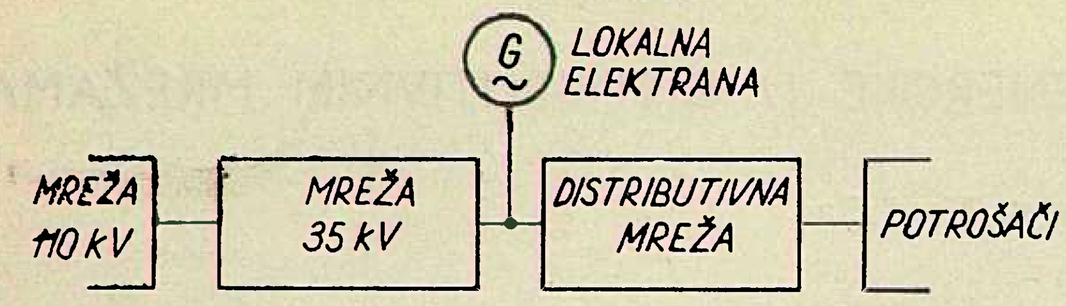
a, b, c isti koeficijenti kao u izrazu

t vrijeme trajanja obračunskog perioda (u satima)

P_{max} najveća vrijednost nezavisno promjenljive veličine — snage, koja je postignuta u promatranom obračunskom periodu (u kW)

$T = \frac{E}{P_{max}}$ količnik iz električne energije i maksimalne snage, tj. broj sati trajanja maksimalne snage u promatranoj mreži za isti obračunski period (u satima).

$\tau = \frac{\int_0^t P^2 \, dt}{P^2_{max}}$ vrijeme trajanja maksimalnih gubitaka (u satima)



Za primjenu predloženog izraza (3) treba još istaći neke pojedinosti o koeficijentima *a*, *b*, *c* zatim o nezavisno-promjenljivoj *P* i nekim specifičnostima mreže distributivnog poduzeća »Elektrovojvodina«.

Sl. 1. Shematski prikaz rasporeda mreže u poduzeću »Elektrovojvodina«

Ovo će nam odmah biti jasno ako pogledamo donji shematski prikaz mreže poduzeća »Elektrovojvodina«.

Raspored mreže napona 35 kV, mreže nižih napona (10 i 0,4 kV) i lokalnih elektrana, kakav je predstavljen na slici 1, karakterističan je za niz najvećih mjesta u Vojvodini u kojima je i potrošnja električne energije najveća (Novi Sad, Subotica, Zrenjanin, Vrbas i dr.). Odmah je uočljivo da na jednoj strani imamo distributivnu mrežu nižih napona ispod 35 kV, *u kojoj gubici snage i električne energije ne zavise od režima rada lokalnih elektrana.*

Na drugoj strani je mreža napona 35 kV, koja ima takav karakter, da u *njoj gubici električne energije veoma mnogo zavise od režima rada lokalnih elektrana.*

Ta varijabilnost gubitaka u prijenosno-distributivnoj 35 kV-noj mreži, u funkciji režima rada lokalnih elektrana, beskompromisno uvjetuje poseban normativ gubitaka za 35 kV-tnu mrežu, odvojen od normativa gubitaka u distributivnoj mreži nižih napona. Ovo pogoduje i iz drugih organizacionih razloga jer su eksploatacija i održavanje 35 kV-tne mreže »Elektrovojvodine« vođeni posebnom operativom pri Upravi preduzeća u Novom Sadu, dok su mreže nižih napona u rukama pojedinih distributivnih pogona, kojih na području Vojvodine ima devet.

Interesantno je da čak ni prosta algebarska računica ne dozvoljava zajednički normativ gubitaka za ove različite mreže. Ako se odredi $m\%$ od preuzete električne energije od ZEPS-a za gubitke u 35 kV-tnoj mreži i $n\%$ od predate električne energije pojedinim područnim distributivnim mrežama nižih napona za gubitke u tim mrežama, tada su pri ukupnom zajedničkom normativu gubitaka za »Elektrovojvodinu« od $e_{norm}\%$ ovi ukupni gubici uvijek manji od zbira pojedinih, t. j.

$$e_{norm}\% < m\% + n\%$$

što pokazuje nemogućnost primjene proste algebre u obračunima.

Otuda slijedi prvi zaključak: da se gubici električne energije za mrežu »Elektrovojvodine«, moraju normirati odvojeno za 35 kV-tnu mrežu i mrežu nižih napona.

U daljem izlaganju ograničit ćemo se na primjenu izraza (3) pri normiranju gubitaka električne energije u 35 kV-tnoj mreži »Elektrovojvodine«. Stoga uz izraz (3) precizirajmo:

1. nezavisno-promjenljiva veličina *P* jeste snaga koja ulazi u 35 kV-tnu mrežu, analogno je i P_{max} najveća snaga koja je ušla u tu mrežu za vrijeme trajanja obračunskog perioda.

2. vrijeme $T = \frac{E}{P_{max}}$ dobit će se kao količnik iz ukupne električne energije koja ulazi u 35 kV-tnu mrežu za obračunski period i snage P_{max} definirane pod 1.

3. vrijeme trajanja maksimalnih gubitaka τ uzet će se iz dijagrama $\tau = f(T)$, koji se može naći u većini knjiga u kojima se tretira ova problematika (Prof. A. J. Rjabkov: »Električne mreže i dalekovodi«, Zagreb 1949., str. 217).

4. koeficijenti *a*, *b*, *c* izračunat će se na slijedeći način:

a predstavlja gubitke snage u željezu svih transformatora u 35 kV-tnoj mreži.

Druga dva koeficijenta *b* i *c* izračunat će se iz izraza (2) u kome je sada *a* već poznato. Polazeći od dva karakteristična trenutka opterećenja (na pr. prijepodnevni vrh i noćni minimum) u karakterističnim danima (treća srijeda i treća nedjelja u mjesecu), dobit će se dvije vrijednosti nezavisno-promjenljivih veličina P_1 i P_2 i po uobičajenim metodama izračunati gubici snage za ta dva stanja opterećenja u mreži p_1 *i* p_2.

Iz sistema jednadžbi sa dvije nepoznate veličine:

$$\begin{aligned} p_1 &= a + b \cdot P_1 + c \cdot P_1^2 \\ p_2 &= a + b \cdot P_2 + c \cdot P_2 \end{aligned} \qquad (4)$$

izračunat će se nepoznati koeficijenti *b* i *c*.

Time su definirane sve veličine i pojedinosti o primjeni predložene formule za izračunavanje normativa gubitaka električne energije.

Na kraju predložena je jedna interesantna korekcija normiranih gubitaka u odnosu na naponske prilike, koje vladaju u mreži »Elektrovojvodine«. Ovo područje naše mreže je veoma deficitno u reaktivnoj snazi i tehnički optimum lokalnih ravnoteža između proizvodnje i potrošnje reaktivnih snaga, daleko je od stvarnosti. Položaj Vojvodine u odnosu na izvore električne energije je krajnje periferan i u znatnom periodu godine naponske prilike su takve da u 110 kV-tnoj mreži napon u transformatorskim stanicama, iz kojih se napaja mreža »Elektrovojvodine«, pada ispod regulacionog opsega regulacionih transformatora. Stoga je potrebno u obračunskom periodu zabilježiti najniži pogonski napon U_{min} na izlazima iz TS

110/35 u vremenu od 0500 do 1400 i od 1700 do 2000 sati. Budući da »Elektrovojvodina« zahtijeva da se u vrijeme vršnog opterećenja održava na 35 kV-tnim sabirnicama u stanicama 110/35 kV napon od 35 kV, to treba izračunati vrijednost:

$$\frac{36 - U_{min}}{36} \cdot 100 = K\%_0 \qquad (5)$$

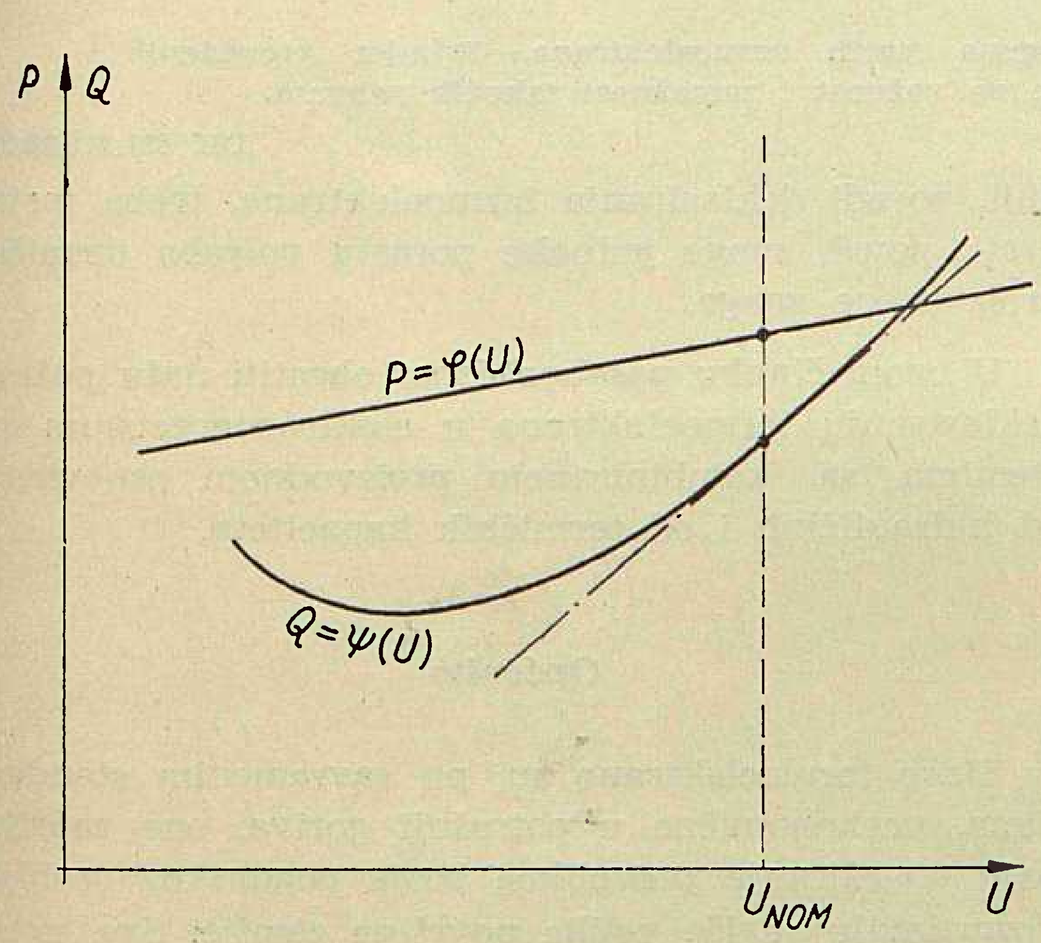
koju smo nazvali »naponski korekcioni faktor«.

Kod normiranja gubitaka električne energije u mrežama za razdiobu potrebno je uzeti u obzir još promjenljivost i ovisnost gubitaka u željezu i bakru te promjenu pogonskog napona mreže.

Da bismo proveli analizu zavisnosti gubitaka snage kao funkcije promjene pogonskog napona mreže, gubitke smo podijelili u dvije grupe: na one koji zavise od struje (gubici u bakru p_{Cu}) i one koji direktno zavise od napona (gubici u željezu p_{Fe}).

Promatrajmo najprije prvu grupu gubitaka p_{Cu}. Oni također zavise od napona, ali ne direktno, već putem zavisnosti snaga potrošačkog područja od pogonskog napona mreže.

Da bi nam daljnja izlaganja bila jasna moramo imati u vidu da između aktivnih i reaktivnih snaga nekog potrošačkog područja i između pogonskog napona mreže u tom području postoji zavisnost koja je u općem obliku predstavljena dijagramom na slici br. 2.



Sl. 2. Opća zavisnost snaga nekog područja mreže u funkciji napona napajanja

Konkretni dijagrami mogli bi se dobiti eksperimentalno mjerenjem snaga u 35 kV poljima tranformatora 110/35 pri promjenama napona na 35 kV-noj strani istih regulacionih transformatora. Isti se podaci mogu dobiti i računskim putem polazeći od strukture potrošnje po električnim karakteristikama grupa potrošača. Naša približna računska analiza, koju ovdje zbog prostora ne iznosimo, dala je slijedeće rezultate:

Mijenjajući pogonski napon u granicama blizim nominalnom naponu mreže, njegovoj promjeni vrijednosti od 1% odgovara promjena ukupne aktivne snage potrošačkog područja, svedene na jedinicu napona, također od 1%, dok se reaktivne snage mijenjaju za oko 3%.

Dakle:

$$\frac{\partial P}{\partial U} \approx 0{,}01 \cdot \frac{P}{U}$$
$$\frac{\partial Q}{\partial U} \approx 0{,}03 \cdot \frac{Q}{U} \qquad (1)$$

Polazeći od općeg izraza za gubitak snage u bakru u elementima mreže ($r \cdot I^2$) i sumirajući te izraze za sve elemente mreže, vodeći računa da se radi o trofaznoj mreži, dobivamo ukupne gubitke u bakru u cijeloj mreži:

$$p_{CU} = \sum_{k=1}^{k=n} 3 \cdot r_k \cdot I^2_k \qquad (2)$$

Kako jačinu struje možemo izraziti snagama iz poznatih izraza za snage:

$$P_k = \sqrt{3}\, U_k I_k \cos f_k$$
$$Q_k = \sqrt{3}\, U_k I_k \sin f_k \qquad (3)$$

to se obrazac (2) može svesti na oblik:

$$p_{CU} = \sum_{k=1}^{k=n} r_k \cdot \frac{P^2_k + Q^2_k}{U^2_k} \qquad (2')$$

Veličinu promjene gubitaka pri promjeni napona, možemo dobiti iz prvog izvoda ove složene funkcije napona (2') kao što slijedi po pravilima deriviranja složenih funkcija:

$$\frac{\partial p_{CU}}{\partial U} = \sum_{k=1}^{k=n} r_k \cdot \left(\frac{2P_k}{U^2_k} \cdot \frac{\partial P_k}{\partial U} + \frac{2Q_k}{U^2_k} \cdot \frac{\partial Q}{\partial U} - 2\frac{P^2_k + Q^2_k}{U^3_k} \cdot \frac{\partial U_k}{\partial U} \right) \qquad (4)$$

Ako uvedemo vrijednosti promjena snaga iz (1) i ako usvojimo da je:

$\frac{\partial U_k}{\partial U} \approx 1$ t. j. da se naponi svih točaka mreže mijenjaju podjednako kao i promjene napona na mjestu napajanja mreže, dobit ćemo:

$$\frac{\partial p_{CU}}{\partial U} = \sum_{k=1}^{k=n} r_k \cdot \left(\frac{2P_k}{U^2_k} 0{,}01 \cdot \frac{P_k}{U} + \frac{2Q_k}{U^2_k} 0{,}03 \cdot \frac{Q_k}{U} - 2\frac{P^2_k + Q^2_k}{U^3_k} \right)$$

$$\frac{\partial p_{CU}}{\partial U} = \sum_{k=1}^{k=n} \frac{2r_k}{U} \left(\frac{P^2_k}{U^2_k} 0{,}01 + \frac{Q^2_k}{U^2_k} 0{,}03 \right) - \sum_{k=1}^{k=n} \frac{2r_k}{U_k} \cdot \frac{P^2_k + Q^2_k}{U^2_k}$$

U drugom članu zbira sa desne strane znaka jednakosti, vršimo zamjenu iz (2') i usvajamo $U_k \approx U$ pa dobivamo:

$$\frac{\partial p_{CU}}{\partial U} = \sum_{k=1}^{k=n} \frac{2r_k}{U} \left(\frac{P^2_k}{U^2_k} \cdot 0{,}01 + \frac{Q^2_k}{U^2_k} \cdot 0{,}03 \right) - \frac{2}{U} p_{CU} \qquad (4')$$

Računajući sa srednjim faktorom snage za cijelu Vojvodinu $\cos \varphi = 0{,}8$ slijedi odnos snaga:

$$\frac{Q_k}{P_k} = 0{,}75 \qquad (5)$$

Uvrštenjem ovog odnosa u (2') izraz dobiva oblik:

$$p_{CU} = \sum_{k=1}^{k=n} 1{,}5625 \cdot r_k \frac{P^2_k}{U^2_k} \qquad (2'')$$

Ako u izrazu (4') na mjesto prvog člana zbira sa desne strane znaka jednakosti uvedemo odnos iz (5) dobivamo:

$$\frac{\partial p_{CU}}{\partial U} = -1{,}9656 \frac{p_{CU}}{U} \approx -1{,}97 \frac{p_{CU}}{U} \qquad (6)$$

Ovaj rezultat pokazuje da se kod promjene pogonskog napona od 1%, oni gubici snage u mreži koji zavise od struje, mijenjaju za 1,97%.

Što se tiče druge grupe gubitaka snage, koji direktno zavise od napona (p_{Fe}) može se uzeti sa dovoljno točnosti, da se pri promjeni napona od 1% oni mijenjaju za oko 3%, dakle:

$$\frac{\partial p_{FE}}{\partial U} = 3 \cdot \frac{p_{FE}}{U} \qquad (7)$$

Uz ovo treba možda još napomenuti, da se pri porastu napona gubici u bakru smanjuju (znak - [minus] u izrazima), dok se gubici u željezu povećavaju.

Naslov pisca: Ing. Siniša Kalapašev, »Elektrovojvodina«, Novi Sad, D. Tucovića br. 5

DEKLASIRANJE TERMOELEKTRANA

O definitivnom stavljanju van pogona zastarjelih neekonomičnih termoelektrana dok su još sposobne za rad

Marijan Leskovar, Zagreb

Ušteda na gorivu i na pogonskom osoblju obustavom pogona starih termoelektrana. Primjer provedenih i namjeravanih deklasiranja u zemljama O.E.C.E. ukazuje na važnost i zamašnost takovih zahvata.

DK 621.311.22.004

Cilj je privredne politike svake zemlje, dobro gospodariti svim sredstvima proizvodnje, a to su: zemlja kao nosilac prirodnih izvora dobara, radna sposobnost ljudi i osnovna sredstva.

Ako iznesena široko postavljena načela primijenimo na elektroprivredu, i napose na termičku proizvodnju električne energije, zaključit ćemo da treba dobro gospodariti gorivom, t. j. zasada u Jugoslaviji uglavnom ugljenom, te da treba nastojati proizvodnju električne energije postići sa što manje angažiranja radnih ljudi i osnovnih sredstava. Nastojanja u ova tri smjera u mnogim slučajevima idu jedno na uštrb drugoga, pa to čini potrebnim da se traži najpovoljniji odnos između zahvata učinjenih tim nastojanjima. Primjena ovih gledišta dovodi do deklasiranja svake termoelektrane, od godine do godine, kako ona stari. To znači, da će dispečeri potrebnu termičku proizvodnju električne energije raspodijeliti između pojedinih elektrana tako, da bi najekonomičnija od njih preuzela što je moguće veći udio u termičkoj proizvodnji, starija i neekonomičnija postrojenja manji udio, i tako dalje do najneekonomičnijeg postrojenja koje će se držati u pogonu kroz najmanji broj sati, samo za najkritičnije situacije u sistemu.

U svom broju 9-10/1957 časopis »Energija« donio je već osvrt na deklasiranje termoelektrana, od istog autora. Tamo je potanje izložen ovaj privredni postupak, a naročito je razmotreno kako treba voditi računa o deklasiranju termoelektrana kod perspektivnog planiranja na duge rokove. U tom su članku dati i tablica i nomogram za lagan proračun viška snage koji, poradi deklasiranja termoelektrana, treba instalirati, povrh snage jednake porastu potreba termički proizvedene snage.

U ovom članku posebno ćemo obratiti našu pažnju deklasiranju termoelektrana u elektroenergetskim sistemima sa kombiniranom proizvodnom osnovicom od hidrauličkih i od termičkih kapaciteta.

Općenito

Stare termoelektrane su, po savremenim standardima, neekonomične u potrošnji goriva, one zahtijevaju angažiranje prevelikog broja pogonskog osoblja, i zauzimaju suviše velike površine zemlje. Sve su to mane u smislu gore izloženih načela, dok je prednost tih starih postrojenja, da su ona otplaćena, te ne zahtijevaju investicije novih osnovnih sredstava.

Postavlja se pitanje, treba li, u zemljama sa kombiniranom proizvodnom osnovicom elektroprivrede definitivno staviti van pogona termoelektrane dok su još sposobne za rad. Naš je odgovor: treba, kada je to u skladu s privrednim interesima zemlje. Odluku treba donijeti na osnovu posebnog razmatranja svakog slučaja, proučavajući kod toga ulogu stare elektrane u okviru cijelog elektroenergetskog sistema, t. j. uspoređujući ekonomičnost pogona cijelog sistema sa starom termoelektranom s ekonomičnošću pogona cijelog sistema uz pretpostavku obustave stare elektrane i njenog nadomještavanja novom termoelektranom.

Nikakva bitna razlika ne postoji u pogledu termičkog pogona u elektroprivredi s isključivo toplinskom i u elektroprivredi sa kombiniranom toplinskom i hidrauličkom proizvodnjom. Termoelektrane u kombiniranim sistemima imaju kraće trajanje upotrebe, ali redovito ta razlika nije velika: ona se kreće oko 10%. Zato u pravilu, kod inače jednakih uslova, rok za potpuno deklasiranje termoelektrana morao bi biti za kojih 5 do 10 godina duži kod kombinirane proizvodne osnovice elektroprivrede.

Primjer zemalja O. E. C. E.

Ekonomske okolnosti koje utječu na potpuno deklasiranje termoelektrana mijenjaju se od zemlje do zemlje. Ipak, primjer evropskih zemalja može ukazati na pojedine probleme, i dati indikaciju u kom smjeru treba tražiti rješenje za njih. Polazeći od ovih pogleda sastavljena je tablica 1 iz podataka koje je objavila Organizacija za privrednu suradnju u Evropi (O. E. C. E.). (Vidi L. 2., L. 3. i L. 4.)

Razdoblje za koje raspolažemo s podacima suviše je kratko, da bismo iz iznesenih podataka za pojedine zemlje, uzete samostalno, mogli izvoditi određene zaključke. Uzmemo li sve zemlje članice O. E. C. E. kao jedno područje, onda možemo iz datih podataka za to cijelo područje izvesti ove konstatacije i zaključak naveden pod 5.:

1. Predviđa se, da će tokom razdoblja od 11 godina, od 31. XII. 1952. do 31. XII. 1963., biti u zemljama O. E. C. E.:

— ukupan porast neto-snaga u termoelektranama: 55760 MW

— neto-snaga potpuno van pogona stavljenih termoelektrana u istom razdoblju: 7 581 MW

$$\frac{7\,581 \text{ MW}}{55\,760 \text{ MW}} = 13{,}6\,\% \doteq \frac{1}{7}$$

2. Za sve zemlje članice O.E.C.E.:

— predviđa se da će od 31. XII. 1952. do 31. XII. 1963. biti neto-snaga potpuno van pogona stavljenih termoelektrana: 7 581 MW

— neto-snaga termoelektrana na 31. XII. 1952. bila je: 47 949 MW

$$\frac{7\,581 \text{ MW}}{49\,949 \text{ MW}} = 15{,}2\,\% \doteq \frac{1}{6{,}6}$$

3. Za sve zemlje članice O. E. C. E. u periodu od 1. I. 1952. do 31. XII. 1963. predviđa se da će prosječni omjer između neto-snage tokom godine potpuno van pogona stavljenih termoelektrana i neto-snage termoelektrana u eksploataciji na zadnjeg u godini biti:

$$c = 0{,}89\,\%$$

4. Uzmemo li sve zemlje O. E. C. E. kao cjelinu, onda će se za njih u razmatranom periodu omjer između hidrauličke prema ukupnoj proizvodnji električne energije kretati oko jedne trećine.

5. U zemljama O. E. C. E. u sadašnjosti termoelektrane prosječno se potpuno deklasiraju za:

oko 25 godina

Za izvod ovog zaključka poslužili smo se:

— naprijed iznesenom konstatacijom, pod br. 3., o omjeru c;

— nomogramom iz L. 1.;

— usvajanjem vrijednosti za prosječan tempo porasta instalirane snage u termoelektranama koja odgovara udvostručenju tokom svakih deset godina u periodu koji neposredno prethodi sadašnjosti, što vrlo približno odgovara stvarnosti za zbir zemalja O. E. C. E.

Podijelimo li zemlje članice O.E.C.E. u dvije grupe postavljene po potrebama za ovu studiju, t. j. u grupu zemalja sa pretežno termičkom, i u grupu zemalja sa pretežno hidrauličkom proizvodnjom električne energije, onda svaka od ovih grupa predstavlja još uvijek dovoljno veliko područje, s dovoljno velikim brojem termoelektrana raznih starosti, da možemo konstatirati i na temelju gornjih podataka koji pokrivaju tek 12 godina:

6. Deklasiranje termoelektrana sa potpunom obustavom pogona provodi se, kako u zemljama O. E. C. E. s pretežno termičkom proizvodnjom, tako i u zemljama O. E. C. E. s pretežno hidrauličkom proizvodnjom električne energije.

Budući da u drugoj od ovih dviju grupa nema dovoljno termoelektrana raznih starosti za stvaranje sigurnih i određenih statističkih izvoda, to ne bi bilo ispravno upustiti se, na osnovu raspoloživih podataka, u donošenje određenijih zaključaka što se tiče roka za potpuno deklasiranje termoelektrana u odnosu na svaku od ovih dviju grupa. Ovo važi tim više, što se za Italiju, Luksemburg i Tursku ne raspolaže sa podacima o punom deklasiranju termoelektrana.

Ilustrativni numerički primjer ispitivanja povoljnosti potpunog deklasiranja termoelektrana

Odluka o definitivnom stavljanju van pogona zastarjelih neekonomičnih termoelektrana, dok su još sposobne za rad, može se donijeti tek na osnovu detaljnog privrednog proračuna. Mi ćemo ovdje iznijeti shemu kako treba provoditi ovakove račune, na ilustrativnom primjeru:

U momentu kalkulacije maksimalna potražnja snage iz termoelektrana neka je 210 MW, a instalirana snaga u termoelektranama 240 MW. Predviđa se da će maksimalna potražnja snage iz termoelektrana za tri godine narasti na 270 MW, t. j. da će u termoelektranama morati biti instalirana neto-snaga od 310 MW. Pretpostavljena struktura termičkog dijela proizvodne osnovice elektroenergetskog sistema vidi se iz tablica 2 i 3. Osim toga, ove tablice daju osnove za usporedbu dviju varijanta za povećanje termičke dobave kroz naredne tri godine, u cilju da se omogući pokrivanje predviđenog porasta potrebe na termičkoj dobavi električne energije, i to tablica 2 bez obustave pogona u bilo kojoj termoelektrani, a tablica 3 uz obustavu termoelektrane od 10 MW koja će biti stara 40 godina za tri godine, t. j. u momentu za koji se vrši ekonomska usporedba.

Mdin = milijun dinara
Gdin = milijarda dinara

Tablica 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	od 1. I. 1952. do 31. XII. 1963.														Ukupna neto snaga termičkih elektrana koje su potpuno stavljene van pogona tokom razmatr. razdoblja 1952.—1963.	Neto-snaga termičkih proizvodnih kapaciteta na. 31. XII. 1952.	Razdoblje od 11 godina od 31. XII. 1952. — do 31. XII. 1963. — ostvarenja i predviđanja	
	Omjer hidrauličke prema ukupnoj proizvodnji el. energije u pojedinoj godini interval kretanja tog omjera tokom razdoblja 1952.—1963. $\frac{W_H{}^2}{W}$ od[3] — do[3]	Omjer neto-snage tokom godine potpuno van pogona stavljenih termoelektrana prema ukupnoj snazi termoelektrana															elektrana na termički proces proizvodnje	
		simbol : c												prosjek omjera za cio razmatrani period				
		ostvarenja						predviđanja										
Zemlja		1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963				ukupni porast neto-snage tokom razdoblja[1]	neto-snaga potpuno van pogona stavljenih elektr. tokom razdoblja[1]
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	MW	MW	MW	MW
Interkonektirane zemlje																		
SR Njemačka	18,8 - 9,4	0,92	0,43	1,26	1,09	0,79	0,58	1,06	0,98	1,18	1,11	1,03	1,15	0,97	2 140	10 960	15 170	2 040
Austrija	79,3 -67,4	1,15	0,68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,15	13	695	932	5
Belgija	0,81- 1,8	0,50	2,32	0,55	2,24	0,31	0,13	0,57	1,17	2,32	0,90	0,79	—	0,98	384	2 610	1 790	371
Luksenburg	0,23- 3,0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	177	89	..
Holandija	— —	1,88	0,57	0,59	1,69	0,90	0,50	0,81	2,46	0,81	0,55	1,15	0,20	1,01	510	2 711	3 629	459
Francuska	55,1 -43,4	0,89	5,54	2,56	1,64	2,02	2,33	2,63	1,62	0,81	1,04	1,04	1,24	1,95	1 788	5 741	6 009	1 735
Saar	1,28- 0,58	—	—	—	—	—	5,63	—	—	—	—	—	—	0,46	36	330	549	36
Italija	88,0 -62,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 837	3 349	—
Švicarska	99,7 -93,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	—	—
Ukupno	47,4 -34,2	0,89	1,70	1,21	1,23	0,92	0,92	1,16	1,13	0,98	0,85	0,88	0,81	1,06	4 871	25 291	31 517	4 646
Zemlje koje nisu interkonektirane																		
Danska	1,2 - 0,0	—	—	—	1,10	1,04	1,12	0,96	0,86	0,80	0,77	0,75	0,74	0,68	134	997	1 033	134
Grčka	2,3 -35,7	—	—	4,13	—	—	—	—	—	5,80	0,95	—	—	0,91	74	271	223	74
Irska	55,0 -29,4	—	—	—	—	—	2,83	—	—	—	—	—	—	0,22	11	156	354	11
Island	80,9 -97,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	1	—
Norveška	95,4 -99,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	50	—
Portugal	73,6 -96,6	—	—	—	4,46	3,38	—	—	—	—	—	—	—	0,65	16	197	113	16
Ujed. Kraljevstvo	1,9 - 2,7	0,51	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,67	1,27	1,49	1,12	0,79	1,00	0,74	2 800	19 600	20 300	2 700
Švedska	87,6 -97,2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	900	1 625	..
Turska	1,0 -56,6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	411	544	..
Ukupno	33,3 -37,1	0,44	0,41	0,44	0,43	0,39	0,38	0,62	1,12	1,36	1,09	0,71	0,89	0,69	3 035	22 658	24 243	2 935
SVEUKUPNO	45,5 -35,3	0,68	1,09	0,85	0,86	0,67	0,67	0,91	1,13	1,15	0,96	0,80	0,84	0,89	7 906	47 949	55 760	7 581

NAPOMENE

[1] U dvije posljednje kolone uzeto je u obzir razdoblje od 31. XII. 1952. do 31. XII. 1963. tj. bez godine 1952, jer nisu bili raspoloživi podaci za neto-snage termičkih proizvodnih kapaciteta na 1. I. 1952.

[2] Hidrauličke proizv. u periodu predviđanja uzete su u račun sa količinama koje odgovaraju normalnim hidr. prilikama.

[3] U kol. 2. navedeni prvi broj ne odnosi se nužno na 1952. g. niti drugi broj na 1963; međutim ova dva broja pokazuju opću razvojnu tendenciju u razmatranom periodu, u smjeru porasta ili opadanja udjela hidrauličke proizvodnje. Ovi brojevi su tek granice intervala variranja.

Značenje oznaka: — : ništa ili zanemarivo mala vrijednost
.. : podatak se nije mogao dobiti.

Uz tablicu 2

U razlikama trajanja upotrebe iz stupca 4 odrazuje se postepeno deklasiranje termoelektrana. — Nove termoelektrane sve se češće lociraju na ugljenicima radi iskorišćavanja netrgovačkih sortimana uglja. Zato nove termoelektrane imaju nižu cijenu goriva od starijih, većinom lociranih kod središta potražnje. Ovo se odrazuje u nizu vrijednosti iz kolone 8. Nove elektrane se izgrađuju uz sve to niže specifičke troškove investicija, jer se radi o sve većim jedinicama, jer vremenom raste udio u zemlji izrađene opreme i poradi općeg napretka tehnike. To se odrazuje u nizu vrijednosti iz kolone 10. Vrijednosti iz kolone 10 date u prva dva reda stavljene su u zagrade, jer se radi o termoelektranama s otpisanom osnovnom investicijom. S istog razloga, budući da više nema anuiteta za otplatu od 7,265% na godinu (30 godišnja otplata uz 6% kamata na godinu), vrijednosti stalnih troškova date u prva dva reda kolone 11 predstavljaju 8,735% od investicijskog iznosa, dok su inače stalni godišnji troškovi računati sa 16% od investicije. Računske operacije izvršene su logaritmarom, pa je moguće da date vrijednosti sadrže netočnosti. Međutim, te računske netočnosti ne prelaze granice netočnosti procjena i predviđanja, te stoga ne bi bilo razumno gubiti vrijeme za vršenje računskih operacija s većim stepenom točnosti.

Pretpostavlja se da će nova termoelektrana biti tako locirana, da će se moći postići zadovoljenje potražnje uz strukturu proizvodnje, kako je iznesena u tablici 3 za varijantu 2.

Uz tablicu 3

Kod postave vrijednosti iz kolone 6 uvaženo je da specifički potrošak topline opada sa porastom trajanja upotrebe, za trajanja upotrebe veća od 2000 h/god. Za kraća trajanja upotrebe pretpostavljene su potpune povremene obustave pogona tokom godine. Specifičke investicije po kW kod nove termoelektrane od 80 MW po varijanti 2 uzete su za 2% niže nego za termoelektranu od 70 MW iz varijante 1.

Provedimo ekonomsko-tehničku usporedbu prijelaza sa rješenja po varijanti 1 na rješenje po varijanti 2. Ta se usporedba na osnovu vrijednosti iz tablica 2 i 3, može dati u sedam točaka kako slijedi:

(1) Ukupni godišnji troškovi termičke proizvodnje smanjuju se za 321 milijun dinara, tj. za 2,7% prema varijanti 1.

(2) Potrebne se investicije povisuju za 1 milijardu dinara, t. j. za 12,5%.

(3) Pomenuti višak novih investicija od milijarde dinara može se otplatiti postignutim smanjenjem troškova u vremenu od nepune 3 godine.

(4) Izjednačimo, u obje razmatrane varijante, vrijednost termički proizvedene električne energije s ukupnim troškovima proizvodnje po varijanti 1, t. j. sa 11.888 milijuna dinara na godinu. Po varijanti 1 godišnja čista korist bit će dakle jednaka nuli, a po varijanti 2 ona će biti jednaka razlici vri-

Struktura termičkog dijela proizvodne osnovice elektroprivrede i predviđanje njenog razvoja za tri godine unaprijed

VARIJANTA 1

s elementima privrednog računa

Tablica 2

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Br. reda	Starost u času usporedbe varijanti	Ostvareno ili predviđeno	Netosnaga P	Trajanje upotrebe t_{up}	God. proizvodnja W	Specif. fični potrošak topline	Ukupni potrošak topline u gorivu	Cijena topline iz uglja	God. trošak goriva	Investicija I	Stalni godišnji troškovi	Ukupni godišnji troškovi
	godina		MW	h/god.	GWh/god.	Mcal/kWh	10^6 Mcal/god.	din/Mcal	Mdin/god.	Gdin	Mdin/god.	Mdin/god.
1	40	ostvareno	10	1400	14	9,00	126	1,60	202	(2)	175	377
2	30		20	1500	30	7,50	225	1,60	360	(4)	350	710
3	20		40	2200	88	5,75	506	1,40	774	7	1120	1894
4	10		80	3500	280	4,20	1175	1,20	1410	12	1920	3330
5	3<st.<10		90	4000	360	3,56	1282	1,07	1372	12	1920	3292
6	<3	predviđeno	70	4400	308	3,10	995	1,05	1005	8	1280	2285
7	0—40	ukupno	310	3500	1088	3,96	4269	1,20	5123	39(45)	6765	11888

Struktura termičkog dijela proizvodne osnovice elektroprivrede i predviđanje njenog razvoja za tri godine unaprijed

VARIJANTA 2

s elementima privrednog računa

Tablica 3

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Br. reda	Starost u času uporedbe varijanti	Ostvareno ili predviđeno	Netosnaga P	Trajanje upotrebe t_{up}	God. proizvodnja W	Specif. potrošak topline	Ukupni potrošak topline u gorivu	Cijena topline iz uglja	God. trošak goriva	Investicija I	Stalni godišnji troškovi	Ukupni godišnji troškovi
	godina		MW	h/god.	GWh/god.	Mcal/kWh	10^6 Mcal/god.	din/Mcal	Mcal/god.	Gdin	Mcal/god.	Mcal/god.
1	40	ostvareno	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	30		20	1300	26	7,50	195	1,60	312	(4)	350	662
3	20		40	1700	68	6,30	428	1,40	600	7	1120	1720
4	10		80	3336	269	4,25	1144	1,20	1373	12	1920	3293
5	3<st.<10		90	4050	365	3,55	1295	1,07	1385	12	1920	3305
6	<3	predviđeno	80	4400	352	3,10	1092	1,05	1147	9	1440	2587
7	0—40	ukupno	310	3500	1080	3,85	4154	1,16	4817	40(44)	6750	11567

jednosti proizvodnje i troškova na godinu, t. j. višak godišnje čiste koristi bit će:

$$\check{C}_k = (11.888 - 11.567) \text{ Mdin/god.} = 321 \text{ Mdin/god.}$$

Ovaj višak čiste koristi od 321 milijuna dinara na godinu postignut je viškom investicije od 1 milijarde dinara, po jednadžbi:

$I = (9 - 8)$ Gdin $= 1. -$ Gdin $= 1000.-$ Mdin, vrijednost na dan početka pogona.

Čistu korist od 321 milijuna dinara godišnje kroz 30 godina svedimo aktualizacijom na njenu vrijednost na dan početka pogona, uz stopu aktualizacije od 6% godišnje. Dobivamo ukupnu čistu korist od 30 godina pogona, u visini od

$$\sum_1^{30} \Delta \check{C}_{k.\,akt.} = \frac{321}{0{,}06} \cdot \frac{1{,}06^{30} - 1}{1{,}06^{30}} = 4420, \text{ — Mdin, vrijednost na dan}$$

početka pogona.

Neto-rentabilitet r prijelaza sa varijante 1 na varijantu 2 je prema tome 442%, kako to izlazi iz jednadžbe:

$$r = \frac{\sum_1^{30} \Delta \check{C}_{k.akt.}}{\Delta I} = \frac{4420, \text{ — Mdin}}{1000, \text{ — Mdin}} = 442\,\%$$

(5) Kod prijelaza sa varijante 1 na varijantu 2 smanjuje se broj osoblja u termoelektranama sa oko 1530 na oko 1460, t. j. za oko 70 radnih ljudi, odnosno za 4,6%, poradi obustave pogona u 40 godina staroj termoelektrani od 10 MW, čiji je broj osoblja procijenjen na 80. Nova termoelektrana sa 80 MW, zahtijevat će broj osoblja za 10 veći od nove termoelektrane sa 70 MW, po pretpostavci.

(6) Kod prijelaza na varijantu 2 godišnje će se uštedjeti na ugljenu 306 Mdin u novčanoj vrijednosti, odnosno 6,0%, a 115 . 10^6 Mcal u kaloričkoj vrijednosti, odnosno 2,7%.

(7) Sigurnost pogona se povećava, jer se 10 MW u termoelektrani staroj 40 godina nadomještava sa 10 MW u novoj termoelektrani. Ova razlika je toliko velika, da će ostati pozitivna i ako se uvaži, da je stara elektrana bila locirana, po pretpostavci, do jednog središta potrošnje, dok će nova termoelektrana biti locirana na ugljeniku, pa u sigurnost snabdijevanja potrošača dolazi dodatni rizik od prijenosa.

Vidimo, po gornjim točkama usporedbe, da prijelaz sa rješenja po varijanti 1 na rješenje po varijanti 2 predstavlja izvanredno povoljan privredni potez u našem ilustrativnom primjeru.

Zaključak

Potpuna obustava pogona starih i neekonomičnih termoelektrana u mnogim slučajevima je vrlo povoljna operacija sa gledišta opće privredne politike. Koju termoelektranu je povoljno potpuno obustaviti dok je još nekako sposobna za pogon mogu pokazati privredni računi izvedeni po uzorku datom u ilustrativnom primjeru. Primjer zemalja O. E. C. E., kako je iznesen u ovom članku, očito ukazuje na to, da zaista ovakovo gledanje na stvari ima svoje puno opravdanje.

Literatura

L. 1. M. Leskovar: *Deklasiranje termoelektrana i perspektivno planiranje*, Energija VI (1957), br. 9–10, str. 284–285, Zagreb, 1957.

L. 2. O. E. C. E.: *L'industrie de l'Électricité en Europe – 1954*, O. E. C. E., Paris 1955.

L. 3. Isto kao pod L. 2, ali za 1955., izdato 1956.

L. 4. O. E. C. E.: *The Electricity Supply Industry in Europe, 9th Enquiry, Achievements and Forecasts 1956 – 1963*, O.E.C.E., Paris, 1959.

Adresa pisca: Ing. Marijan Leskovar, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.

POZOR FOTO-AMATERI!

Uspjele snimke elektroprivrednih objekata (transformatorskih stanica, vodova, pogonskih uređaja, poslovnih i upravnih zgrada) u gradnji ili već dovršenih, veličine barem 13 × 18, otkupljujemo uz vrlo povoljne uvjete.

Za slike, koje budu objavljene plaćamo posebno i autorski honorar.

Uz svaku sliku potrebno je navesti kratak opis objekta, koji predstavlja, datum kada je snimljena, te ime i prezime snimatelja.

Uredništvo »ENERGIJE«

U vezi s akcijom za priključenje naših otoka na zemaljsku elektroenergetsku mrežu putem podmorskih kabela, poduzeta su na raznim mjestima jadranske obale naučna ispitivanja u svrhu pronalaženja najpodesnijih trasa za polaganje podmorskih kabela visoke napetosti.

ENERGIJA je najspremnije stavila na raspolaganje svoje stupce za objavu rezultata tih istraživanja. Tako su u broju 11-12/1957. prikazani rezultati ispitivanja morskog dna u vodama srednjeg Jadrana (Zadarsko područje), u broju 3-4/1959. oni o ispitivanjima sjevernog Jadrana (Kvarnersko područje) i sada o ispitivanjima vršenim u južnom Jadranu (Dubrovačko područje).

Time smo uglavnom prikazali naučne rezultate postignute u vezi s mogućnostima povezivanja glavnih skupina našeg otočja sa zemaljskom mrežom.

Završavajući ovu seriju marinsko-geoloških istraživanja smatramo svojom dužnošću da se zahvalimo autoru, prof. Slobodanu Alfireviću, kao i Institutu za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, koji su pokazali naročitu spremnost za suradnju s elektroprivredom u svrhu elektrifikacije naših otoka.

UREDNIŠTVO

MARINSKO-GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U KANALIMA JUŽNOG JADRANA I NJIHOVA PRIMJENA U PODMORSKOM TRASIRANJU ELEKTRIČNIH KABELA

Slobodan Alfirević, Split

Ispitivanje morfologije i geologije kanala u području otoka Korčule, Šipana, Lopuda, Koločepa i Lokruma, koji će visokonaponskim kabelima 35 kV i 10 kV biti uključeni na elektroenergetski sistem. Svi istraženi profili imaju povoljna morfološka i sedimentološka svojstva, izuzevši nešto nepravilniji reljef Koločepskih vrata. — Odabrane trase povoljne su za polaganje podmorskih električnih kabela. Istraživanja je vršio laboratorij za geologiju mora Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu.

DK 621.315.9:621.315.285

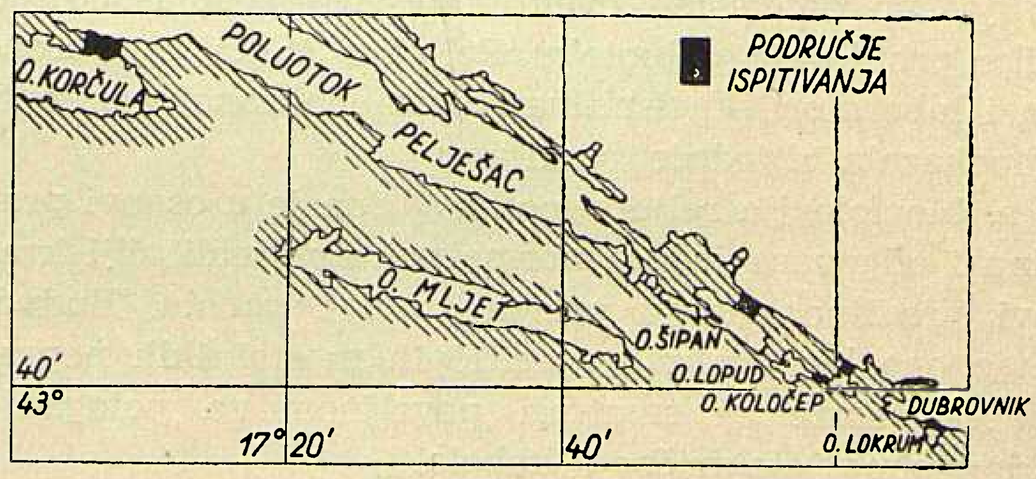
U sklopu rješavanja perspektivnog plana elektrifikacije jadranskog arhipelaga, pristupa se sistematskom povezivanju pojedinih otoka i otočnih skupina podmorskim kabelima na jedinstvenu jugoslavensku visokonaponsku mrežu. Ovaj zadatak, osim izgradnje prenosnih postrojenja, uključuje također i odabiranje podmorskih trasa zasnovano na naučnom ispitivanju morskog dna, a njegova realizacija se vrši etapno, adekvatno postojećim materijalnim sredstvima.

Perspektivnim planom elektrifikacije obalnog i otočnog područja Jugoslavije predviđeno je da se otoci Korčula, Šipan, Lopud, Koločep i Lokrum uključe podmorskim kabelima 35 kV i 10 kV na jedinstvenu mrežu 110 kV FNRJ koja predstavlja izvor energije za naše obalno i otočno područje. S tim u vezi je planiran dalekovod 110 kV Mostar—Ston, od kojega se odvaja vod 35 kV na potezu Ston—Pelješac—Korčula, uz podmorski električni kabel 35 kV za povezivanje otoka Korčule na poluotok Pelješac. U pogledu elektrifikacije dubrovačkog arhipelaga, perspektivnim planom je predviđeno direktno napajanje vodom 10 kV iz hidroelektrane »Zavrelje« na potezu Mlini—Orašac—Majkovi—Slano, odakle se odvajaju podmorski električni kabeli napona 10 kV na otoke Šipan i Koločep preko Koločepskog kanala, te od otoka Koločepa na otok Lopud prek Koločepskih vrata. Otočić Lokrum uključio bi se u perspektivi direktno na elektroenergetski sistem dubrovačke mreže preko podmorskog kabela.

U tom smislu su, u veljači 1959., vršena ispitivanja geološkog sastava i reljefa morskog dna u području poluotoka Pelješca, otoka Korčule i dubrovačkih otoka, uz odgovarajuće spojnice, na slijedećim profilima: I. Pelješac—Korčula, II. kopno—Šipan, III. Lopud—Koločep, IV. kopno—Koločep, V. Dubrovnik—Lokrum (slika 1).

Terenska i laboratorijska istraživanja su se vršila uz upotrebu niže navedenih, već upotrebljenih metoda, koje su se i ranije koristile kod ovakvih primijenjenih marinsko-geoloških istraživanja. [2, 3].

Da se ustanove opći uslovi za polaganje podmorskih električnih kabela na pojedinim profilima gore navedenog područja, u odnosu na morfologiju reljefa morskog dna i njegov geološki sastav, paralelno sa ehografskim snimanjem, uzimani su uzorci marinskih sedimenata zbog potrebnih laboratorijskih analiza. Potrebna istraživanja su se vršila istraživačkim brodom Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, m/b »Predvodnik«.



Sl. 1. Područje ispitivanja morskog dna

Ehografsko snimanje reljefa morskog dna je vršeno ultrazvučnim detektorom (»echosounderom«) »ELAC-ECHOGRAPH« njemačke proizvodnje, koji izbacuje ultrazvučne valove u obliku stošca u intervalima od jedne sekunde, iscrtavajući u jednoj minuti 4 mm dugački ehogram. Nakon ehografske detekcije jednog šireg areala i utvrđivanja najpovoljnije morfologije morskog dna, na odabranom profilu kao najpodesnijoj varijanti bila je postavljena serija od 6 do 10 plovaka — signala za postaje, t. j. koordinatama određene fiksne točke.

Na tako trasiranom podmorskom prijelazu bilo je na svakoj postaji, uz svaki pojedini signal, s broda

spušteno Petersenovo grabilo. To je aparat koji se inače u marinskoj geologiji upotrebljava kao alat za uzimanje površinskih marinskih sedimenata, a nalik je na žvale grtalice. Putem električnog vitla spušta se u more, te zahvativši točno određenu površinu morskog dna zarije se u morske taloge i automatski se zatvori. Nakon toga se podiže na palubu broda, gdje se iz njegove sadržine konzerviraju uzorci sedimenata zbog kasnije laboratorijske obrade.

Osim toga, u priobalnom području svakog profila, gdje gaz istraživačkog broda nije dozvoljavao rad sa velikim Petersenovim grabilom, radi kontrole i nadopune su se uzimali uzorci marinskih sedimenata sa čamca, pomoću malog ručnog grabila. K tome se još sabirala i podmorska vegetacija, kao eventualni indikator dinamike morske vode.

Nakon laboratorijskih analiza, utvrđena je fizikalna klasifikacija čestica u sedimentima [6, 7], te je na osnovu granulometrijskog sastava određena tekstura i facies sedimenata svih ispitanih profila, radi uočavanja djelovanja pridnenih morskih struja. Uzorci sedimenata su bili podvrgnuti i mineraloško-petrografskim analizama.

POSTIGNUTI REZULTATI

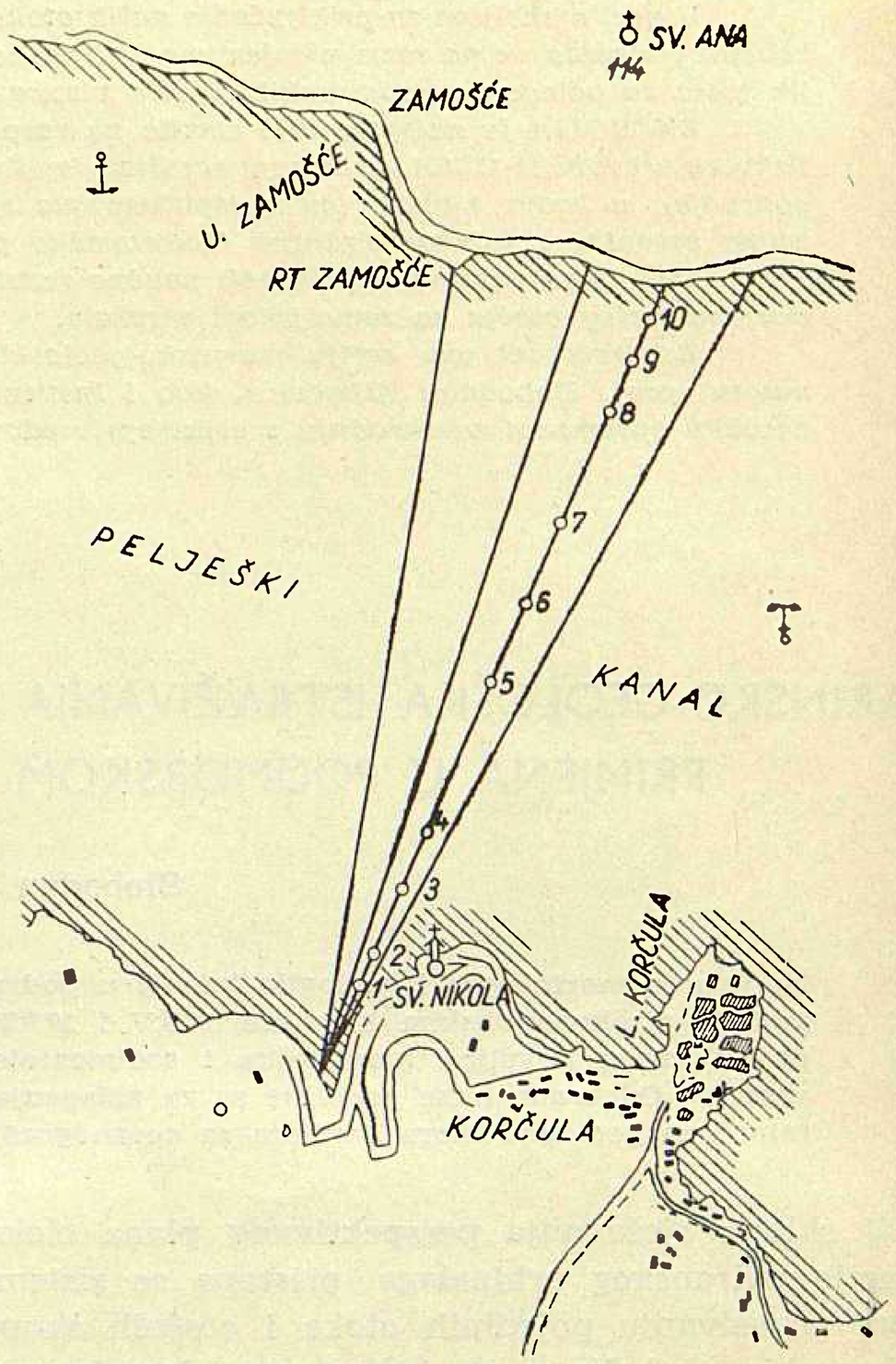
1. profil: Pelješac—Korčula

Da bi podvrgli kontroli jedno šire područje za detekciju reljefa morskog dna u Pelješkom kanalu, bilo je potrebno za vrijeme terenskih istraživanja izvršiti ehografsko snimanje na četiri profila koja se transverzalno protežu preko Pelješkog kanala. Pomenuti profili su imali zajedničku ishodišnu točku na otoku Korčuli u uvali Strečica W od Sv. Nikole, odakle divergiraju prema poluotoku Pelješcu u pravcu rta Zamošće i zahvataju jedan širi areal koji se proteže na istočnu stranu od pomenutog rta. Na taj način je bio omogućen eventualni širi izbor ishodišne točke profila na poluotoku Pelješcu (slika 2). Terenska i laboratorijska ispitivanja na odabranoj varijanti su pokazala slijedeće rezultate:

a. Morfologija reljefa morskog dna je u osnovi pravilna i odgovara jednoj normalnoj sinklinali, čiji krakovi pravilno padaju prema sredini kanala. Budući da je ona bez ikakvih specifičnih morfoloških nepravilnosti, može se smatrati povoljnom za polaganje podmorskog električnog kabela.

b. Izvršene analize sedimenata u odnosu na njihov granulometrijski sastav i teksturu, pokazuju da na ispitanom području prevladavaju pijesak i mulj. Muljeviti sedimenti priobalnih postaja poluotoka Pelješca i otoka Korčule predstavljeni su faciesom gline i ilovače, dok je centralni dio kanala, ispunjen rastresitim materijalom, prekriven pješčanim sagom. Ovakove muljevito-pješčane karakteristike sedimenata u Pelješkom kanalu mogu poslužiti kao odlična podloga. na kojoj se podmorski električni kabel može dobro užlijebiti uslijed vlastite težine i tako fiksirati u svoju muljevito-pješčanu podlogu.

c. Hidrodinamska svojstva Pelješkog kanala ispoljavaju izvjesne specifičnosti u odnosu na vjetrove i njihov utjecaj na formiranje i brzinu vodenih tokova. Tako, na primjer, bura duva jako u kanalu



Sl. 2. I. profil: Pelješac – Korčula

i na mahove, koji su vrlo žestoki u istočnom dijelu kanala. Jugo i NW vjetrovi dosta su jaki, duvaju duž kanala i razvijaju osjetljivo more. Za vrijeme tišine i slabih povjetaraca vladaju u kanalu promjenljive struje, prema morskim mijenama, s brzinom od 0,5 do 1,5 čvora. Struja je pretežno zapadnog smjera i postiže brzinu od 1 čvora. Pri W vjetrovima poprima obrnuti smjer, a zadržava prvobitnu brzinu. Svakako da ove ekstremne prilike nemaju svog upliva na priobalna područja, jer sudeći po teksturi sedimenata, ovi se nalaze u mirnoj zoni. Utjecaj vjetrova nema nekog jačeg odraza ni na morsko dno u centralnom dijelu kanala, jer pješčana tekstura sa prevagom sitnozrnih elemenata ne ukazuje na vrlo intenzivna pridnena gibanja morske vode.

d. U vezi s geomorfološkim karakteristikama ishodišnih točaka, uvala Strečica W od Sv. Nikole na otoku Korčuli, po svom prirodnom smještaju i konfiguraciji, ukazuje na izvjesnu zaštićenost. No i pored toga bi bilo potrebno nekom betonskom napravom osigurati izlazni krak kabela. Ishodišna točka E od rta Zamošće na poluotoku Pelješcu zahtijeva dobru zaštitu, uslijed svoje izloženosti, pličine i žala. U svakom slučaju, osim dobro izvedenih zaštitnih mjera radi osiguranja na izlaznim točkama, potrebno je također u uvali Strečica na Korčuli postaviti jasno i dobro vidljivu oznaku, koja bi služila kao orijentacija, u slučaju da se kabel bude polagao od Pelješca prema Korčuli. Oznaka na izlaznom kraju kod E strane rta Zamošće na poluotoku Pelješcu nije potrebna, s obzirom da se propust pod cestom jako dobro vidi.

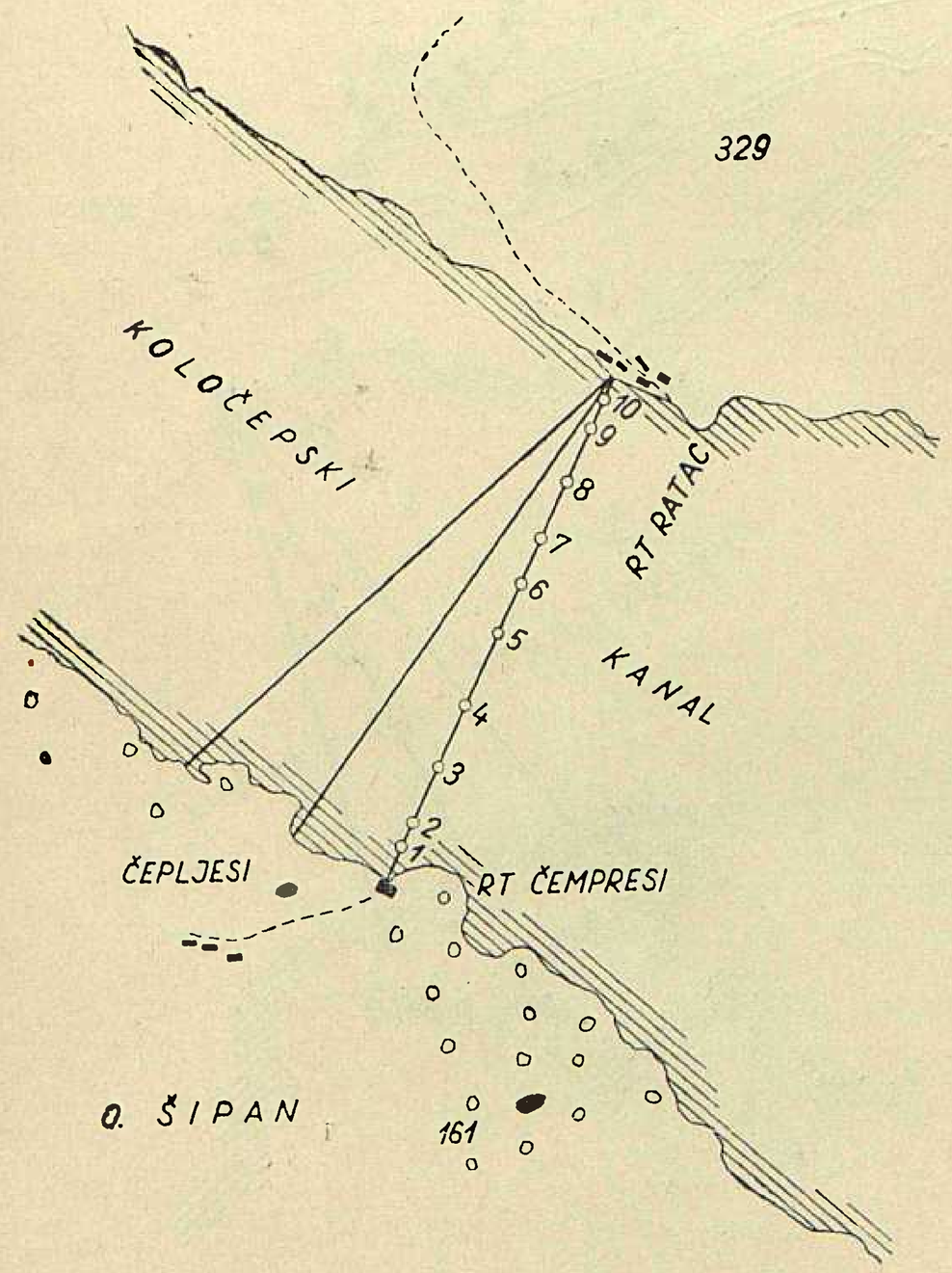
2. profil: kopno—Šipan

Za vrijeme samih istraživanja na terenu izvršeno je ehografsko snimanje reljefa morskog dna na tri profila transverzalno kroz Koločepski kanal. Spomenuti profili imaju zajedničku ishodišnu točku na kopnu podno poljskih kuća NW od rta Ratac na kopnu, odakle divergiraju u pravcu otoka Šipana na jednom širem arealu koji obuhvaća tri susjedne uvalice podno poljskih kuća (Čepljesi) W od rta Čempresi (slika 3). Na taj način je bila omogućena kontrola morfoloških osobitosti reljefa morskog dna na jednom relativno širem području, a također i eventualni širi izbor ishodišne točke profila na otoku Šipanu.

Terenska i laboratorijska ispitivanja na odabranoj varijanti su pokazala slijedeće rezultate:

a. Morfološka građa reljefa morskog dna pod odabranim profilom predstavlja veoma pravilnu sinklinalu, čiji krakovi pod pravilnim kutom padaju prema sredini kanala, gdje se nalazi ravni podmorski plato, koji obuhvaća skoro dvije trećine profila. Kako je morfologija reljefa morskog dna bez ikakovih specijalnih morfoloških osobitosti, ona je vrlo povoljna za polaganje podmorskog električnog kabela.

b. Granulometrijski sastav i tekstura sedimenata u Koločepskom kanalu, pod ispitanim profilom, pokazuju da je u kanalu veoma pravilan proces sedimentacije podvrgnut osnovnim elementima udaljenosti od obale i dubini. Dok je priobalno područje ispunjeno pješčanim sedimentima, dotle centralni dio kanala prekriva siva recentna glina. Priobalne postaje blizu kopna su također ispunjene sedimentima žilave prirode koja je uvjetovana faciesom glinaste i glinasto-ilovaste ilovače, sa izuzetkom vapnenih inkrustacija na postaji br. 9. Navedeni facijalni supstrat u kanalu može odlično poslužiti kao podloga kabelu, jer potpuno izostaju tvrdi, hridinasti i kameni elementi, uslijed čega se može očekivati da će se podmorski električni kabel, uslijed svoje vlastite težine, užlijebiti u svoju pješčano-muljevitu podlogu odabranog i istražnog profila.



Sl. 3. II. profil: kopno – Šipan

c. Hidrodinamske prilike u Koločepskom kanalu nemaju intenzivan karakter. Kretanje vodenih masa u kanalu se odvija u pravcu NW, što je uvjetovano otjecanjem vodenih masa Rijeke Dubrovačke u smjeru NW. Uslijed toga NW dio Koločepskog kanala je nešto slabije pod utjecajem struja, koje u tom dijelu, pod običnim prilikama, imaju brzinu do 0,5 čvora. Eventualni utjecaj vjetrova ne pokazuje dovoljnog učinka na samo morsko dno, budući da ispitana tekstura sedimenata, kao indikator pridnenih struja, ne pokazuje znakova jačih gibanja pridnenih slojeva morske vode u području ispitanog profila.

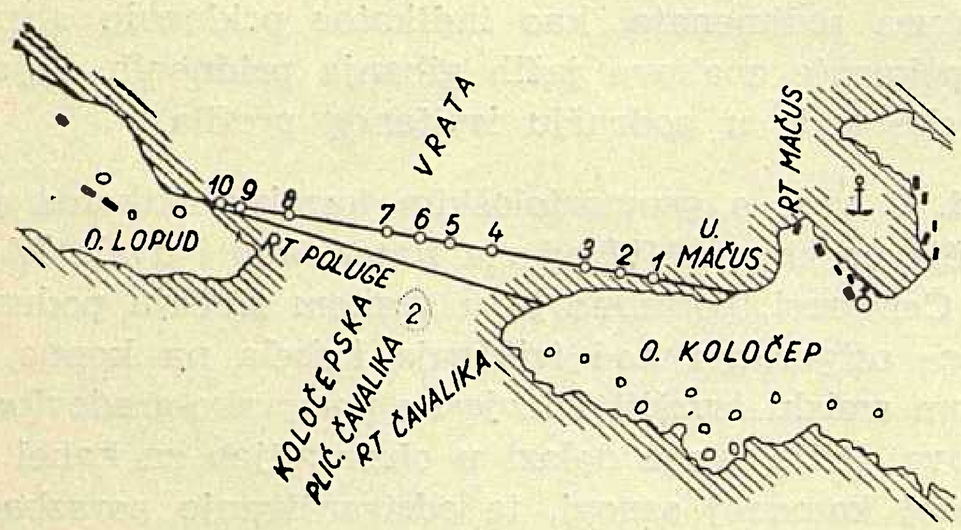
d. U vezi s geomorfološkim karakteristikama područja na kopnu NW od rta Ratac, kao i uvale W od rta Čempresi, potrebno je u svakom slučaju poduzeti mjere osiguranja kod izlaženja kabela na kopno, te u tom smislu izvršiti i izvjesne pomorsko-građevinske radove. Prije svega dolazi u obzir žlijeb za kabel na čvrstoj kamenoj osnovi, te odstranjivanje porazbacanog kamenja, i eventualna izgradnja kakve zaštitne ograde kod izlaznih točaka kabela. Zaštitne mjere, koje bi trebali pomorsko-građevinski stručnjaci da projektiraju i izvedu, vrlo su važna komponenta u kompleksu problema polaganja i zaštite podmorskog električnog kabela, te im prema tome treba i pružiti adekvatnu pažnju.

3. profil: Lopud—Koločep

Za vrijeme samih istraživanja na terenu, izvršeno je ehografsko snimanje reljefa morskog dna na dva profila transverzalno kroz Koločepska vrata. Kod istraživanja geoloških i morfoloških prilika na ovom području, objektivne okolnosti i poteškoće jako su suzile areal istraživanja i ograničile izbor trase. Prije svega sama pličina Čavalika, koja je duboka svega 2 metra, leži u samim vratima W od istoimenog rta na otoku Koločepu. Sama ta plitka podvodna hrid je razlogom da se trasa morala prebaciti više prema N strani Koločepskih vrata, ali opet ne predaleko, budući da se na toj strani nalazi već podmorski telefonski kabel koji je trebalo u svakom slučaju izbjegavati. Na taj način izbor se je morao ograničiti na veoma usko područje, koje leži između pličine Čavalika na S strani i podmorskog telefonskog kabela na N strani. Područje istraživanja se je, prema tome, prostiralo u okviru dvaju profila, koji su na otoku Lopudu imali svoju zajedničku ishodišnu točku NW od rta Poluge, odakle su divergirali u pravcu otoka Koločepa, NE od rta Čavalika, i prema uvali Mačus na pomenutom otoku (slika 4). U okviru areala omeđenog tim profilima, kretale su se i mogućnosti izbora trase za podmorski električni kabel.

Terenska i laboratorijska istraživanja na odabranoj varijanti su pokazala ove rezultate:

a. Morfološka građa pod odabranim profilom pokazuje izvjesne specifičnosti, uvjetovane samim postankom Koločepskih vrata. Uočene su stanovite nepravilnosti na reljefu morskog dna, koje se manifestiraju u maloj kotlini na dnu sinklinalne udoline, kao i na hrptovima, koji se nalaze na kraku, koji od kotline prelazi na stranu otoka Koločepa. Uzimajući u obzir činjenicu da pličina Čavalika, kao i telefonski kabel, ne dozvoljavaju pomicanje trase, može se ova varijanta ipak uzeti u obzir za polaganje kabela. Ovome ide u prilog sasvim drukčija slika reljefa morskog dna u prirodi u dužini od 1650 metara, za razliku od 45 milimetara, koliko je dugačak ehografski snimak.



Sl. 4. III. profil: Lopud — Koločep

b. Granulometrijski sastav i tekstura sedimenata u Koločepskim vratima su zastupani uglavnom faciesom sitnozrnog pijeska sa mjestimičnom primjesom mulja. Elementi gline i ilovače su najjače zastupani na postaji br. 2 gdje uvjetuju facies glinasto-ilovaste ilovače, dok na ostalim postajama utječu na formiranje glinasto-ilovastog pijeska. One postaje, na kojima dominiraju terigena vapnena zrna, zastupane su sa čistim sitnozrnim pijeskom. Činjenica je da se na ovom profilu, bez obzira na morfološke osobitosti reljefa morskog dna, ne nalaze ni hridinasti, ni kameni, ni tvrdi elementi, koji bi bili štetni po sam kabel, pa je na taj način postojeći pješčani sag Koločepskih vrata podesan kao podloga kabelu.

c. Hidrodinamske prilike u Koločepskim vratima znaju biti prilično ekstremne, naročito za južnih vjetrova. Ispitana tekstura sedimenata pokazuje da spomenute hidrodinamske prilike nemaju znatnog utjecaja na morsko dno, tim više što se u samim vratima nalaze relativno velike dubine u centralnom dijelu prolaza.

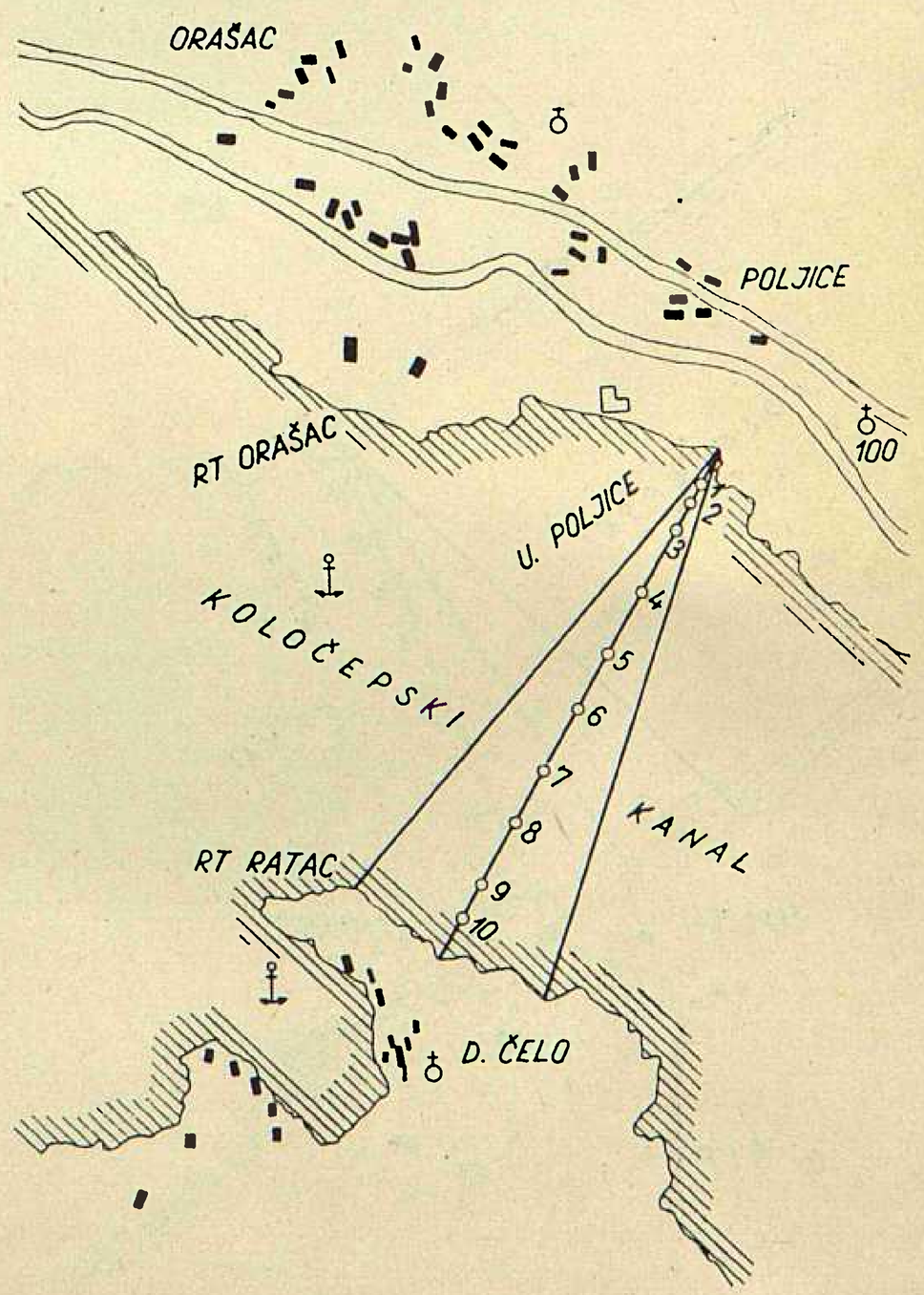
d. Geomorfološka obilježja priobalnih područja, s obzirom na specifičnosti Koločepskih vrata, nužno nameću problem solidne zaštite i osiguranja kabela. Na strani otoka Koločepa, kao i otoka Lopuda nalaze se kamene litice, od kojih bi kabel trebao silaziti u more. Kako južni vjetrovi imaju znatan utjecaj na površinu morske vode, a nešto i dublje, to će biti neophodno potrebno izvesti pomorsko-građevinske radove na obim stranama, kako bi se njihovom pomoću fiksirao kabel i osigurao od eventualnog oštećenja. Specifičnosti i jaka izloženost Koločepskih vrata zahtijevaju punu pažnju kod osiguranja podmorskog električnog kabela.

4. profil: kopno—Koločep

Istraživanja su se vršila u SE dijelu Koločepskog kanala, u kojem području se je reljef morskog dna podvrgao detekciji ehografskim snimanjem na tri profila, koja transverzalno sijeku sam kanal. Spomenuti profili imaju svoju ishodišnu točku na kopnu u uvali Poljice, E od kamenih ostataka jedne srednjevjekovne ruševine, odakle divergiraju prema N obali otoka Koločepa i zahvataju jedan širi areal E od rta Ratac (slika 5). Svrha pretrage ove trokutaste plohe je bila vezana za širu kontrolu morfologije Koločepskog kanala i eventualnog šireg izbora ishodišne točke na N obali otoka Koločepa. Terenska i laboratorijska ispitivanja na odabranoj varijanti pokazala su ove rezultate:

a. Morfološka građa utvrđena na ispitanom profilu pokazuje da reljef morskog dna na tom području odgovara sinklinalnoj udolini, čiji krakovi simetrično, pod jednakim kutom padaju prema sredini kanala. Dvije trećine kanala zapremljeno je ravnim podmorskim platoom, dok se jedna trećina odnosi na krakove sinklinale. Kako, dakle, ne postoje neke morfološke nepravilnosti u odnosu na konfiguraciju morskog dna, može se smatrati morfologija ove predložene varijante kao vrlo pravilna, i prema tome, kao povoljna za polaganje podmorskog električnog kabela.

b. Granulometrijski sastav i tekstura sedimenata u SE dijelu Koločepskog kanala pod ispitanim profilom pokazuju da se u ovom dijelu kanala, transver-



Sl. 5. IV. profil: kopno — Koločep

zalno, protežu pješčani sedimenti sa primjesom mulja. To jest, na priobalnom području kopna, uz uvalu Poljice, nalazimo materijal rastresite konsistencije, koji je snešen s kopna, ali koji ima veoma sitnu mjeru u odnosu na veličinu. Ostale postaje su manje više zastupane sedimentima za koje su karakteristični faciesi glinastog i glinasto-ilovastog pijeska. Čestice I. kategorije, koje inače spadaju u najfiniji sediment koloidalne gline, svojim prisustvom su uvjetovale tu primjesu pijeska sa glinasto-ilovastim elementima. Takve facijalne osebine sedimenata ispitanog profila mogu dobro poslužiti kao podloga samom kabelu, koji će se uslijed svoje težine užlijebiti u pješčano-muljevitom supstratu.

c. Hidrodinamske prilike ovog dijela Koločepskog kanala su različitog intenziteta u raznim dijelovima kanala. Glavni pravac struje je usmjeren na NW, a diktiran je smjerom vodenih masa Rijeke Dubrovačke. Iz tih razloga, u običnim i normalnim prilikama, brzina struje u ovom dijelu kanala je nešto veća nego u NW dijelu između kopna i otoka Šipana, a iznosi 0,7 čvora. Sudeći po teksturi sedimenata, izgleda da ekstremne hidrodinamske prilike u kanalu nemaju svoga intenzivnog odraza na samo morsko dno, te na taj način tekstura, kao indikator, ne pokazuje znakova jačih pridnenih gibanja morskih struja.

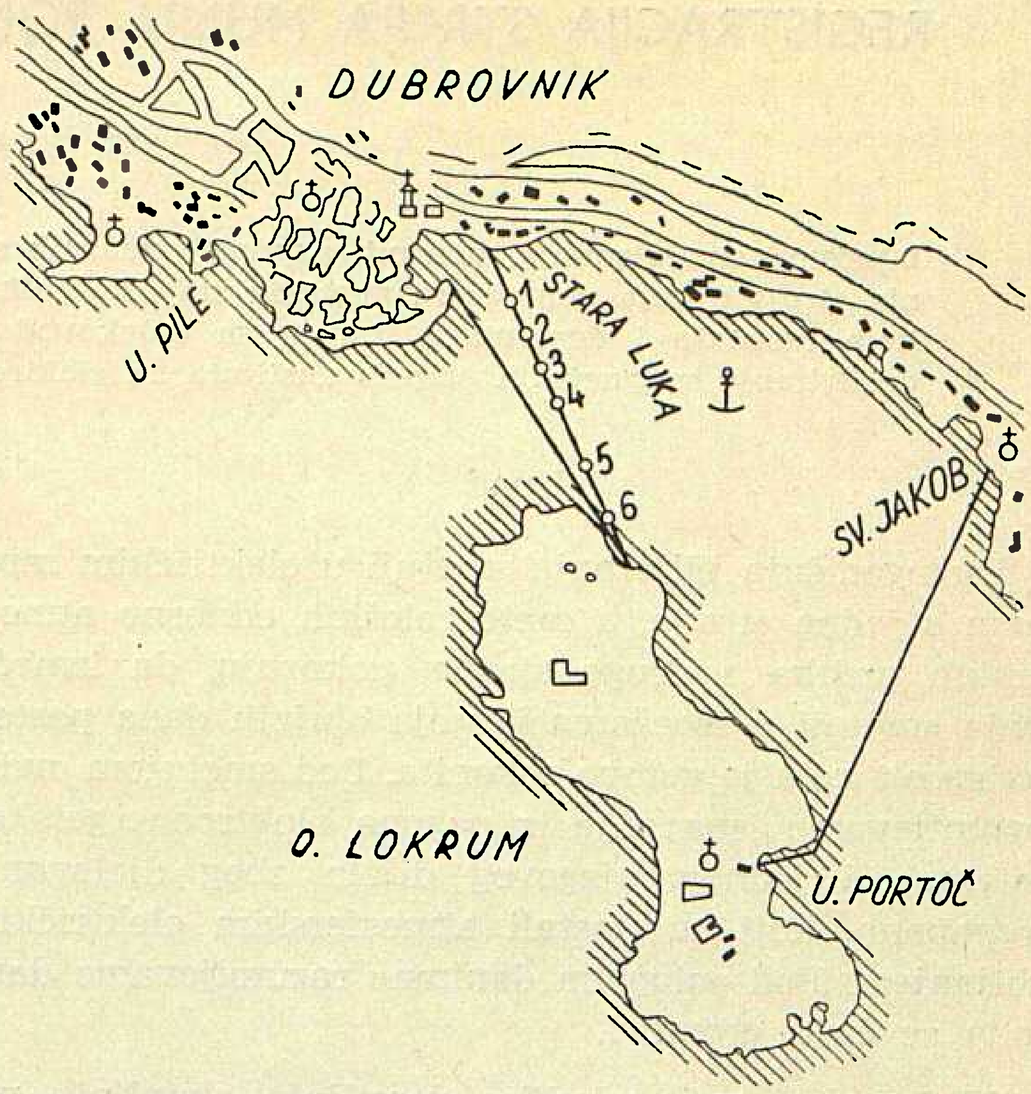
d. U vezi s geomorfološkim osebinama obalne linije kopna ispod Orašca, kao i onom na N obali otoka Koločepa, bit će u svakom slučaju potrebno izvesti stanovite podmorsko-građevne radove u svrhu provođenja zaštitnih mjera. Kako je ishodišna točka na kopnu u uvali Poljice izložena djelovanju južnih vjetrova, osjeća se potreba izgradnje zaštitnog zida, koji bi kao produžetak samog pristaništa zaštićivao kabel, koji će i inače u tom području trebati ukopati da stoji fiksno u betonskom žlijebu. Zaštitne mjere će biti potrebne i u maloj uvalici E od rta Ratac, na N obali otoka Koločepa.

5. *profil: Dubrovnik—Lokrum*

Za vrijeme samih istraživanja na terenu, izvršeno je ehografsko snimanje reljefa morskog dna kroz kanal na tri profila. Od toga, dva profila imaju svoju zajedničku ishodišnu točku u I. uvalici na NE dijelu otoka Lokruma, odakle divergiraju prema Dubrovniku u prostoru od Porporele do Lazareta na području Stare luke. Treći kontrolni profil se proteže od Sv. Jakoba na obalnoj liniji Dubrovnika, do uvale Portoč na E strani otoka Lokruma (slika 6). Na taj način je kontroliran čitav kanalski prostor između Dubrovnika i otoka Lokruma, u vezi s upoznavanjem reljefa morskog dna spomenutog područja, i s tim u vezi, eventualnog šireg izbora trase za podmorski električni kabel.

Terenska i laboratorijska ispitivanja na odabranoj varijanti pokazala su ove rezultate:

a. Morfološka građa reljefa morskog dna odgovara pravilnoj sinklinali, na čijem kraku se ispoljava neznatan hrbat, koji ne predstavlja neku morfološku nepravilnost od presudnog značenja. Vodeći računa o blažoj izraženosti reljefa u naravi, odabrana varijanta po svojoj morfologiji se može smatrati povoljnom za polaganje podmorskog električnog kabela.



Sl. 6. V. profil: Dubrovnik — Lokrum

b. Granulometrijski sastav i tekstura sedimenata pokazuju rasprostranjenje pješčanih sedimenata duž čitavog profila s mjestimičnim primjesama mulja, sastavljenog od elemenata gline i ilovače. Ovakav facijalni raspored može poslužiti kao podloga podmorskom električnom kabelu na odabranoj varijanti.

c. Hidrodinamske prilike u kanalu između Dubrovnika i otoka Lokruma pokazuju izvjesne svoje specifičnosti u odnosu na vjetrove, koji znaju u tom području biti vrlo intenzivni, kao i na njihov utjecaj na priobalna područja. Kanal nije zaštićen protiv juga, a SW vjetrovi stvaraju teške valove, koji se lome na obalama. Osim u priobalnim područjima, gdje će vjetrovi imati svoga upliva, na dubljim dijelovima, sudeći po ispitanoj teksturi, ne nalazimo nekih znakova eventualnog jačeg gibanja pridnenih struja.

d. Geomorfološka obilježja naročito ishodišne točke profila na Lokrumu, s obzirom na specifičnost utjecaja vjetrova na obale kanala, zahtijevaju adekvatnu pažnju u pogledu zaštitnih mjera za osiguranje kabela. I ovdje će biti potrebni podmorsko-građevinski radovi za fiksiranje i učvršćenje kabela na njegovim krajevima.

e. Napominje se da se uz ispitani profil, na strani otoka Lokruma, u moru vidi nedavno položeni telefonski kabel, koji još nije spojen. O ovome će se trebati konzultirati s poduzećem PTT saobraćaja Dubrovnik, radi lokacije kabelske kućice u samoj uvalici na NE strani otoka Lokruma.

Naslov pisca: Prof. Slobodan Alfirević, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split.

REGISTRACIJA STRUJA MUNJA POMOĆU METODE MAGNETSKIH ŠTAPIĆA

Marijan Brezinšćak, Zagreb

Mjerenja struja munja, udarnih napona i udarnih struja pomoću oscilografa i klidonografa i metoda mjerenja struja munja pomoću magnetskih štapića. Teškoće i opasnosti kojima su izložene terenske ekipe prilikom montaže i demontaže štapića sa dalekovodnih užeta pod naponom. Shema prijenosnog uređaja za dešifriranje magnetskih štapića Instituta za elektroprivredu u Zagrebu kojim se vrši rad na terenu.

DK 621.3.083:621.317.7

Uvod

Dugogodišnja bilježenja smetnji u električkim mrežama s jedne strane, a meteoroloških odnosno atmosferskih prilika s druge strane, pokazuju, da između broja smetnji u mrežama i broja olujnih dana postoji zavisnost, koja je gotovo zakonita. Pod smetnjom ovdje razumijevamo ispadanje iz pogona elektroenergetskog sistema ili jednog njegovog dijela zbog djelovanja prenapona, koji su nastali atmosferskim električkim izbijanjem. Pod »olujnim danima« razumijevamo dane kada se čuju gromovi.

Meteorolozi već nekoliko desetljeća skupljaju podatke o broju olujnih dana i pritom vode brigu o tome na kojim se područjima oni pojavljuju. Na temelju tih podataka izrađuju se t. zv. izokerauničke karte, koje sadrže izokerauničke krivulje t. j. linije koje na geografskoj karti označuju područja jednakog broja olujnih dana u stanovitom vremenskom razdoblju (sl. 1).

Iz rečenoga odmah je jasna i korist takvih karata: one su zainteresiranima oslonac na temelju kojega mogu očekivati na pojedinim teritorijima određeni broj olujnih dana. Mjesečne izokerauničke mape čak pokazuju, kada se približno mogu očekivati dani s najviše munja.

Ovi meteorološki podaci važni su i za elektroprivredu. Očito je, naime, da će projektant elektroprivrednih objekata drugačije projektirati objekt, ako zna, da se on nalazi na teritoriju sa 90 olujnih dana godišnje, nego ako se nalazi na području sa 5 olujnih dana. Takav podatak možda će navesti da se promijeni prvotno mjesto lokacije objekta, a u svakom slučaju će se poduzeti različite mjere zaštite od atmosferskih neprilika. Isto tako i uzdržavanje mreže mora biti različito u područjima različite olujnosti. I dispečeru mogu takvi podaci biti od znatne koristi.

Slična veza između meteorologije i elektroprivrede poznatija je za područja zaleđivanja vodiča dalekovoda i područja vjetrovitosti. Zone jednoga i drugoga uvjetuju, kako će se na pr. dalekovodi mehanički dimenzionirati, a da se za čitavu mrežu održi približno jedinstveni stupanj rizika mehaničke čvrstoće.

No, izokerauničke karte elektroprivredi nisu dovoljne. Broj olujnih dana godišnje ili mjesečno, te njemu proporcionalni broj ispada mreža, još ne govore o intenzitetu pojava, koje uzrokuju te prekide. Stoga zemlje s modernom elektroprivredom imaju organizirana mjerenja i statistike na teritoriju svoje mreže u okviru kojih se neprekidno tokom niza godina mjere i bilježe slijedeće pojave, što ih uzrokuju atmosferska izbijanja:

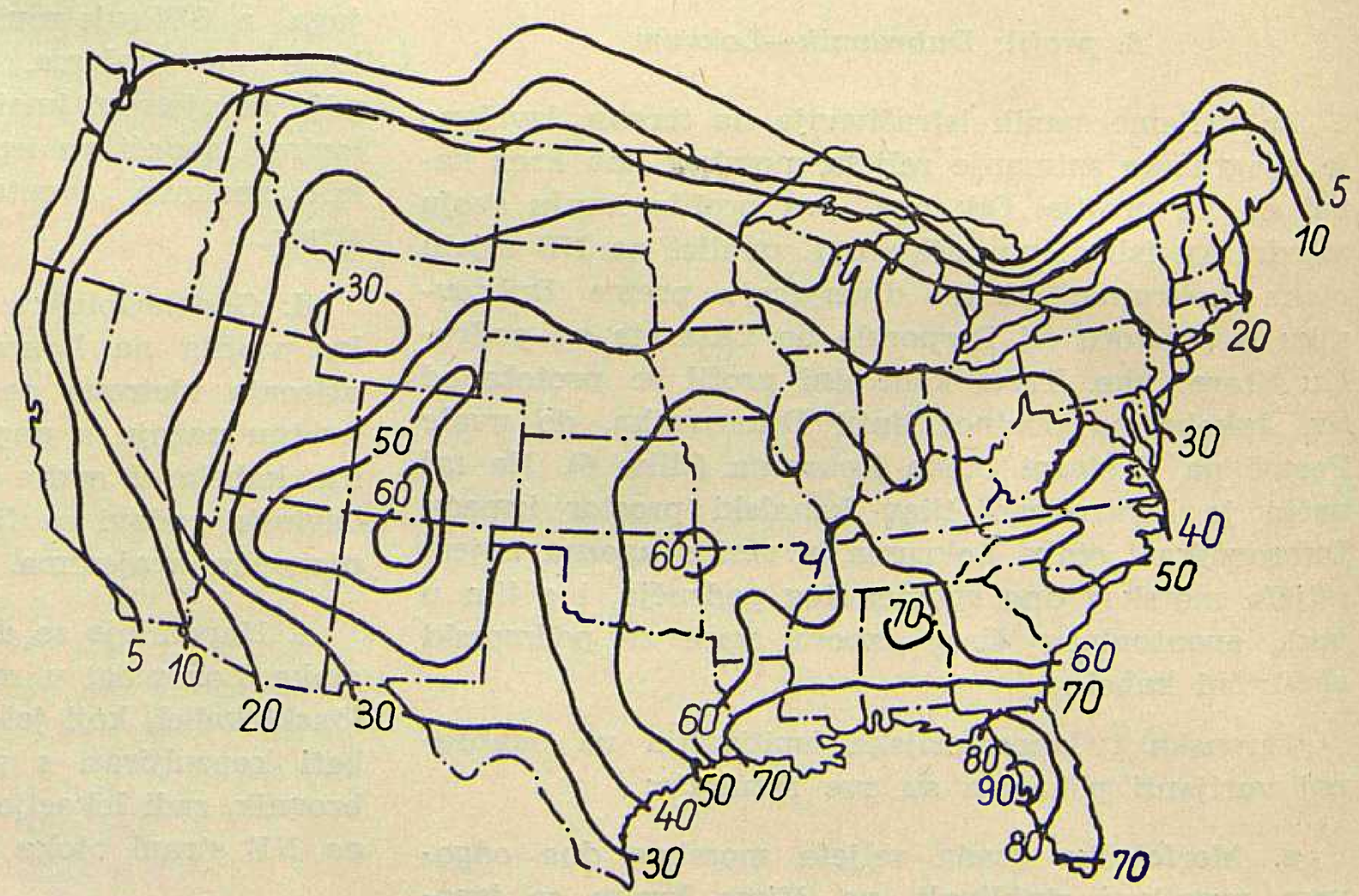
Jakosti i broj struja munja, koje udare u elektroprivredne objekte.

Iznosi i broj atmosferskih prenapona na elektroprivrednim objektima.

Ostale fizikalne veličine, čije poznavanje može biti od koristi za uspješan rad elektroenergetskih sistema i za naučna istraživanja na polju atmosferskih izbijanja.

Na temelju tih podataka, koji su to pouzdaniji, što su mjerenja dugotrajnija, može se stvoriti slika o tome, kako valja dimenzionirati mrežu u pojedinim područjima odnosno njenu zaštitu od atmosferskih neprilika. Prednosti takvog rada nisu samo tehničko-pogonske naravi, već i ekonomske, jer se predmetna zaštita koordinira u skladu s prirodnim pojavama na terenu mreže, a ne na temelju nagađanja ili automatskog prenošenja stranih iskustava.

U Jugoslaviji se sve do nedavna ovom problemu nije posvećivala dovoljna pozornost. Tek godine 1954. počeo je beogradski institut «Nikola Tesla« s prvim



Sl. 1. Izokerauničkа karta Sjedinjenih država Amerike

registracijama jakosti struja gromova u manjem dijelu mreže NR Srbije.

U cilju da unaprijedi svoju elektroprivredu, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske povjerila je Institutu za elektroprivredu u Zagrebu najprije proučavanje metoda mjerenja struja munja, a kasnije izradu mjernih uređaja kojima će se vršiti ova mjerenja na teritoriju NR Hrvatske. U suradnji s ostalim elektroprivrednim poduzećima sada se radi na stvaranju stalne službe, koja će se u početku baviti registracijom struja munja što se pojavljuju na elektroprivrednim objektima.

Tako dobiveni podaci činit će s rezultatima iz drugih republika osnovu za sistematsko i dugotrajno praćenje pojava atmosferskih izbijanja na teritoriju Jugoslavije, što će elektroprivredi države donijeti analogne koristi, kakve od takvih službi imaju ostale zemlje s razvijenom elektroprivredom.

Različite metode mjerenja atmosferskih izbijanja

Iako će ovaj članak biti pretežno posvećen mjerenju struja munja pomoću magnetskih štapića, opis načina mjerenja atmosferskih izbijanja bio bi nepotpun, kad se ne bismo barem letimično osvrnuli na različite metode, koje se u specijaliziranim centrima za istraživanje atmosferskih električnih pojava u velikoj mjeri upotrebljavaju.

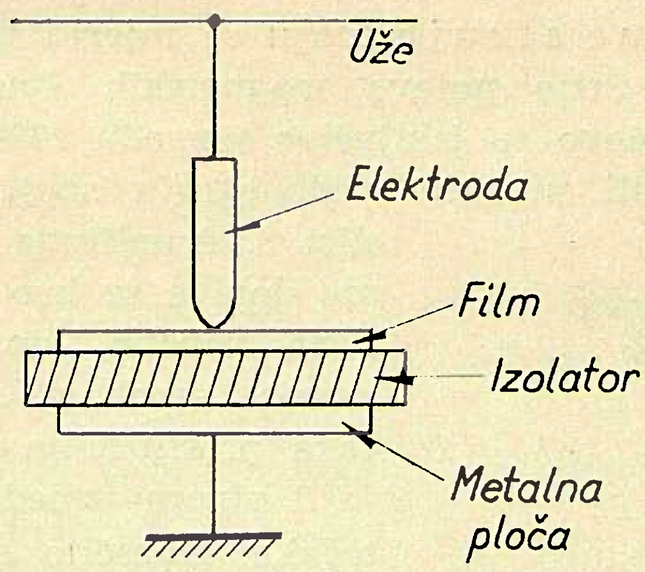
Katodni oscilograf gotovo je jedini pouzdani instrument, kojim se mogu vjerno pratiti i zabilježiti pojave atmosferskih izbijanja, prenapona i t. d. Budući da je tromost njegovog pisaćeg mehanizma — elektronskog snopa neznatna, to se njime mogu promatrati i na njemu fotografirati i najbrže prijelazne pojave. Na primjer ispitna stanica na vrhu zgrade Empire State Building (New York, USA) upotrebljava katodne oscilografe, koji mogu registrirati struje munja od 10 do 2000 A, a brzina pisanja iznosi oko 150 000 km/s.

U svrhu registracije struja munja oscilografi su prilagođeni toj djelatnosti na taj način, što elektronska mrlja bilježi mjerenu prijelaznu pojavu na osjetljivi film, koji promiče ispred zaslona. Posebni uređaji (na pr. Norinderov relej) ili specijalne katodne cijevi brinu se za to, da se registracija na film vrši samo tokom trajanja mjerenja prijelazne pojave.

No, ovakvi oscilografi veoma su skupi, tako da ih mogu nabaviti samo specijalizirani laboratoriji s jakom državnom financijskom pomoću (SSSR, Švedska i t. d.).

Udarni naponi mjere se pomoću t. zv. klidonografa. Načelo rada klidonografa može se razabrati iz slike 2. Na uzemljenoj metalnoj ploči nalazi se ploča od izolacionog materijala, a povrh ove fotografski film (ili ploča). Film je stavljen tako, da je emulzija okrenuta prema gore. Na film je prislonjena zaobljena ili zašiljena elektroda, koja je priključena na pr. na zaštitno uže dalekovoda. Svi nabrojeni sastavni dijelovi zatvoreni su u izolacionu kutiju.

Djeluje li između elektrode i metalne ploče napon od nekoliko tisuća volti nastat će ljubičaste i ultraljubičaste zrake, koje će djelovati na emulziju filma. Na filmu će ostati stanoviti oblici, koji su nazvani Lichtenberg-ovim figurama.



Sl. 2. Klidonograf

Pokusi su pokazali, da figure nastaju pa makar napon djelovao samo nekoliko dijelova mikrosekunde, te da je polumjer figure funkcija maksimalne vrijednosti narinutog napona, a konfiguracija figure funkcija je oblika krivulja napona.

Osim toga polumjer i razgranatost figura ovisi o tome, da li je napon bio pozitivan (prema zemlji) ili negativan. Pozitivne figure su veće.

Pozitivne figure sastavljene su od raščlanjenih krakova, čiji krajevi su jasno ograničeni. Negativne Lichtenbergove figure sastoje se od nekoliko širokih sekcija, koje se opet sastoje od niza ravnih krakova što prolaze iz centra figura. Obod negativnih figura nije jasno označen.

Na veličinu figura uz oblik vala napona utječu i atmosferske prilike, te materijalne i konstruktivne osobine klidonografa. Stoga se svaki tip klidonografa mora posebno baždariti.

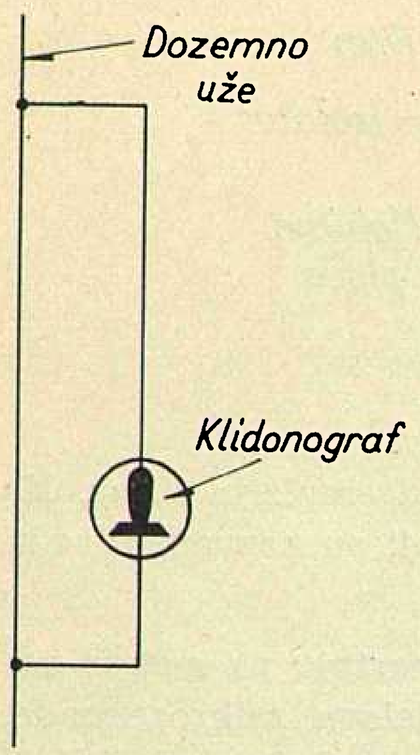
Često se primjenjuju dva klidonografa u protuspoju. To je ustvari paralelan spoj dvaju klidonografa, ali tako, da je elektroda jednoga na potencijalu zemlje, druga na potencijalu užeta. Na taj način uvijek se dobiva i pozitivna i negativna figura, bez obzira kakav je bio predznak udarnog napona. Time je eliminirana znatna ovisnost negativnih figura o obliku naponskog vala.

Iznad 20 kV klidonografi se upotrebljavaju pomoću djelitelja napona. Najčešće su to kapacitivni djelitelji.

U vezi sa klidonografima vrlo nam je drago što možemo istaći uspjeh instituta »Nikola Tesla« u Beogradu. Taj institut nedavno je završio istražne radove na razvoju domaćeg klidonografa. U toku je izrada serije originalnih klidonografa, koji će još godine 1959. biti ugrađeni na pojedinim mjestima mreže 110 kV NR Srbije i Bosne i Hercegovine. Već prve pokusne ugradnje tih klidonografa pokazale su, da su veliki ne samo atmosferski prenap ni, već i pogonski prenaponi.

Postoje i dinamički klidonografi, kod kojih film ne miruje, već se pomiče preko ploče i tako može snimati prenaponsku pojavu tokom dužeg perioda vremena.

I udarne struje mogu se mjeriti pomoću klidonografa. Prije pojave magnetskih štapića, struje gromova gotovo su isključivo (između 1929. i 1932. u USA) mjerili pomoću klidonografa spojenog prema slici 3. Amplituda struje munje dobiva se kao količnik iz pada napona, što ga struja munje uzrokuje između točaka priključenja klidonografa, i otpora između tih dviju točaka. Naročito se ova metoda upotrebljavala pri mjerenju struja munja, koje su udarile u dalekovod.



Sl. 3. Mjerenje udarnih struja pomoću klidonografa

Takav se uređaj sastoji od dva filma, koji su tako omotani u tanku foliju, da se mogu pri danjem svijetlu i pod kišom umetati u kutiju.

Mana je ovog mjernog uređaja, što je znatan utjecaj međuinduktiviteta između dozemnog užeta (ili čelične konstrukcije stupa dalekovoda) i spojnih žica klidonografa.

Postoji još nekoliko metoda mjerenja atmosferskih izbijanja koje se ili zbog zastarjelosti rjeđe upotrebljavaju ili pak predstavljaju privilegij specijaliziranih laboratorija. Njihov opis prelazi okvir ovog informativnog članka.

Rezultati mjerenja atmosferskih izbijanja u svijetu i u Jugoslaviji

Rezultati mjerenja u raznim stranama svijeta pokazuju, da su električke atmosferske nepogode zaista velike. Na primjer najveći registrirani prenapon imao je amplitudu od oko 5 000 000 volti, a zabilježen je prilikom direktnog udara munje u vodič 110 kV-nog dalekovoda na drvenim stupovima bez dozemnog užeta. Prenapon je bio negativan prema zemlji, a njegova je maksimalna strmina iznosila oko 4 MV/μs. Munja je udarila oko 7 kilometara daleko od stanice za oscilografiranje.

Statistika mjernih podataka pokazuje, da je oko 90 % svih munja negativnog predznaka prema zemlji, te one proizvode negativne prenapone na dalekovodima.

Trofazne klidonografske mjerne stanice u istočnom dijelu USA registrirale su 15 do 100 prenapona u dalekovodima nazivnog napona 33 do 220 kV. Ovi su se vodovi nalazili u područjima sa godišnjom izokerauničkom razinom 25 do 40 olujnih dana u godini. Mjerne stanice nalazile su se na krajevima dalekovoda i zabilježile, da se godišnje pojavljuje 42 do 55 prenapona na svakih 100 km dalekovoda. Oko 50 % značajnih prenapona nastaje direktnim udarom.

Inducirani (indirektni) prenaponi rijetko premašuju 500 kV, te oni stoga u malo slučajeva uzrokuju ispadanje dalekovoda nazivnih napona 66 kV i više.

Mjerenja jakosti struja munja, što je od velike važnosti za mehaničko i toplinsko dimenzioniranje zaštitnih i ostalih elektroprivrednih uređaja, pokazuju, da u dalekovodne stupove udaraju munje ogromnih jakosti struja, čak preko 130 000 A!

Ukupni električni naboj munje vrlo je različit. Varira između 10 i 160 coulomba kako pokazuju dosadašnja mjerenja.

Mjerenja struja munja (pomoću metode magnetskih štapića, koju ćemo kasnije opisati) vrši se u Jugoslaviji tek nekoliko godina, u Srbiji od 1954., a u Sloveniji započelo se tek pred nešto više od godinu dana.

Dobiveni mjerni rezultati mogu poslužiti samo kao ilustracija da su elektroprivredni objekti na našim terenima jako ugroženi, a u nekim područjima (Hercegovina) često odušnici kroz koje se smiruju atmosferski trzaji.

Ipak ćemo navesti nekoliko ekstremnih rezultata, koje je godine 1957. registrirao institut »Nikola Tesla« (podatke je Institutu za elektroprivredu u Zagrebu ljubezno stavio na raspoloženje beogradski institut putem izvještaja »Rezultati merenja struja atmosferskih pražnjenja na uzemljenjima odvodnika prenapona metodom magnetskih štapića u 1957. godini«).

Mjerenja su vršena isključivo na uzemljenjima odvodnika prenapona u transformatorskim stanicama od 3 do 110 kV (63 TS u Srbiji i južnoj Vojvodini).

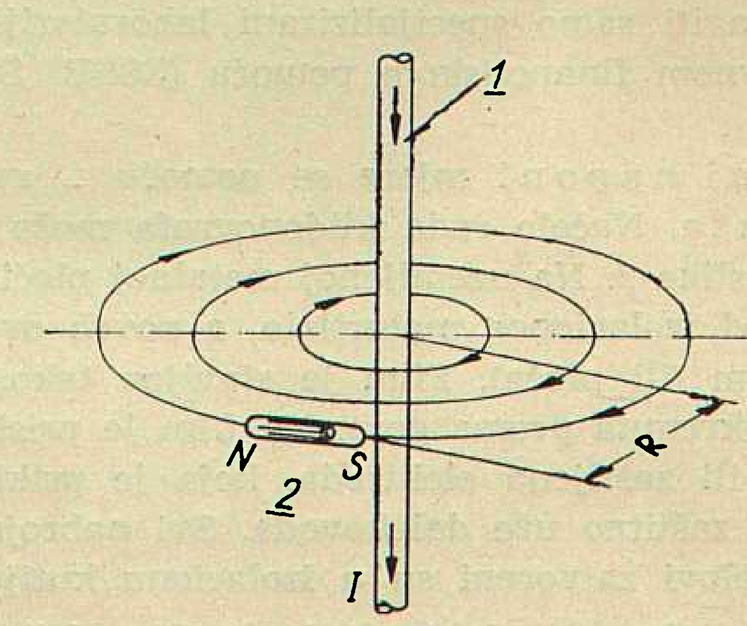
Preko 4000 A registrirano je u toj godini kod 19 udara munje. Najveći zabilježeni udar bio je na 6 kV-nom dalekovodu TS Leva obala Save u iznosu 13.160 A (u periodu 20. VI. 1957. do 29. I. 1958.), a nešto manji u iznosu 12.700 A na 10 kV dalekovodu TS Bežanija kraj Beograda.

O rezultatima registracije u Sloveniji nismo u stanju ništa reći, jer još nismo primili izvještaj od Inštituta za elektrogospodarstvo u Ljubljani.

Registracija struja munja pomoću magnetskih štapića

Prilikom prolaza struje munje kroz fazni vodič ili kroz dozemno uže, koje vodi struju od odvodnika prenapona ili od zaštitnih užeta dalekovoda prema uzemljivačima, oko užeta se stvori elektromagnetsko polje. To polje karakterizirano je magnetskim i električkim poljem.

Nema li u neposrednoj blizini dozemnog užeta većih feromagnetičnih predmeta, može se smatrati, da



Sl. 4. Magnetski štapić u magnetskom polju vodiča kroz koji teče električna struja

se oko dozemnog užeta prilikom prolaza struje oblikuje koncentrično magnetsko polje, koje je simbolički nacrtano u slici 4. Jakost polja H, najjače je na površini vodiča (dozemnog užeta), a s udaljenošću R (okomito na vodič) opada prema zakonu

$$H = \frac{I}{2\pi R} \qquad (1)$$

gdje je I jakost struje u vodiču. Ovaj izraz vrijedio bi sasvim točno samo u slučaju kad bi vodič bio neizmjerno dugačak.

Stavi li se u takvo magnetsko polje feromagnetski materijal, koji je prije toga bio magnetski posve neutralan (nije posjedovao nikakav remanentni magnetizam), feromagnetik će se pod djelovanjem polja H magnetizirati. Kad ga izvadimo iz polja, on će sadržati neki zaostali magnetizam. To će se očitovati u tome, što će imati neku zaostalu magnetsku indukciju B_0.

Ako je struja, koja prema slici 4 teče kroz vodič 1, udarna ili se čak sastoji od nekoliko uzastopnih udara različite jakosti, feromagnetik 2 će zadržati remanentni magnetizam, koji je u stanovitoj i određenoj vezi sa najjačim poljem, što ga je proizvela maksimalna struja. Prema tome je zaostali magnetizam neko mjerilo jakosti magnetskog polja na mjestu, gdje se nalazio feromagnetski materijal 2, a slijedom jednadžbe (1) i mjerilo najjače struje što je prošla kroz vodič.

Rečeno načelo osnova je registracije struja gromova pomoću t. zv. metode magnetskih štapića. U blizinu faznih vodiča ili dozemnih užeta ne stavlja se bilo kakav komad feromagnetika, već probrani magnetski materijal određenih dimenzija, koji se posebnim držačima montira u stanovitu udaljenost od osi užeta.

Jakost struje, koja je prošla kroz dozemno uže prilikom udara munje određuje se na slijedeći način: posebnom aparaturom izmjeri se zaostali magnetizam B_0 štapića, koji je prema slici 4 bio montiran u udaljenosti R od osi užeta. Na temelju B_0 zaključi se kolika je jakost magnetskog polja H bila potrebna da štapić zadrži taj B_0. Pomoću formule (1) ali u obliku.

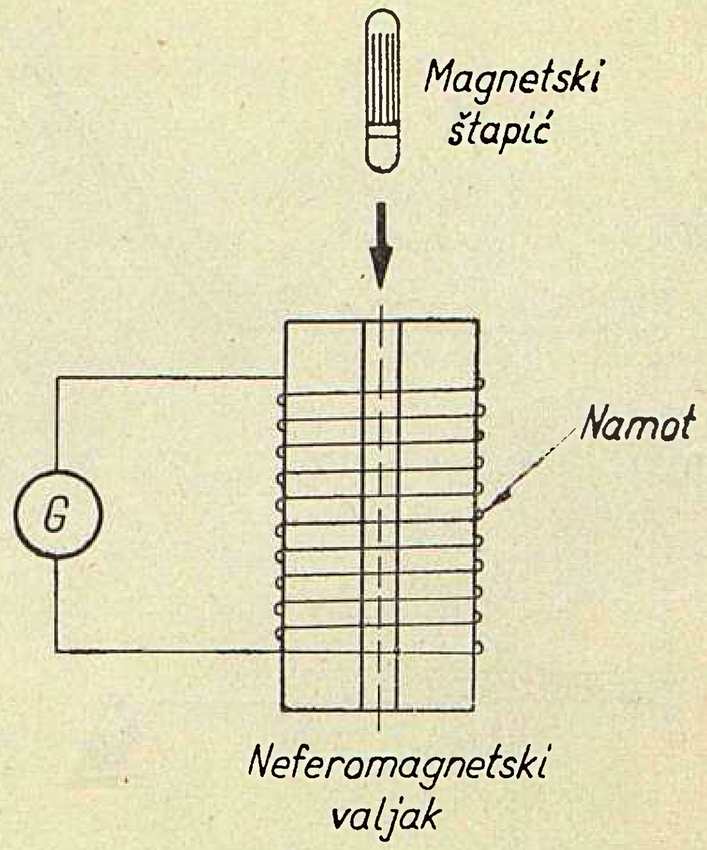
$$I = 2\pi RH \qquad (2)$$

može se odrediti kolika je struja I bila potrebna da se stvori magnetsko polje H. Time je mjerenje izvršeno, jer I je vršna udarna struja munje.

Određivanje jakosti polja H udarne struje vrši se na taj način, što se isti štapić u laboratoriju stavlja u istosmjerno magnetsko polje, čija se vrijednost može mijenjati. Pri tome se stvarno uspoređuju zaostali magnetizmi, koje ostavlja udarna struja munje na terenu i istosmjerna struja u laboratoriju.

Pritom se čitava metoda mjerenja struja munje pomoću magnetskih štapića temelji na pretpostavci, da maksimalna vrijednost udarne struje i laboratorijska istosmjerna struja jednako magnetiziraju štapić, t. j. ostavljaju jednaki iznos remanentnog magnetizma. Mnogobrojni pokusi su pokazali, da je ta pretpostavka ispravna. Ona vrijedi čak i za vrlo kratkotrajne udarne struje 0,5/5 μs, t. j. koje postižu svoj maksimum u 0,5 mikrosekunde, a vrijeme trajanja polovične vrijednosti iznosi 5 mikrosekunda.

Iz polariteta remanentnog magnetizma može se ustanoviti i kakvog je predznaka bila struja munje, t. j. pozitivna (u zemlju) ili negativna (iz zemlje). Na slici 4 nacrtan je slučaj kad je struja munje bila pozitivna. Štapić 2 se magnetizirao na označeni način (N i S), a budući da pomoću busole možemo odrediti gdje su remanentni polovi N i S štapića, to se može odrediti smjer struje munje, ako znamo, kako je štapić bio montiran u blizini dozemnog užeta (kako je bio orijentiran).



Sl. 5. Mjerenje remanentnog magnetizma magnetskih štapića

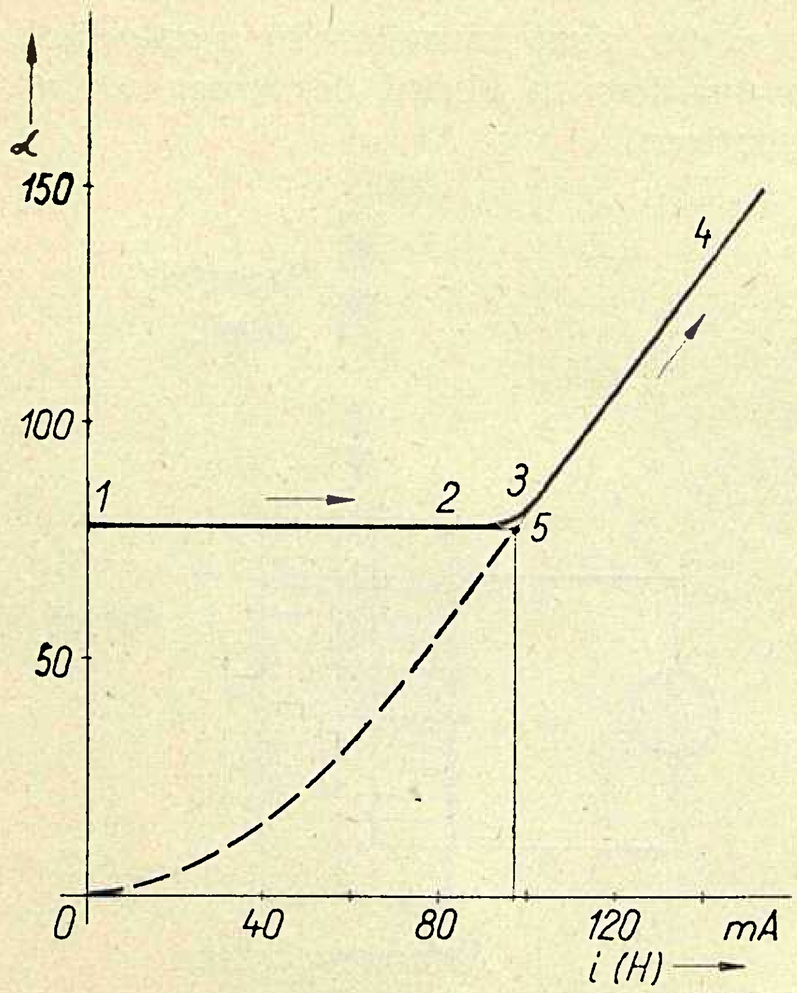
Na terenu, gdje su u elektroenergetskoj mreži montirani magnetski štapići, najprije se busolom ili posebnim uređajem ustanovi, koji je štapić magnetiziran, t. j. koji je registrirao struju munje, što je prošla kroz pripadno dozemno uže. Takav se štapić onda skine sa držača štapića, stavi u zaštitnu željeznu cjevčicu i zajedno s ostalim skinutim magnetiziranim štapićima otpremi u laboratorij.

U laboratoriju se štapić izvadi iz željezne cjevčice neposredno prije mjerenja. Zatim se ubaci u provrt zračnog namota s mnogo zavoja tanke žice (sl. 5). Na taj namot priključen je balistički galvanometar G. Ubacivanjem magnetiziranog štapića u unutrašnjost cilindričnog namota u zavojima se inducira napon. Taj napon izazove na galvanometru otklon α, koji je mjera remanentnog magnetizma B_0 štapića.

Nakon toga se počinje s postupnim magnetiziranjem tog istog štapića. To se vrši na taj način, što se štapić provuče kroz unutrašnjost zračnog namota (solenoida). Taj namot izrađen je tako, da regulacijom istosmjerne struje, koja napaja namot, u njegovoj unutrašnjosti možemo stvoriti homogeno istosmjerno magnetsko polje željene jakosti. Nakon što je štapić provučen kroz namot, u kojem je bila udešena stanovita struja magnetiziranja i, štapić se ponovno ubaci u otvor namota na koji je priključen galvanometar. Pritom se izmjeri otklon galvanometra α. Na taj način dobivamo podatke, koje složimo u dijagram

ovisnosti otklona galvanometra α o struji magnetiziranja *i* (sl. 6).

Nakon ovih mjerenja štapić razmagnetiziramo. To se može učiniti na pr. tako, da se štapić provuče kroz namot, koji je priključen na izvor izmjenične struje normalne industrijske frekvencije 50 Hz. Da je štapić doista razmagnetiziran utvrđujemo ubacivanjem štapića u galvanometarski namot. Galvanometar u tom slučaju ne smije pokazati nikakav otklon.



Sl. 6. Ovisnost remanentnog magnetizma o struji magnetiziranja

Ovako razmagnetiziranom štapiću zatim izmjerimo krivulju zaostalog magnetizma, t. j. krivulju ovisnosti otklona galvanometra α o struji magnetiziranja *i*. Na taj način dobivamo krivulju 0-4 na slici 6. Nakon toga se štapić ponovno potpuno razmagnetizira, kontrolira pomoću galvanometra i spremi u željeznu cjevčicu, te kasnije opet ugradi negdje u mreži.

Preostali posao je računske naravi. Pomoću formule, koja sadrži i korekcione faktore, iz mjernih rezultata se zaključi na jakost struje munje što je u štapiću ostavila svoj trag u obliku remanentnog magnetizma.

Opisana metoda mjerenja jakosti struje vrijedi za slučaj kada se struja sastoji od samo jednog aperiodskog udara. No s istim uređajem mogu se izmjeriti i munje odnosno njihove amplitude i u slučaju kada je struja bila oscilatorskog oblika ili je sadržavala niz od nekoliko uzastopnih aperiodskih udaraca.

Metoda registracija munja pomoću magnetskih štapića danas je svestrano razvijena. U Americi primjenjuju metodu koja radi sa srednjom krivuljom remanentnog magnetizma, pa nije potrebno vršiti postupnu magnetizaciju u laboratoriju.

Pod kraj Drugog svjetskog rata Švedani su razvili metodu s manjim štapićima, ali ona unatoč uštedama na magnetskom materijalu i držačima nije uspjela istisnuti uvedenu metodu s velikim štapićima, koje ćemo kasnije opisati.

U Inštitutu za elektrogospodarstvo u Ljubljani nedavno je ostvareno mjerenje struja munja pomoću malih magnetskih štapića. Ti se štapići sastoje samo od nekoliko kratkih žičica, koje su uprešane u sitne bakelitne držače, koji se na vrlo praktičan način pomoću bambusovog produžnog štapa ovjese na fazne vodiče dalekovoda.

I metoda dešifriranja štapića, koju upotrebljavaju u Ljubljani, razlikuje se od ovdje opisane klasične metode.

Sa terena doneseni magnetizirani štapić učvrsti se na okruglu ploču, koju vrti poseban elektromotor. Na tu ploču stavi se još jedan magnetizirani štapić sa poznatom remanencijom, t. zv. referentni štapić.

Pošto se ispred ploče, neposredno uz nju, nalaze dva mirujuća svitka, u njima se induciraju naponi, koji pripadaju jednom i drugom štapiću. Oba napona dovode se na zaslon oscilografa na kojemu se onda vide oba inducirana napona. Pomoću milimetarske mreže ispred zaslona može se zaključiti na omjer induciranih napona mjerenog i referentnog štapića, a time i na struju munje koja je magnetizirala štapić.

Sa metodom magnetskih štapića može se mjeriti o b l i k krivulja munja (fulhronograf), s t r m i n a udarne struje kao i k o l i č i n a elektrike koja se oslobađa prolazom struje munje.

Magnetski štapići

Magnetski štapići izrađivali su se na početku stoljeća od nefelinskih bazalta. Danas se većinom upotrebljavaju svežnjevi feromagnetskih žičica ili traka i to od različitih materijala. U Americi se primjenjuje kobaltov čelik u trakama, a u Evropi feromagnetske žičice, magnetski prašak ili sintetizirani ferit. U Švedskoj su upotrebili i međusobno zalijepljene čelične magnetofonske trake.

Svim ovim materijalima zajednička je osobina da posjeduju veliki zaostali (remanentni) magnetizam i što manju ovisnost o vremenu, t. j. da tokom nekoliko mjeseci mogu zadržati gotovo nepromijenjen svoj remanentni magnetizam. Stoga takvi štapići moraju imati što veću koercitivnost. U protivnom slučaju mjerenjem bismo dobili pogrješne rezultate, jer se mjerenja štapića obično vrše u laboratoriju ili servisnom uredu, a dok se na terenu skupe svi štapići, katkada prođe mjesec pa i više dana.

Štapići su lamelirani ili izrađeni od žičica stoga, jer pri udarcu munja strmine do 50 kA/μsec mogu nastati znatne i neugodne vrtložne struje. Posljedica je toga, da mjerenja postanu nepouzdana, jer takva udarna struja magnetizira masivni komad feromagnetika drugačije negoli istosmjerna struja, a na temelju potonje se vrše mjerenja u laboratoriju (»dešifriranje«). Štapiće su na pr. u prvo vrijeme izrađivali od masivnog bazalta i na taj način registrirali udarne struje 6 do 11 ampera, dakle najmanje 100-puta manje nego što su stvarno iznosile. S lameliranim magnetskim štapićima počeli su raditi u USA 1933., a zatim su tu metodu primijenili i Švedani.

Štapići od zajedno uprešanih magnetskih i na pr. bakelitnih zrnaca, danas se gotovo ne upotrebljavaju, jer su manje osjetljivi na magnetska polja.

U Evropi se sada pretežno upotrebljavaju magnetski štapići od čeličnih žica promjera oko 0,2 mm. Taj čelik sadrži oko 3 % kroma i 1 % ugljika. Takve žice imaju uz veliku remanenciju i koercitivnost dovoljnu osjetljivost na magnetska polja, koja u praksi variraju u dosta širokom području jakosti.

Nekoliko stotina žičica (obično oko 400) ili traka predstavljaju magnetski štapić. Žičice su dugačke oko 40—50 mm, čitav svežanj stavljen je u staklenu ili plastičnu cjevčicu promjera oko 8 mm i zaliven nekom izolacionom masom i još začepljen plutenim čepom. Kraj čepa nalazi se aluminijska (ili od kojeg drugog neferomagnetskog materijala) pločica s brojem. Iza pločice cjevčica je zataljena, tako da nema pristupa vlazi i atmosferilijama.

Kad nisu montirani na terenu, svaki je štapić pohranjen u zaštitnoj cjevčici od mekog željeza, koja štiti štapić od svih vanjskih magnetskih utjecaja, među ostalim i od utjecaja zemaljskog magnetskog polja. Ovi utjecaji mogu biti znatni, pa se stoga obično štapići vade iz zaštitne željezne cijevi samo neposredno prije montaže na dozemno uže ili prilikom mjerenja. Pa i kod ovih manipulacija poželjno je, da se štapićima rukuje tako, da oni po mogućnosti budu što više okomiti na smjer zemaljskog magnetskog polja.

Sve do nedavna u Jugoslaviji se radilo s magnetskim štapićima kojih je materijal dobavljen iz laboratorija profesora Norindera u Švedskoj. Sada je institutu »Nikola Tesla« uspjelo izraditi štapiće od domaćeg materijala. Usporedna mjerenja su pokazala, da ovi domaći štapići imaju u nekim pogledima bolja svojstva od švedskih!

Ostali pribor i terenske ekipe

Iz dosadašnjeg izlaganja proizlazi, da je za registraciju struja munja, koje završavaju u objektima elektroenergetskih mreža, potrebno imati uz magnetske štapiće i njihove štitnike još i uređaj kojim se štapići dešifriraju i razmagnetiziraju. No to nije sve što je potrebno s materijalne strane. Štapiće naime treba na neki način pričvrstiti uz neposrednu blizinu onih dijelova mreže i postrojenja kroz koje prolaze struje munje.

U tu svrhu služe d r ž a č i m a g n e t s k i h š t a p i ć a, koji pridržavaju štapiće u stanju koje zahtijeva slika 4. Ovi držači obično se izrađuju od probranog impregniranog drveta u obliku višestrukih križeva ili letava. Drvo mora biti dobrog kvaliteta zato, da bi bilo otporno na promjene vlažnosti i temperature do čega dolazi na mjestima zavješenja držača.

Štapići se naime pričvršćuju uz dozemna užeta stupova dalekovoda, uz užeta koja vode od uvodnika prenapona prema uzemljivačima, a u novije vrijeme i na same fazne vodiče dalekovoda.[1]

Tokom godina držači su izloženi suncu, kiši i zaleđivanju, već prema tome kakve prilike vladaju na pojedinim mjestima. Stoga je važna konstrukcija držača. Ona mora biti takva, da se spriječi taloženje vode u provrtima držača u koje se umeću štapići, jer bi inače nakon smrzavanja dolazilo do pucanja staklenih cjevčica štapića. Dalje postoji problem pouzdanog dosjedanja štapića u držačima i niz manje istaknutih ali jednako važnih problema.

Neugodno je na pr. pitanje fiksiranja držača na faznim vodičima. Kod onih mjesta za montažu držača koja nisu pod naponom (dozemno uže, željezna konstrukcija stupa i t. d.) problema nema, jer se za lijepog vremena može udobno raditi bez opasnosti od napona i solidno pričvrstiti držače. No kod montaže i demontaže držača sa štapićima na fazna ili zaštitna užeta visokonaponskih dalekovoda problem je u osnovi drugačiji. Čovjek se mora provući između faznih vodiča i pomoću posebne izolacione motke zakačiti držač na vodič.

Sve se to radi u visini od nekoliko desetaka metara, sa slabijim uporištem negoli na zemlji, uz neophodnu pozornost, jer dalekovod je pod naponom. Nije dovoljno samo zakačiti držač u stanovitu udaljenost od kraja izolatorskog lanca, već ga treba i osigurati da ne bi pod utjecajem vjetra ili zbog nagiba užeta otklizao u najniži položaj na rasponu. Kako bismo u tom slučaju došli do štapića prilikom njegova skidanja? Zamislimo samo naše dalekovode koji prelaze preko krša i premošćuju ogromne provalije, a stupovi su visoki i po nekoliko desetaka metara! Zbog toga treba držače osigurati od udaljavanja od mjesta učvršćenja, a to se izvodi pomoću jake izolacione vrpce ili užeta.

Iz ovih letimično nabačenih konstatacija može se zaključiti kakve osobine mora posjedovati ekipa koja se bavi montažom i demontažom magnetskih štapića. Neophodno je, da takvu ekipu vodi visokokvalificirani stručnjak, koji odlično poznaje stručnu problematiku registracije struja munja, a osim toga postojeće propise o mreži i koji ima toliko iskustva da može u neposrednom kontaktu s uvijek novim uvjetima na terenu donositi razborite odluke i stjecajem okolnosti djelomično mijenjati plan rada. Uz sve to mora imati dobru tjelesnu kondiciju.

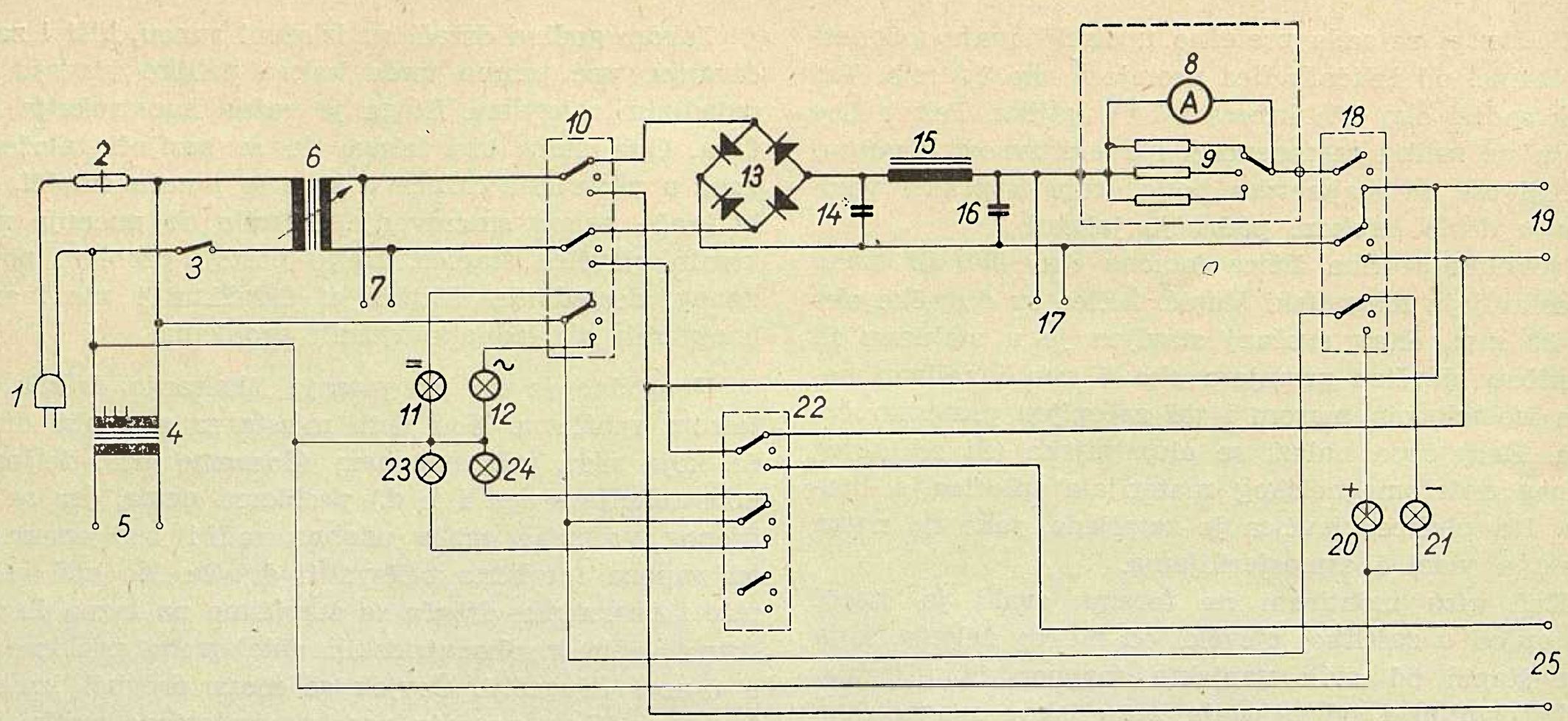
Ostali članovi ekipe moraju prvenstveno poštovati radnu disciplinu kako ne bi došlo do nesretnog slučaja, a uz solidno tehničko ili mehaničarsko znanje moraju biti tjelesno spremni da bez naročitog naprezanja izdrže sve tegobe napornog rada pod vrlo različitim vremenskim prilikama i na vrtoglavim visinama.

Uređaj za dešifriranje magnetskih štapića Instituta za elektroprivredu u Zagrebu

U Institutu je izrađen uređaj za rad s magnetskim štapićima na teritoriju NR Hrvatske. Nakon duljeg proučavanja najprikladnije metode registracije struja munja došlo se do zaključka, da je najpogodnija i najtočnija klasična metoda sa velikim štapićima.

---

[1] Tehnički propisi za pogon, uzdržavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, koji su objavljeni u Službenom listu FNRJ 1957, br. 6, ne dozvoljavaju rad pod naponom, dakle ni montažu štapića na užeta pod naponom. No kako se ovdje radi o i s t r a ž i v a n j i m a, koja vrše visokokvalificirane institutske ekipe, to je Sekretarijat za rad SIV godine 1959. preporučio da se takav rad ne ometa. Pritom je Sekretarijat ovu dozvolu uvjetovao poduzimanjem svih potrebnih sigurnosnih mjera.



Sl. 7. Shema mjernog kovčega Instituta za elektroprivredu u Zagrebu

Ipak se pritom odstupilo od klasičnog mjernog uređaja. Izrađen je terenski uređaj, dakle prenosiv, s kojim se mjerenje može vršiti kako na terenu tako i u laboratoriju.

Ovakvu su izvedbu uzrokovala dva razloga.

U pojedinim područjima, na pr. u južnoj Dalmaciji, mjerna ekipa vrlo je udaljena od elektroprivrednog centra, gdje se nalazi laboratorij. Kad ekipa skine štapić sa stanovite duljine dalekovoda, kod klasične metode rada mora te štapiće poštom ili na neki drugi način poslati u centar. Pritom se može dogoditi, a i događa se, da dođe tokom nekoliko dana do nevremena (bura, kiša) pa se ekipa dosađuje bez posla, a istodobno jedna druga ekipa u centru (u laboratoriju) užurbano dešifrira upravo pristigle štapiće kako bi ih što brže odaslala natrag na teren. Kod naše metode rada terenska ekipa ima sa sobom prenosivi uređaj, s kojim u najbližem mjestu sa električkim priključkom 220 V može obaviti sve one radove, koji se inače obavljaju u laboratoriju.

Drugi je razlog novčane prirode. Budući da posjedovanjem prijenosne aparature otpada slanje štapića u centar, to se može smanjiti rezerva štapića.

Naravno, da se s uređajem može raditi i u laboratoriju, što prvenstveno dolazi u obzir za one terene koji su bliži centru.

Uređaj se sastoji od nekoliko samostalnih dijelova, koji su izvedeni tako da su pogodni za transport: balistički galvanometar, galvanometarski namot sa regulacijama i komandama, namot za magnetiziranje, namot za razmagnetiziranje, mjerni kovčeg i složivi stol.

Na slici 7 prikazana je shema mjernog kovčega. Na taj kovčeg priključuju se svi ostali dijelovi. Brojka 1 označuje utikač pomoću kojega se kovčeg priključuje na izmjenični napon 220 V. Preko osigurača 2 i pregibne sklopke 3 napaja se regulacioni transformator 6, koji na sekundarnoj strani ima priključene stezaljke 7 s kojih se može odvoditi regulirani napon i upotrebiti u koju drugu svrhu. Na ulaz transformatora priključen je transformator 220/6 V, koji služi za napajanje svjetiljke galvanometra (stezaljke 5).

Preklopka 10 služi zato, da u gornjem položaju dovodi napon na suhi usmjerivač 13. Preko filtera 14 — 15 — 16 istosmjerni se napon izglađuje, a struja prolazi kroz instrument 8 (mA) sa shuntovima 9, kroz preklopku 18 i sa stezaljki 19 zatvara se kroz namot za magnetiziranje. Sa stezaljki 17 može se upotrebiti istosmjerni napon za druge svrhe. Preklopka 18 služi zato, da se njome promijeni smjer istosmjerne struje.

Kad je preklopka u donjem položaju, regulacioni transformator 10 ne daje napon na ispravljač, već preko preklopke 22 na stezaljke 19 ili 25, što ovisi o položaju preklopke 22. Na taj način može se vršiti razmagnetiziranje bilo pomoću namota za razmagnetiziranje, koji se priključuje na 25, ili pomoću namota za istosmjerno magnetiziranje, koji se priključuje na 19.

Rad olakšava signalizacija. Svijetlo žarulje 11 upozorava da radi ispravljač, a 12 da je ispravljač mimoiđen, dakle, da se radi s izmjeničnom strujom. Žarulje 20 i 21 signaliziraju smjer istosmjerne struje, a žarulje 23 i 24, da li je izmjenični napon doveden na stezaljke 19 ili na 25.

Naslov pisca: Ing. Marijan Brezinšćak, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.

UREĐAJI ZA UPRAVLJANJE I JAVLJANJE NA DALJINU U ELEKTROPRIVREDI

Ervin Zentner, Zagreb

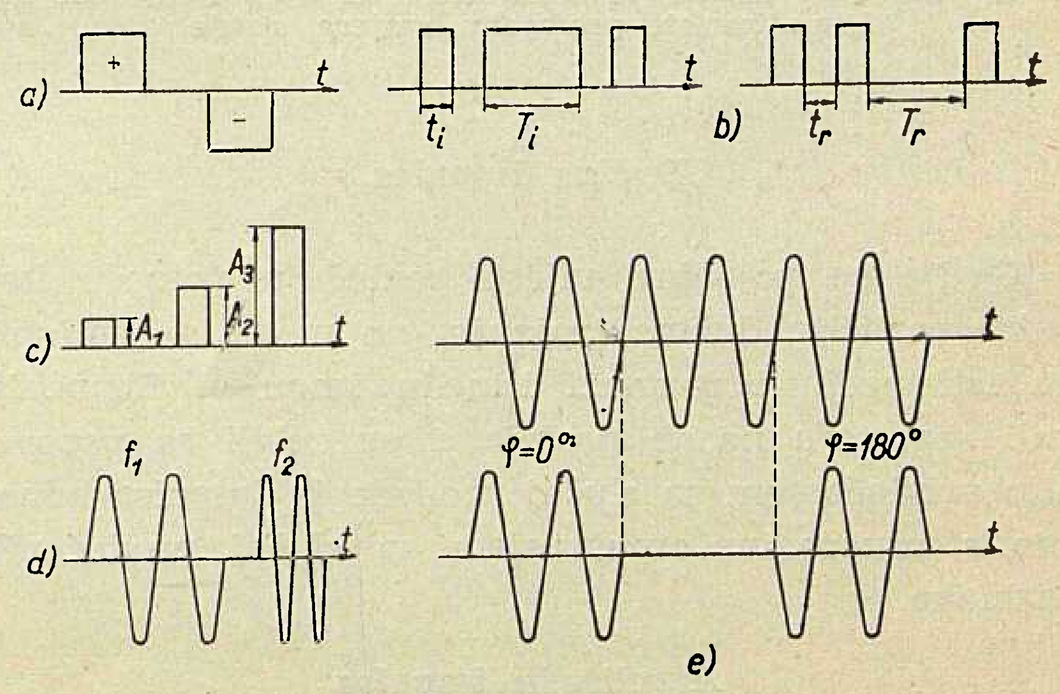
Sistemi za daljinsko upravljanje i javljanje. Uređaji sa slijedom impulsa, koji rade dvožično ili četverožično. Važnost upotrebe ove tehnike u našoj elektroprivredi jer se njome mogu znatno smanjiti prekidi u snabdijevanju potrošača električnom energijom i postići velike uštede u kadru.

DK 621.298:621.311.1

Dispečerski centri, iz kojih se upravlja cjelokupnom mrežom, treba da budu neprestano obaviješteni o situaciji u mreži t. j. o količini proizvedene energije, o tokovima i potrošnji energije, te o uklopnom stanju. Kod iole većeg broja objekata telefonske obavijesti o tim podacima potpuno su neupotrebljive. Elektroprivredna mreža je dinamična, situacija se u njoj neprestano mijenja, tako da su telefonske obavijesti suviše spore, da bi nam mogle dati stvarnu momentanu sliku uklopnog stanja, naročito pri kvarovima ili ispadima. Osim toga potrebno je davati naloge osoblju u pojedinim objektima da izvrše određene radnje (iskapčanje ili ukapčanje pojedinih vodova, generatora, transformatora i t. d.), što pri prijenosu putem telefona zahtijeva mnogo vremena. Da bi se što više skratilo vrijeme od momenta, kada je nastala potreba za nekim zahvatom u mreži, pa do momenta izvršenja potrebne radnje, razvijeni su tokom posljednjih decenija uređaji za daljinsko upravljanje i javljanje. Uz pomoć takovih uređaja to je vrijeme svedeno na nekoliko sekunda.

Potreba za ovakovim uređajima javlja se ne samo u velikim elektroprivrednim mrežama, nego i u manjim, a naročito u gradskim distributivnim mrežama. Kao primjer može se navesti izvještaj CIGRE br. 71 iz godine 1933. Ovdje su iznijeti podaci o prekidima snabdijevanja potrošača u distributivnoj mreži 15 kV pri postepenom ugrađivanju uređaja za daljinsko upravljanje i javljanje. Na temelju točnih i iscrpnih podataka o smetnjama u toj mreži izračunalo se, da je prije ugradnje bilo kakvih uređaja za javljanje ili upravljanje, prosječno vrijeme trajanja prekida u snabdijevanju potrošača iznosilo 30 minuta. Nakon uvođenja daljinskog javljanja po svim objektima, to je vrijeme prekida smanjeno na 15 minuta, dok je ugradnjom uređaja za daljinsko upravljanje prosječno vrijeme prekida palo na 3 minute. Ovaj primjer dovoljno jasno ilustrira korisnost daljinskog upravljanja i javljanja.

Svrsishodna je upotreba ovakvih uređaja i za pojedine objekte, koji se nalaze u zabačenim ili teško pristupačnim krajevima. Za posadu u takovim objektima trebamo naime izgraditi posebne stambene zgrade, osigurati im snabdijevanje, potrebne su nam tri smjene, a da i ne govorimo da takovo rješenje nije najpovoljnije ni iz već prije navedenih razloga. Zbog toga su sve moderne elektroprivredne mreže danas potpuno ili djelomično snabdjevene uređajima za daljinsko upravljanje i javljanje, čiji su troškovi daleko manji od gubitaka i šteta, koje njihovom pomoću eliminiramo. Ti uređaji mogu biti izgrađeni samo za daljinsko javljanje ili kombinirano, za javljanje i upravljanje. Da li ćemo koristiti jedne ili druge ovisi o veličini i konfiguraciji mreže. Obično se za velike mreže, t. j. naponske ravnine 110 kV i više koristi samo javljanje, jer bi za komandu iz jednog centralnog mjesta takove mreže morali imati ogroman broj podataka iz svakog objekta. Naime nije dovoljno samo konstatirati da je neka sklopka izbacila, nego je potrebno odrediti i uzrok, a kroz to bi takovi dispečerski centri postali preglomazni, te bi se izgubila i preglednost. Za pojedine objekte, sistem elektrana ili dispečerske podcentre koriste se kombinirani uređaji za javljanje i komandu, jer je sada ovdje broj potrebnih podataka znatno manji.



Sl. 1. Kvalitete impulsa, na koje reagiraju prijemnici uređaja za javljanje i upravljanje:
a) polaritet impulsa, *b)* dužina impulsa ili razmaka, *c)* amplituda impulsa, *d)* frekvencija impulsa izmjenične struje, *e)* faza impulsa izmjenične struje

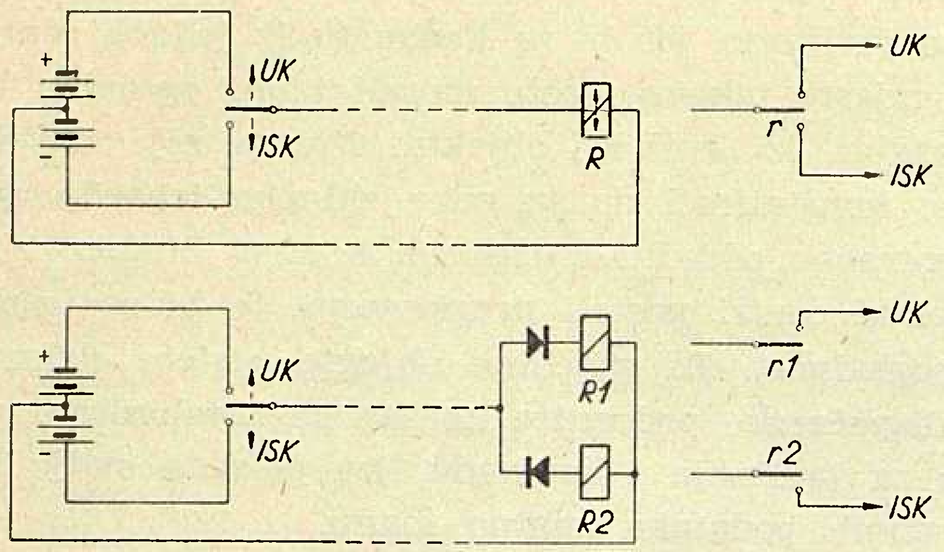
Daljinsko upravljanje i javljanje koriste naveliko i električne željeznice za svoje transformatorske i ispravljačke stanice, zatim gradska vodovodna poduzeća, plinare, kao i čitav niz poduzeća. Budući da postoje razne vrste uređaja, čije se karakteristike manje ili više razlikuju, to će za svaki konkretni slučaj trebati odlučiti, koji je od uređaja najpovoljniji za dotičnu situaciju. U daljnjem tekstu bit će uglavnom obuhvaćeni svi sistemi za daljinsko upravljanje i javljanje s konkretnim primjerima izvedbe.

ELEKTRIČNE VELIČINE KOJE KARAKTERIZIRAJU ODREĐENU KOMANDU ILI JAVLJANJE

Za prijenos naređenja ili javljanja služimo se jednim impulsom ili slijedom impulsa određenih kvaliteta, koje su bitne za aktiviranje pojedinih organa u prijemnim uređajima. Na slici 1 prikazane su kvalitete, koje nam služe za razlučivanje pojedinih strujnih impulsa, a to su:

Smjer struje

Prijemnik u tom slučaju mora reagirati na smjer struje, dakle određena vijest (naređenje ili javljanje) karakterizirana je polaritetom impulsa. Kako su na smjer struje osjetljivi polarizirani releji, to njih koristimo za određivanje smjera struje u prijemniku. Mogu se koristiti i obični releji uz dodatak suhih ispravljača kako se vidi na slici 2.



Sl. 2. Principna shema uređaja, koji za upravljanje na daljinu koristi promjenu smjera struje

Dužina impulsa

Ovdje se pojedine vijesti razlučuju pomoću impulsa različite dužine trajanja, no mogu se koristiti na isti način i razmaci između impulsa. Elementi, koji reagiraju na te promjene, su releji sa usporenim privlačenjem za slučaj produženih impulsa odnosno s usporenim otpuštanjem za slučaj produženih razmaka.

Amplituda impulsa

Kod ovakovog prijenosa vijesti mijenjamo veličinu struje kroz prijemnik. To možemo registrirati pomoću releja s različitom osjetljivošću, kao što se vidi na slici 3. Osjetljivost releja možemo mijenjati bilo samom njegovom konstrukcijom (broj zavoja, materijal i dimenzije kotve, raspor) bilo da mu paralelno ili serijski dodamo otpor.

Frekvencija

U tom slučaju odašiljemo impulse izmjenične struje, a naređenjima, odnosno javljanjima, pridružujemo određene frekvencije. Takovi impulsi mogu se razdvojiti pomoću pojasnih propusta ili titrajnih krugova kako je prikazano na slici 4.

Faza

Za prijenos signala možemo koristiti i fazni pomak impulsa izmjenične struje u odnosu na jednu struju s konstantnom fazom. Taj način je najnezgodniji za upotrebu, jer prijenosni put od odašiljača do prijemnika redovito unosi fazna izobličenja, što bi značilo davanje krivih naređenja ili javljanja.

NAČIN PRIJENOSA NAREĐENJA I JAVLJANJA

Pri gradnji uređaja za prijenos naređenja i javljanja na daljinu konstruktori su se morali uvijek pridržavati osnovnog zahtjeva, u kome je sadržan ukupan broj potrebnih naređenja i javljanja, te koliko im spojnih puteva stoji na raspolaganju između odašiljača i prijemnika. U daljnjem tekstu ćemo mjesto, iz kojega se odašilju naređenja odnosno u koje se javljaju podaci iz jednog ili više objekata, nazvati upravljački centar, dok ćemo mjesto, koje prima naređenja i javlja razne podatke u upravljački centar, nazvati upravljani objekt. Kako je broj spojnih puteva t. j. vodiča za određen broj naređenja i javljanja, koje treba prinijeti na daljinu, ovisan samo o odabranom sistemu, to možemo govoriti o iskorištenju vodova za ovaj ili onaj sistem. Zbog toga je uzeta ovisnost broja vodiča prema broju prenesenih naređenja i javljanja, te na tom principu izvršena podjela svih uređaja za daljinsko upravljanje i javljanje u tri skupine:

Linearni odnos broja vodiča prema broju prenesenih vijesti

U ovom slučaju za svako pojedino naređenje ili javljanje potreban je fiksan broj vodiča, tako da s povećanjem broja naređenja i javljanja raste linearno i broj vodiča. To se može izraziti jednostavnom formulom:

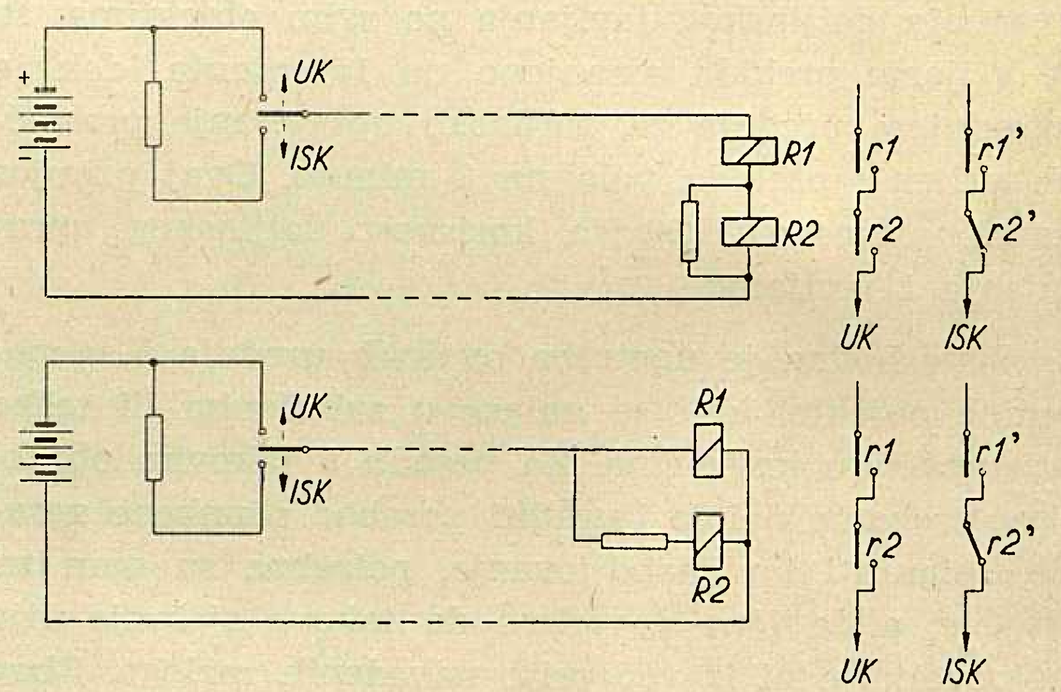
$$n = n_0 + n_1 \cdot N$$

gdje je: o — ukupan broj potrebnih vodiča

n_0 — broj zajedničkih vodiča

n_1 — broj vodiča za svako naređenje ili javljanje

N — broj naređenja ili javljanja.



Sl. 3. Principna shema uređaja, koji za upravljanje na daljinu koristi različite amplitude struje

Ovisno o tome kojim se karakteristikama električnih impulsa služimo može broj n_1 varirati od 1 do 4, a n_0 od 0 do 3. Kao primjer navodimo sklop prema

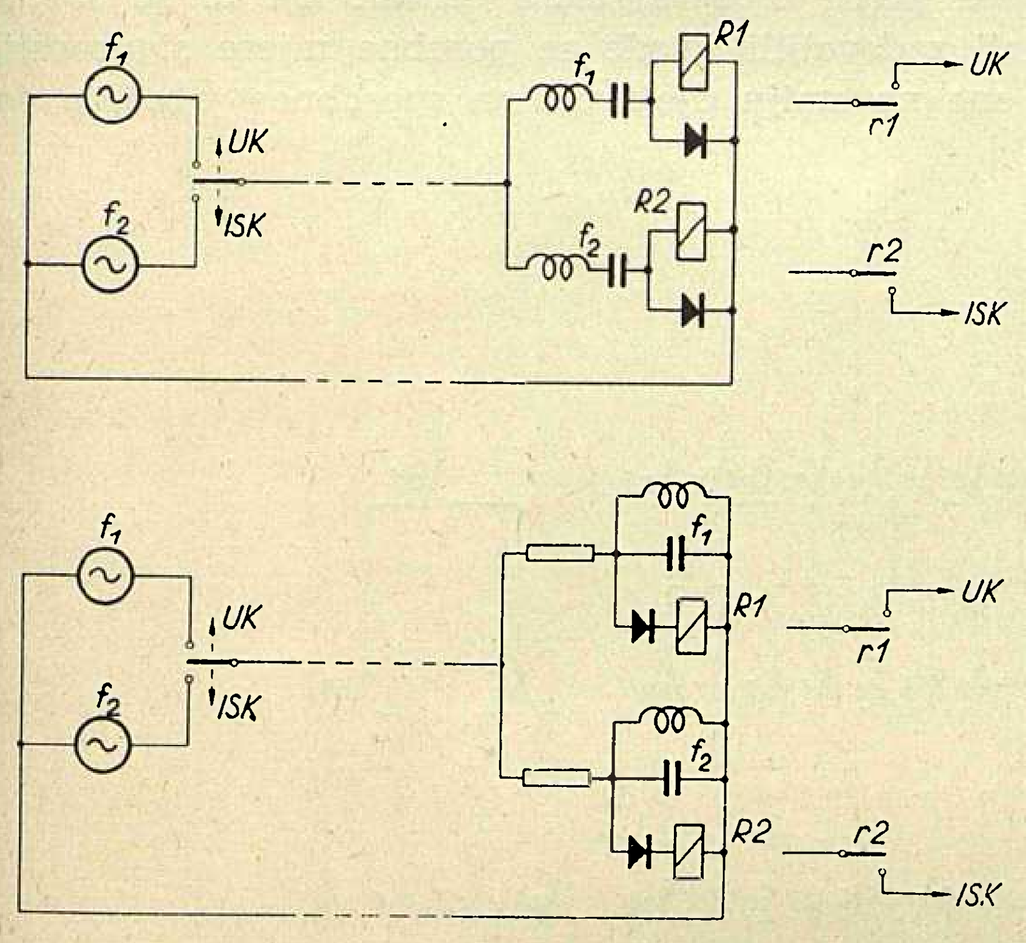
slici 5. Ovdje svako naređenje zahtijeva jedan vodič, dok je zajednički također samo jedan, pa je ukupan broj vodiča $n = 1 + N$, ili za naš slučaj $n = 1 + 6 = 7$.

Nelinearni odnos broja vodiča prema broju prenesenih vijesti

Za razliku od prethodne skupine, gdje su se pojedini vodiči osim zajedničkog koristili isključivo za jedno naređenje ili javljanje, ovdje koristimo kombinacije vodiča za svako naređenje odnosno javljanje. Zbog toga s povećanjem broja naređenja ne raste proporcionalno i broj vodiča nego sporije, jer uz veći broj vodiča broj mogućih kombinacija brže raste nego linearno. Prema tome se broj vodiča može izraziti formulom:

$$n = n_0 + f(N)$$

gdje je $f(N) < n_1 . N$



Sl. 4. Principna shema uređaja, koji za upravljanje na daljinu koristi izmjenične struje raznih frekvencija

Na taj način smo daleko bolje iskoristili vodiče, ali su zbog njihovog višestrukog iskorištenja pojedina naređenja i javljanja postala međusobno ovisna. Izvjesni nedostatak bio bi u tome, što se s ovakovim sistemom može istovremeno prenijeti samo jedno naređenje ili javljanje, dok se prvim sistemom moglo prenijeti istovremeno više pa čak i sva naređenja.

Razmotrit ćemo konkretan sistem kao na slici 6. Općenito će broj N prenesenih naređenja i javljanja preko n vodiča, od kojih je n_0 broj zajedničkih, a uz k karakterističnih znakova biti:

$$N = k^n n_0$$

Budući da se kod prijenosa signala uvijek služimo s dva znaka suprotnih karakteristika (pozitivan-negativan impuls, dugi-kratki impuls, dugi-kratki razmak i t. d.) to će broj naređenja biti:

$$N = 2^n n_0$$

ili ako ovu jednadžbu logaritmiramo, dobijemo broj potrebnih vodiča:

$$\log N = (n - n_0) . \log 2$$

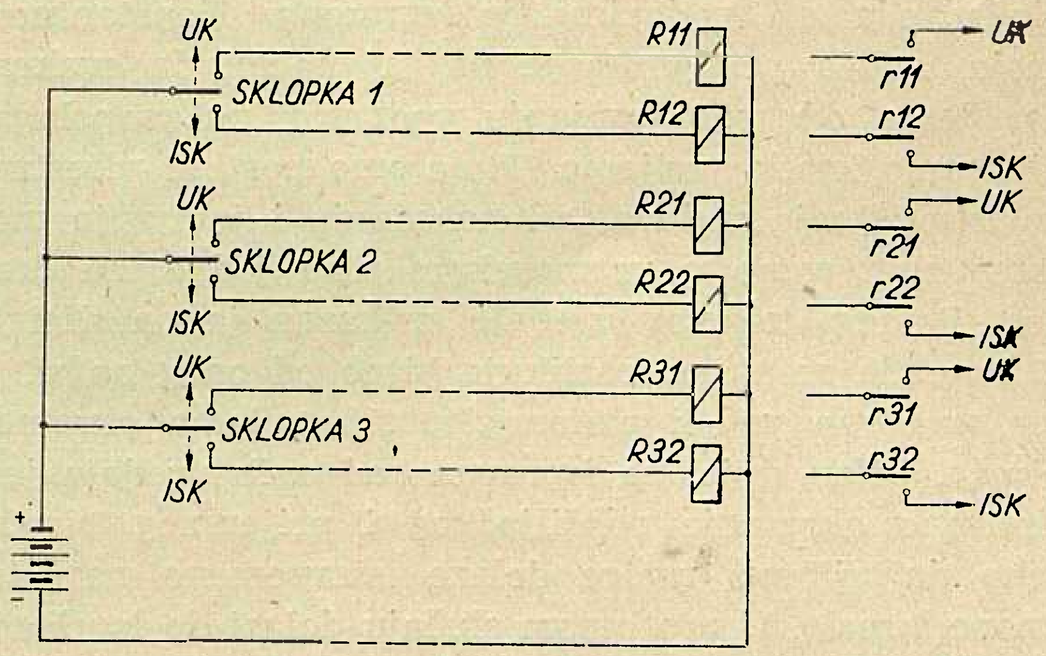
$$n = n_0 + \frac{\log N}{\log 2}$$

Jasno da drugi član na desnoj strani jednadžbe moramo zaokružiti na prvi viši cijeli broj. Potreban broj vodiča u ovisnosti o broju naređenja dat je u tablici 1. Iz tabele vidimo, da za sve veći broj prenesenih naređenja iskorištenje vodiča raste. Međutim za veliki broj naređenja uređaji postaju toliko složeni, da je svako dalje povećanje iskorištenja vodiča na račun složenosti uređaja neekonomično.

Tablica 1

Za N naređenja	do 2	3-4	5-8	9-16	17-32
broj vodiča n	2	3	4	5	6
Za N naređenja	33-64	65-128	129-256	257-512	513-1024
broj vodiča n	7	8	9	10	11

Sistem prema slici 6 upotrebljava za prijenos naređenja pozitivne i negativne impulse struje, koje na prijemnoj strani registriraju polarizirani releji. Uz upotrebu $n = 1 + 3$ vodiča, broj mogućih kombinacija t. j. naređenja je 8, što je prikazano u tablici 2. Ovisno o polaritetu struje releji A, B i C prebacivat će svoje kotve. Raznim kombinacijama kontakata ovih releja možemo izgraditi na prijemnoj strani 8 strujnih krugova, koji se kod određene kombinacije položaja kotva zatvore i time pobude strujne krugove za izvršenje dotične komande. Na slici je prikazana kombinacija br. 5, t. j. komanda »ukopčati 3. učinsku sklopku«. Vidimo da ovakav sistem zahtijeva onoliki broj kontakata na relejima, koliki je broj prenesenih naređenja. Za velik broj naređenja više ne možemo koristiti obične releje. Broj kontakata se međutim može reducirati na vrijednost $2^n : n$ zaokruženu na prvi viši cijeli broj, ako su strujni krugovi na prijemnoj strani izgrađeni na principu binarne piramide i ako su prikladno razmješteni, tako da su svi kontakti jednako opterećeni, a to se i vidi na slici 6.



Sl. 5. Shema uređaja za upravljanje na daljinu, kod kojeg broj vodiča potrebnih za prijenos naređenja raste linearno s povećanjem broja naređenja

Tablica 2

Kombinacija	Vodič I	Vodič II	Vodič III	Učinska sklopka	
1	+	+	+	1	uključ.
2	—	—	—		isključ.
3	+	+	—	2	uključ.
4	—	—	+		isključ.
5	+	—	+	3	ukiključ.
6	—	+	—		isključ.
7	+	—	—	4	uključ.
8	—	+	+		isključ.

Neovisnost broja vodiča o broju prenesenih vijesti

Uređaji, koji spadaju u tu grupu, zapravo su u užem smislu uređaji za daljinsko upravljanje i javljanje. Kod malo većih udaljenosti isključivo se koriste oni, jer su najekonomičniji što se tiče iskorištenja vodova. Ovdje je naime broj vodiča neovisan o broju naređenja ili javljanja, pa je:

$$n = \text{konst.}$$

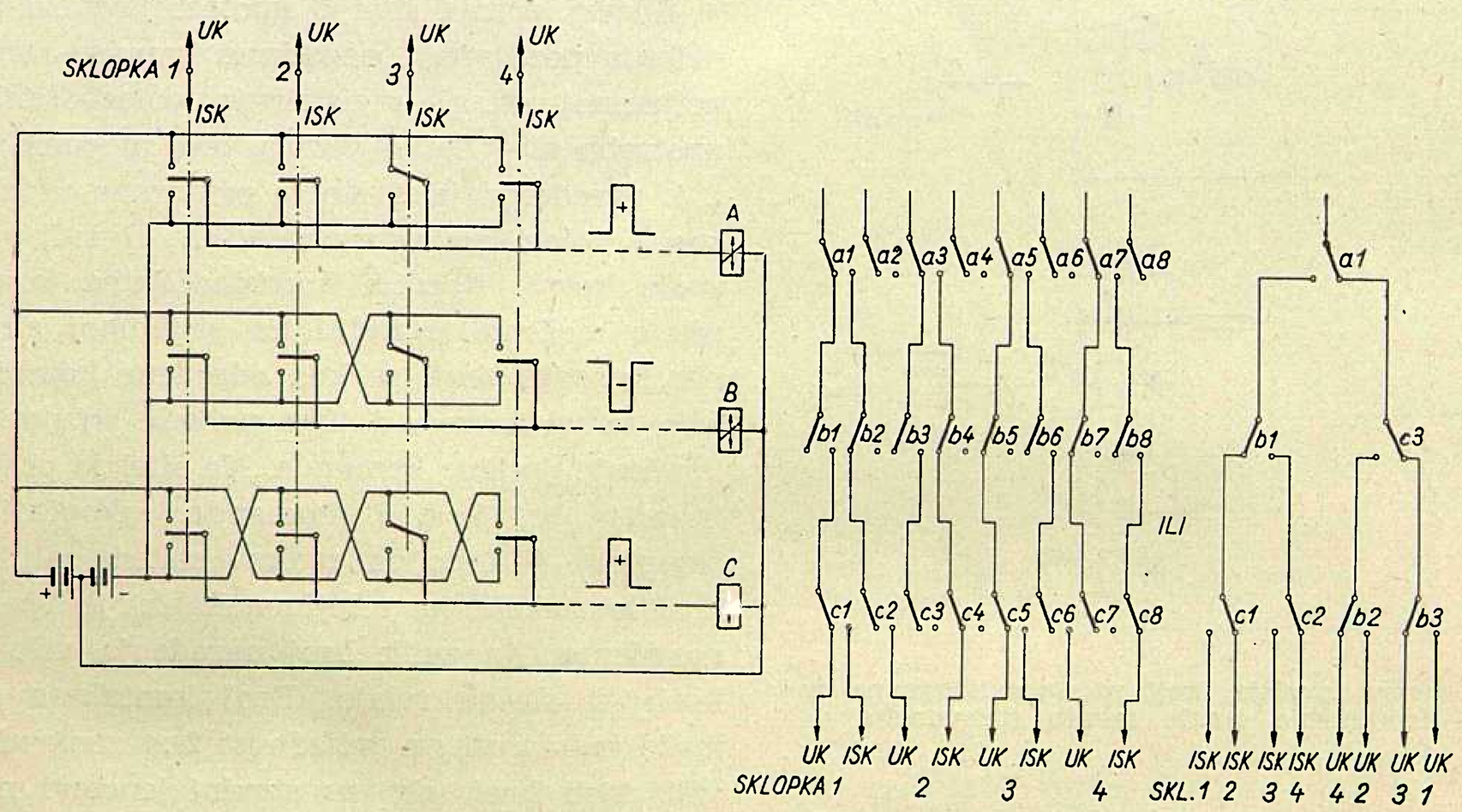
gdje je $n \ll N$

svaki impuls u takovom slijedu zapravo analogan vodiču kod sistema za prijenos naređenja i javljanja s linearnim odnosom. Ako ideju o kombinaciji vodiča kao kod nelinearnog odnosa prenesemo na slijed impulsa, to ćemo za svako naređenje ili javljanje koristiti kombinaciju impulsa. Time smo povećali broj mogućih naređenja, a da se broj lamela birača nije povećao. Sa tog stanovišta možemo izvršiti podjelu na

uređaje s jednostavnim slijedom impulsa i na

uređaje sa šifriranim slijedom impulsa.

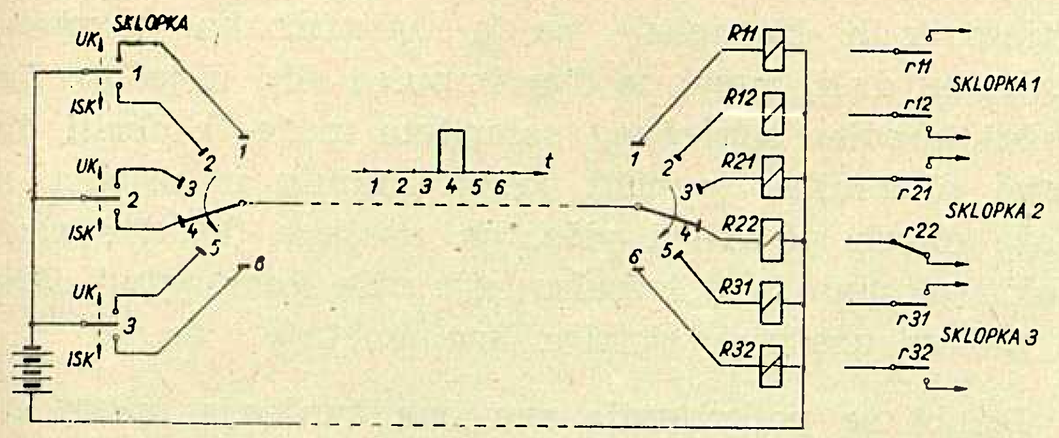
I kod jednih i kod drugih mogu smetnje na vodu u obliku dodatnih impulsa već odaslanom slijedu impulsa izazvati kriva naređenja ili javljanja. Zbog toga ovi uređaji moraju biti tako konstruirani, da se uslijed smetnja na vodu a i eventualnih kvarova u samom uređaju spriječi izvršavanje krivog naređenja. Za slučaj pogrešnog javljanja treba spriječiti njegovu indikaciju na prijemniku, a javljanje ponoviti. U slučaju kvara na uređaju treba to odmah automatski javiti u upravljački centar. Da bi se svi ti uvjeti zadovoljili uvode se posebne mjere sigurnosti, no one ne smiju djelovati na sposobnost uređaja da



Sl. 6. Shema uređaja za upravljanje na daljinu, kod kojeg broj vodiča potrebnih za prijenos naređenja raste sporije nego linearno s povećanjem broja naređenja

Danas broj vodiča obično iznosi dva ili četiri, dakle ušteda na vodovima je ogromna. Konstantnost broja vodiča postignuta je na taj način, da svakom naređenju odnosno javljanju vod stoji na raspolaganju samo kratko vrijeme. Time smo postigli višestruko iskorištenje vodova, ali naređenja i javljanja možemo slati samo u vremenskom nizu jedno iza drugog. Princip takovog uređaja prikazan je na slici 7. Vidimo da se on ne razlikuje bitno od onog na sl. 5, jer su samo vodiči nadomješteni lamelama okretnog birača. Bitan uvjet za ispravan rad ovih uređaja jest sinhrono okretanje odašiljačkog i prijemnog birača, tako da njihove ručice dolaze istovremeno na istoimene lamele. U protivnom slučaju dolazi do izvršenja pogrešnih naređenja. Na slici je prikazan i vremenski dijagram slijeda impulsa kroz vod za slučaj naređenja »iskopčati 2. učinsku sklopku«. Vidimo da je normalno vrši svoje funkcije, ili da mu se sklopovi znatno kompliciraju. Kako je već prije spomenuto bitna karakteristika tih sistema je sinhronizam odašiljača i prijemnika. Da li su birači radili sinhrono provjeravamo na taj način, što odaberemo jedan ili više kontrolnih položaja (obično posljednji koraci birača), na koje trebaju odašiljački i prijemni birač stići istovremeno. To nam je dovoljna garancija, da su se oni gibali čitavo vrijeme sinhrono, jer je vjerojatnost, da će birač u prijemniku zaostati (impulsi se izgube), a zatim stići birač odašiljača (impulsi se pojave uslijed smetnja), toliko neznatna, da se u praksi s time ne mora računati. Osim toga mjere sigurnosti protiv smetnja poduzete su i kroz to, što se slijed impulsa, koji prenosi određeno naređenje ili javljanje, sastavlja po posebnom ključu. Također se vrši i kontrola ispravnosti dužine impulsa pomoću

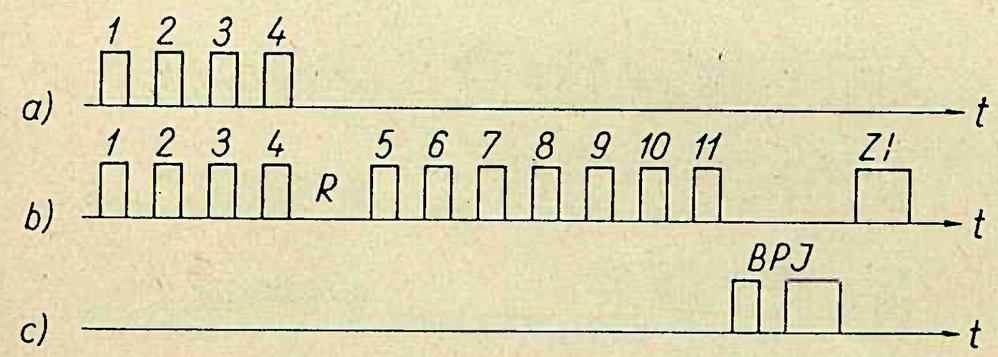
releja sa zatezanim otpuštanjem. Ovdje koristimo povećane razmake između impulsa, koji nastanu skraćivanjem impulsa.



Sl. 7. Principna shema uređaja za upravljanje na daljinu s biračima na odašiljačkoj i prijemnoj strani

Uređaji s jednostavnim slijedom impulsa

Ti uređaji rade na sličnom principu kao što se u telefonskom saobraćaju uspostavljaju veze između dva pretplatnika. Ako, recimo, biramo pretplatnika broj 4, to u vod moramo odaslati 4 impulsa kao na sl. 8. Na isti način mogli bi birati naređenje za određenu sklopku, pa će nam birač ostati na četvrtom koraku i dalje uključiti strujne krugove, koji izvršavaju naređenja. No uslijed smetnja nam se broj impulsa može povećati ili smanjiti, što bi izazvalo krivo naređenje. Da se to spriječi, slijed impulsa nadopunimo uvijek na konstantan broj, koji se kontrolira u prijemniku. Ukoliko se pojavi manjak ili višak impulsa, naređenje se ne izvrši. Da bi sad razlikovali međusobno pojedina naređenja, jer je broj impulsa stalan, ubacujemo iza impulsa, koji služi za odabiranje naređenja, duži razmak (R), što je također pokazano na sl. 8. Da bi se o izvršenju naređenja



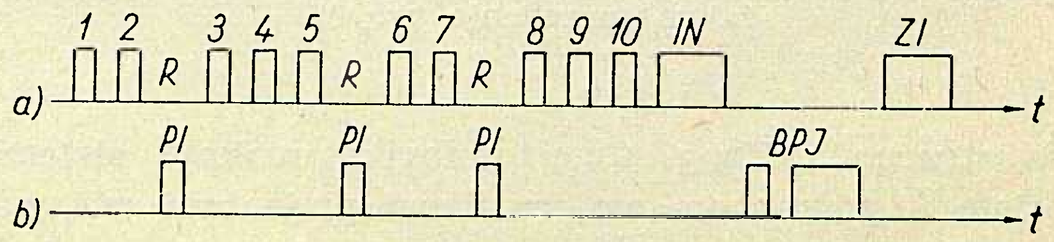
Sl. 8. Dijagram impulsa pri prijenosu jednog naređenja
a) Slijed impulsa kod biranja telefonskog pretplatnika br. 4; *b)* Slijed impulsa, koji se pri biranju naređenja br. 4 odašilje iz upravljačkog centra u smjeru upravljanog objekta; *c)* Impulsi, koji se odašilju iz upravljanog objekta u smjeru upravljačkog centra

obavijestio upravljački centar, šalju se povratni impulsi (BPJ) za brzo javljanje. U našem slučaju imamo dva impulsa određene dužine i razmaka (da se izbjegne griješka), koji se moraju pojaviti u upravljačkom centru neposredno iza posljednjeg impulsa odaslanog naređenja. To brzo povratno javljanje koristimo zbog uštede na vremenu, jer bi u protivnom slučaju za javljanje opet morali koristiti slijed impulsa. Konačno se odašilje završni impuls (ZI), kojim se cijela automatika dovede u nulti položaj. Vidimo da je kod ovakovog sistema broj impulsa potreban za prijenos jednak broju naređenja odnosno javljanja, koje želimo prenijeti. Ako apstrahiramo impulse, koji su potrebni za pokretanje ili zaustavljanje prijemnika, onda je:

$$n = N$$

gdje je: n — broj impulsa u slijedu
N — broj naređenja odnosno javljanja

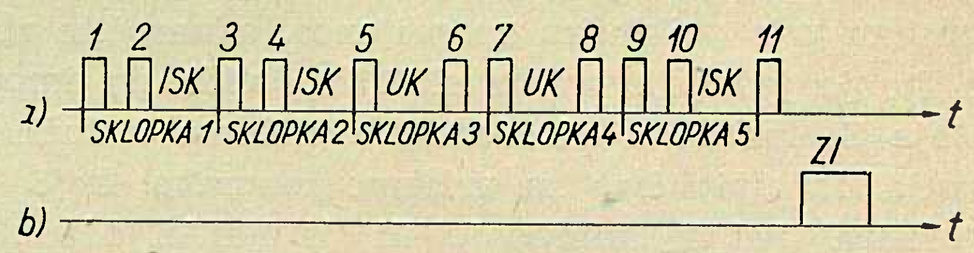
Da bi povećali sigurnost ispravnog prenašanja naređenja, često koristimo povratne impulse (PI) (vidi sl. 9) koji se odašilju iz upravljanog objekta u smjeru upravljačkog centra za vrijeme razmaka (R) u slijedu impulsa, koji karakterizira dotično naređenje. Na taj način se upravljački centar obavijesti da je primljeno ispravno naređenje. Ti impulsi su ujedno i dio brzog povratnog javljanja, te oni prirede strujne krugove za javljanje, koji prorade u upravljačkom centru tek po prijemu povratnih impulsa za brzo javljanje (BPJ) na kraju telegrama. Ovim sistemom možemo odaslati i više naređenja u jednom slijedu impulsa, ali se ona izvrše tek po prijemu 11. impulsa (IN).



Sl. 9. Dijagram impulsa pri istovremenom prijenosu više naređenja.
a) Slijed impulsa odaslan iz upravljačkog centra u smjeru upravljanog objekta; *b)* Impulsi, koji se odašilju iz upravljanog objekta u smjeru upravljačkog centra

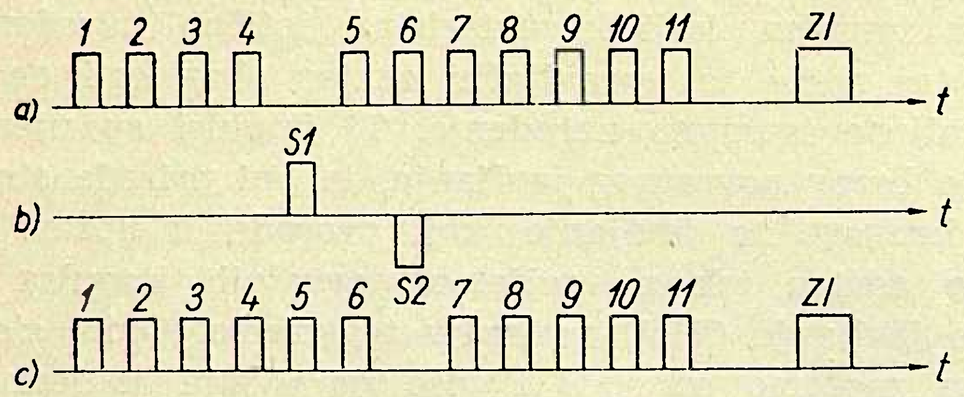
Neobično velik stepen sigurnosti postiže se uspoređivanjem dvaju javljanja u prijemniku upravljačkog centra, koja se međusobno isključuju. Naime za siguran rad se i onako uvijek odašilje posebno javljanje »ukopčana« a posebno »iskopčana« recimo učinska sklopka broj taj i taj. Ako je dakle u slijedu impulsa utisnuto javljanje »ukopčana« određena sklopka, onda mora manjkati javljanje »iskopčana« ta ista sklopka. Ova dva oprečna javljanja možemo staviti na dvije susjedne lamele okretnog birača, pa ćemo dobiti slijed impulsa prema sl. 10. Vidimo da svaka grupa po dva impulsa pripada jednoj sklopki. Razmak se može pojaviti ili samo iza prvog ili samo iza drugog impulsa, što karakterizira javljanje »ukopčana« ili »iskopčana« sklopka. Pojavu razmaka iza oba impulsa, ili ako razmak izostane, prijemnik odmah signalizira kao smetnju.

Još jedan način za osiguranje ispravnog prijenosa naređenja leži u tome, da se slijed impulsa odaslan



Sl. 10. Dijagram slijeda impulsa sastavljenog na principu dvaju upravljanja, koja se međusobno isključuju.
a) Impulsi, koji se odašilju iz upravljanog objekta u smjeru upravljačkog centra; *b)* Impulsi, koji se odašilju iz upravljačkog centra u smjeru upravljanog objekta

upravljanom objektu prenosi natrag u upravljački centar prije nego se izvrši naređenje. Tek kad se uspoređivanjem odaslanog i primljenog slijeda impulsa ustanovi ispravan prijenos naređenja, odašilje upravljački centar impuls za izvršenje komande. Ako nam na raspolaganju stoji samo jedan prijenosni put za oba smjera (upravljački centar — upravljani objekt — upravljački centar), onda se tek po završetku cijelog telegrama može započeti odašiljanje u suprotnom pravcu. Time je vrijeme prenašanja naređenja



Sl. 11. Dijagram impulsa pri prijenosu jednog naređenja uz superpoziciju smetnja.

a) Slijed impulsa za naređenje br. 4; *b)* Smetnje, koje se superponiraju slijedu; *c)* Slijed impulsa s iskrivljenim sadržajem (naređenje br. 6)

udvostručeno. Zbog toga redovito ovakovi sistemi koriste u povratnom smjeru drugi prijenosni put, pa se odašiljanje u povratnom smjeru sada vrši s malim faznim pomakom, te se ukupno vrijeme za prijenos naređenja neznatno produži. Velika sigurnost postiže se i upotrebom zrcalno-simetričnog slijeda impulsa. Prva polovica služi za odabiranje komande, a druga za kontrolu. No takav se sistem rijetko upotrebljava.

Ako razmotrimo općenito sigurnost uređaja s jednostavnim slijedom impulsa, onda će ona ovisiti o vjerojatnosti da se stvori baš takova kombinacija smetnja, da se dobije krivo naređenje ili javljanje. Griješka je to manje vjerojatna, što je potrebno više određenih a ne bilo kakovih pojava smetnji za vrijeme prijenosa slijeda impulsa, pa da se njihov sadržaj iskrivi. Računskim putem moglo bi se na temelju teorije vjerojatnosti za svaki sistem, kod kojeg su uvedene izvjesne mjere sigurnosti, odrediti neki broj, koji nam govori o sigurnosti tog sistema protiv smetnja, no to je za praksu neinteresantno. Nije bitno da uređaj bude snabdjeven sa što više mjera sigurnosti, nego je važno na koji način su izvedena ta osiguranja. Prevelik broj sklopova za povećanje sigurnosti ima za posljedicu uređaj, koji postaje preosjetljiv, pa često ne izvršava naređenja ili javljanja, a osim toga i radnje se odvijaju presporo. Recimo kod prijenosa sa nadopunom slijeda impulsa već je vjerojatnost, da će nastupiti griješka, toliko mala, da je taj sistem vrlo prikladan za prijenos, a naročito zbog toga što je jednostavan. Iz sl. 11 se vidi, da impuls smetnje S_1 mora sa određenom veličinom i dužinom trajanja nastupiti baš za vrijeme razmaka, koji karakterizira jedno naređenje ili javljanje. Međutim krivo naređenje se još ne može izvesti, ako se za vrijeme tog istog slijeda impulsa ne pojavi još jedan impuls smetnje S_2, ali sa suprotnim polaritetom, također određenog intenziteta i trajanja, na mjestu jednog od 10 impulsa, na primjer šestog. Na taj način bi se šesti impuls izbrisao i na njegovom mjestu bi se pojavio razmak, koji bi izazvao krivo naređenje. Impulsi smetnji ne smiju biti kraći ili duži od vrijednosti propisane za dotični uređaj. Ako su kraći prijemnik ih »ne opazi«, pa ih registrira kao razmak, a ako su duži, mogu se dva impulsa sliti u jedan. Za slučaj impulsa suprotnog polariteta može se desiti da samo djelomično poništi jedan impuls u slijedu, a može da ih poništi i više, pa nastane dodatni razmak i ukupan broj impulsa nije više konstantan. Sve te pojave uređaj registrira kao smetnje.

Da bi se potkrijepila sva ova tvrđenja, može se navesti za ilustraciju slučaj, koji se desio s uređajem za daljinsko javljanje u Njemačkoj, jednim od prvih uređaja takovog tipa. On je bio priključen na VF sistem na dalekovodu. Jednoga dana sam je proradio i dalje bio učestalo aktiviran od vanjskih smetnji. To stanje potrajalo je nekoliko dana, a da se kroz cijelo to vrijeme nije primilo ni jedno krivo javljanje. Naknadno se ustanovilo da je pušten u pogon jedan dugovalni telegrafski odašiljač u blizini dalekovoda, a radio je na istoj frekvenciji kao i VF uređaj. Smetnje, koje su se inducirale na dalekovodu, prenašale su se preko VF uređaja i izazvale rad automatike uređaja za javljanje. Ovaj primjer nam ukazuje na veliku sigurnost protiv krivih javljanja, ako se uzme u obzir, da je taj telegrafski odašiljač slao sve moguće kombinacije impulsa smetnji u tih nekoliko dana, a da se pri tome ipak nije izvršilo niti jedno krivo javljanje. Smetnja se lako otklonila promjenom frekvencije VF uređaja.

Sl. 12. Slijed impulsa sastavljen na principu linearnog koda za $n = 5$.

Kao znakovi koriste se:

a) kratki i dugi impulsi, *b)* kratki i dugi razmaci, *c)* kratki i dugi impulsi i razmaci

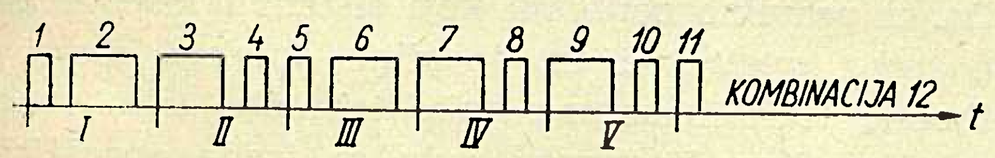
Uređaji sa šifriranim slijedom impulsa

Ovi uređaji su kompliciraniji od onih s jednostavnim slijedom impulsa, ali su u stanju s istim brojem impulsa prenijeti veći broj naređenja i javljanja. Na odašiljačkoj strani potreban je šifrator, koji slaže slijed impulsa po određenom ključu, dok prijemnik mora sadržavati dešifrator, koji dalje prenaša komande na strujne krugove za izvršenje pojedinih naređenja. Najveći broj naređenja, koji s određenim brojem znakova možemo prenijeti, postigne se upo-

trebom binarnog koda za šifriranje slijeda impulsa. U tom slučaju je broj naređenja:

$$N = 2^n$$

Za $n = 5$ prikazane su sve moguće kombinacije znakova u tablici 3. Vidimo da postoji mogućnost prijenosa 32 naređenja. Znakovi, koje koristimo, mogu biti kraći i duži impulsi, kraći i duži razmaci ili jedno i drugo, kako se vidi na sl. 12, a u tabeli su označeni brojevima 0 i 1. Ovakav slijed impulsa ima tu prednost, što je vremenski najkraći, ali sva tri su nesigurna za pogon, jer produžavanje ili skraćivanje impulsa odnosno razmaka uslijed smetnja znači davanje krivih naređenja ili primanje pogrešnih javljanja. To se lijepo vidi iz slike, da se kombinacija 12 pretvara u kombinaciju 11, ako se zadnji znak skrati. Da se to spriječi primjenjuju se posebne metode pri sastavljanju slijeda impulsa. Vrlo efikasan način je upotreba dvostrukih impulsa suprotnih karakteristika za prijenos svakog znaka. Na sl. 13 prikazan je taj slu-



Sl. 13. Slijed impulsa sastavljen na principu dvostrukih impulsa suprotnih karakteristika

čaj za kombinaciju 12, gdje nam znakove s indeksom 1 karakterizira par duži — kraći impuls, dok nam znakove s indeksom 0 karakterizira par kraći — duži impuls. Ako sad nastaju izobličenja impulsa, pojavit će se u jednom paru ili dva kraća ili dva duža impulsa, a to se odmah registrira kao smetnja i naređenje ili javljanje se ne izvrši. Mana tog načina je povećanje vremena za prenašanje jednog naređenja na više nego dvostruko. Da se taj nedostatak donekle otkloni, a da se pritom zadrži i približno ista sigurnost protiv smetnja, sagrade se znakovi od impulsa i razmaka iste dužine. To se vidi na sl. 14. Skraćenje ili produženje impulsa ima za posljedicu produženje odnosno skraćenje razmaka, a ta nejednaka dužina impulsa i razmaka registrira se kao smetnja. Prijenos naređenja ovakovim slijedom je vrlo siguran, a pritom se njegovo vrijeme trajanja neznatno produžilo.

Druga vrsta mjera sigurnosti leži u tome, da mi zadržavamo slijed impulsa kao na sl. 12, ali od ukupnog broja kombinacija, koje možemo načiniti s određenim brojem znakova prema binarnom kodu, odaberemo samo one, koji zadovoljavaju izvjestan uvjet, uz pomoć kojeg vršimo kontrolu na prijemnoj strani. Jedna od tih metoda jest odabiranje samo onih kombinacija, koje imaju konstantan broj znakova izraženih sa 0 i 1. Za slijed impulsa od pet impulsa sa 3 kraća (0) i 2 duža (1) možemo, kako se vidi iz tablice 3, koristiti samo kombinacije 4, 6, 7, 10, 11, 13, 18, 19, 21, 25, dakle ukupno je moguće prenijeti 10 naređenja. Time smo doduše uz istu dužinu slijeda impulsa smanjili broj mogućih naređenja, ali je prije-

Tablica 3

Kombinacija	Znak I	II	III	IV	V	Kombinacija	Znak I	II	III	IV	V
1	0	0	0	0	0	17	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	18	1	0	0	0	1
3	0	0	0	1	0	19	1	0	0	1	0
4	0	0	0	1	1	20	1	0	0	1	1
5	0	0	1	0	0	21	1	0	1	0	0
6	0	0	1	0	1	22	1	0	1	0	1
7	0	0	1	1	0	23	1	0	1	1	0
8	0	0	1	1	1	24	1	0	1	1	1
9	0	1	0	0	0	25	1	1	0	0	0
10	0	1	0	0	1	26	1	1	0	0	1
11	0	1	0	1	0	27	1	1	0	1	0
12	0	1	0	1	1	28	1	1	0	1	1
13	0	1	1	0	0	29	1	1	1	0	0
14	0	1	1	0	1	30	1	1	1	0	1
15	0	1	1	1	0	31	1	1	1	1	0
16	0	1	1	1	1	32	1	1	1	1	1

nos postao vrlo siguran. Općenito će broj naređenja ili javljanja ovakovim slijedom biti:

$$N = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!\,(n-k)!} = \frac{n \cdot (n-1)}{1 \cdot 2} \cdot \frac{(n-2)}{3} \cdot \frac{\cdots (n-k)}{\cdots k}$$

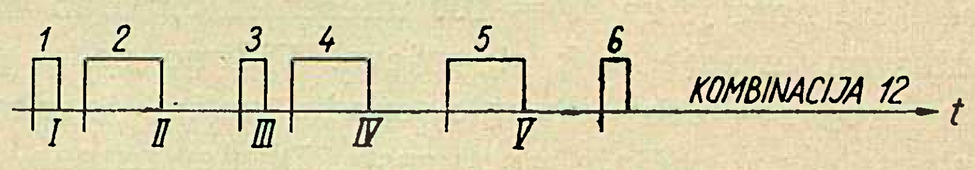
gdje je: n — broj znakova u slijedu
k — broj jednakih znakova

Lako se vidi, da je maksimalan broj naređenja, koja se tim sistemom mogu prenijeti, moguć uz uvjet $k = \frac{n}{2}$ zaokruženo na prvi cijeli broj.

Uz približno istu sigurnost možemo povećati broj mogućih komandi, ako kombinacije binarnog koda podijelimo na one s parnim ili neparnim brojem jednakih znakova. Izobličenjem jednog impulsa parna kombinacija prelazi u neparnu ili obratno, a prijemnik to odmah registrira kao griješku, te se naređenje ne izvršava. Broj parnih odnosno neparnih kombinacija je:

$$N = 2^{n-1}$$

pa je to ujedno i broj prenesenih naređenja. Uz $n = 5$ uspoređivanjem sa tabelom 3, vidimo da je $N = 16$ (kombinacije 1, 4, 6, 7 . . . ili 2, 3, 5, 8 . . .).



Sl. 14. Slijed impulsa sastavljen od impulsa i razmaka iste dužine

Grupno biranje

Svi uređaji sa šifriranim slijedom impulsa imaju zajedničko svojstvo, a to je mogućnost prijenosa samo jednog naređenja u jednom slijedu impulsa. Zbog toga se pri istovremenoj pojavi više promjena, javljanja obavljaju određenim redom, dok uređaji sa jednostavnim slijedom impulsa mogu u jednom telegramu prenijeti sva ta javljanja. Međutim kod velikog broja javljanja oni prvi zahtijevaju relativno mali broj impulsa u slijedu, dok je kod ovih drugih broj impulsa jednak broju javljanja. Da se ta mana t. j.

velik broj impulsa kod sistema s jednostavnim slijedom donekle izbjegne, svrstavamo naređenja ili javljanja u grupe, pa se prvo vrši biranje grupe, a onda pojedino naređenje, analogno grupnom biranju kod automatskih telefonskih centrala. Kod biranja u k stupnjeva broj potrebnih impulsa je:

$$n = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_k$$
$$\text{uz } N = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \ldots m_k$$

gdje su: m_1 m_2 m_3 m_{k-1} — brojevi grupa pojedinih stepena biranja

m_k — broj naređenja ili javljanja u posljednjoj grupi.

Da bi odredili odnos između brojeva grupa i minimalnog broja impulsa, trebamo parcijalne derivacije od n po $m_1, m_2, \ldots m_{k-1}$ izjednačiti s nulom. Time smo dobili sistem od k-1 jednadžbi, iz kojih slijedi uvjet:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_2}{m_3} = \frac{m_3}{m_4} = \ldots\ldots \frac{m_{k-2}}{m_{k-1}} = 1$$

ili konačno

$$m_1 = m_2 = m_3 = \ldots\ldots m_{k-1} = m_k = m = \sqrt[k]{N}$$

Minimalan broj impulsa za taj slučaj bio bi:

$$n = k \cdot \sqrt[k]{N}$$

$N = 100$ Tablica 4

k	$\sqrt[k]{N}$	m	$n = k.m$
1	100	100	100
2	10	10	20
3	4,64	5	15
4	3,16	4	16
5	2,51	3	15
6	2,15	3	18
7	1,93	2	14
8	1,78	2	16
9	1,67	2	18
10	1,58	2	20
20	1,26	2	40
50	1,10	2	100

U tablici 4 nam je za $N = 100$ unesen minimalan broj impulsa za biranje u k stupnjeva. Vidimo da u početku broj impulsa n naglo opada, zatim je skoro konstantan, pa počinje opet rasti. Dakle grupno biranje u mnogo stupnjeva prema tome nema smisla, tako da se obično upotrebljava biranje u dva ili tri stupnja. Još jedan razlog protiv višestepenog biranja je sve veća kompliciranost takovih uređaja.

Kako i velik broj grupa u jednom stupnju također komplicira konstrukciju uređaja to ćemo istražiti, da li je baš potrebno uvijek ići na minimalan broj impulsa po stupnju. Da bi uspoređivali sisteme s istim brojem stupnjeva ali različitim brojem grupa, uvest ćemo faktor iskoristivosti impulsa

$$a = \frac{N}{n}$$

koji nam govori, koliko naređenja ili javljanja otpada na jedan impuls. U tablici 5 uz $N = 100$ unesen je taj faktor u ovisnosti o broju grupa kod biranja u dva stupnja. Vidimo da a raste u početku brzo, pa zatim sve sporije i sporije, dok kod $\sqrt{100} = 10$ ne postigne maksimum i onda opada. Prema tome uzeti 10 grupa nema smisla, kad već iznad 4 do 5 grupa iskoristivost neznatno raste, dok složenost i troškovi uređaja brže rastu. Tako bi za navedeni primjer 100 javljanja svrstali u 5 grupa po 20 javljanja.

Upotreba grupnog biranja kod uređaja sa šifriranim slijedom impulsa prema binarnom kodu ne doprinosi ništa smanjenju broja impulsa, što se lako dade pokazati. Međutim i ovdje se često koristi grupno biranje zbog toga, što se znatno pojednostavne dijelovi za šifriranje i dešifriranje. U mnogo slučajeva se koristi kombinirano grupno biranje i to biranje grupe pomoću šifriranog slijeda, a biranje pojedinog naređenja ili javljanja upotrebom jednostavnog slijeda impulsa.

ZAKLJUČAK

Da bi pravilno ocijenili, koji sistem i kakove uređaje treba upotrebiti za pojedine objekte, mora se prethodno izvršiti iscrpna kako tehnička tako i ekonomska analiza. U prvom redu se treba opredijeliti ovisno o potrebama i daljnjoj perspektivi samo za daljinsko javljanje ili kombinirano javljanje i upravljanje. Zatim treba s tehničke strane razmotriti, koji uređaji uopće dolaze u obzir za dotične uvjete. Ako nas za izvjesno vrijeme zadovoljava samo daljinsko javljanje, a kasnije će se uvesti i upravljanje, onda treba koristiti one sisteme, koji omogućuju takovo proširenje. Također treba znati, da li će se upravljani objekt manje ili više proširiti, tako da se ili predvidi rezerva ili ostavi mogućnost dogradnje uređaja za daljinsko upravljanje ili javljanje. Zatim treba uspoređivati pojedine uređaje s obzirom na ekonomičnost s tim da zadovoljavaju one osnovne tehničke uslove.

Dvostepeno biranje uz N = 100

Tablica 5

m_1	m_2	n	$a = N/n$
2	50	52	1,92
3	34	37	2,70
4	25	29	3,44
5	20	25	4,00
6	17	23	4,34
7	15	22	4,54
8	13	21	4,76
9	12	21	4,76
10	10	20	5
11	10	21	4,76
12	9	21	4,76
15	7	22	4,54
20	5	25	4,00
30	4	34	2,94
50	2	52	1,92

Jedan od najvažnijih faktora za odabiranje uređaja i u tehničkom i u ekonomskom pogledu je udaljenost upravljanog objekta od upravljačkog centra. Kod uređaja s naponom za napajanje 60 V, što je uobičajeno u tehnici slabe struje, uz upotrebu zasebnog voda za svako javljanje preko telefonskog kabela promjera žile 0,8 mm, maksimalni domet iznosio bi

cca 10 km. Ako se taj vod koristi kombinirano za jedno upravljanje i za jedno javljanje, ta se udaljenost smanji na cca 6 km. Međutim ekonomska granica upotrebe takovih uređaja leži još i niže, a za velik broj javljanja i naređenja opada na 6 km pa i manje. Zbog toga za veće i vrlo velike udaljenosti dolaze u obzir isključivo sistemi, koji preko jednog voda odašilju sva naređenja i javljanja. Oštre granice između jednih i drugih nema, već se oni za izvjesne udaljenosti preklapaju. Kod tih udaljenosti treba zato uzeti u obzir i druge faktore, kao na primjer proširenja objekta. Kod sistema, gdje se za svako naređenje koristi zaseban vod, treba kod polaganja kabela unaprijed predvidjeti rezervu, što iziskuje dodatne troškove. Kod sistema s prijenosom impulsa proširenje je moguće u bilo kojem opsegu, pa se mogu pokriti i nepredviđena proširenja, dok bi za prethodni sistem trebalo u tom slučaju polagati novi kabel. Izvjesni nedostatak sistema sa slijedom impulsa bio bi taj, što je za izvršenje naređenja potrebno nekoliko sekunda. Kod uključivanja dva sistema u paralelan pogon to bi moglo imati kobnih posljedica. Zato se u ovakovim slučajevima upotrebljavaju uređaji, koji omogućuju biranje pojedine učinske sklopke odvojeno od samog ukapčanja, koje se izvrši momentano po odašiljanju naređenja. Po potrebi može se birati više sklopka, a njihovo zajedničko ukapčanje izvršiti momentano. Jasno da se u takvim slučajevima mora iz upravljanog objekta javljati potrebne podatke za sinhronizaciju u upravljački centar. Spajanje dvaju sistema u paralelan pogon može se izvršiti i pomoću automatskih uređaja, na koje se priključi jedna ili više daljinski biranih sklopki, pa se one u momentu sinhronizma same ukopčaju.

Sistemi sa slijedom impulsa danas su pogonski vrlo sigurni, no mora se priznati da je njihova konstrukcija daleko kompliciranija od uređaja, koji prenose svako naređenje ili javljanje posebnim vodom. Zbog toga pri opravdanosti upotrebe jednih i drugih možda ćemo se opredijeliti za one druge, ako ne raspolažemo sa dovoljno stručnim osobljem. Naime pri kvarovima se manje stručno osoblje teško snalazi u uređajima sa slijedom impulsa, pa katkad i taj faktor prevagne pri odluci. Osim toga kod impulsnih sistema rad cijelog upravljanog objekta ovisi o jednom prijenosnom putu t. j. vodu ili VF vezi, dok se pri prijenosu svakog naređenja svojim vodičem uz više zajedničkih povratnih vodiča u slučaju kvara izbaci samo dio postrojenja iz pogona. Zato pri upotrebi impulsnih sistema obavezno moramo osigurati još i jedan rezervni prijenosni put, kako bi se u slučaju kvara na onom prvom upravljanje vršilo preko ovog rezervnog.

Kod međusobnog uspoređivanja samih sistema s prijenosom slijeda impulsa treba ocijeniti, da li upotrebiti uređaje, koji rade dvožično ili četverožično. Oni s promjenom polariteta impulsa mogu se koristiti do udaljenosti 15—20 km, s time da je vod galvanski prespojen, tako da se može zatvoriti istosmjerni strujni krug. Impulsi s promjenom amplitude rijetko će se upotrebiti i to samo kod vrlo sigurnih kabelskih veza. U većini slučajeva ćemo kao prijenosni put koristiti VF veze, pa se tu postavlja i problem planiranja frekvencija i širine pojedinih kanala. Za daljinsko upravljanje i javljanje važno je također vrijeme prijenosa t. j. ukupan broj impulsa u slijedu, te ukupan broj naređenja i javljanja potrebnih za jedan objekt. Uređaje s jednostavnim slijedom impulsa koristimo do cca 50 naređenja ili javljanja, a iznad toga one sa šifriranim slijedom. No to ne mora biti pravilo. Šifriranim slijedom možemo poslati samo jedno javljanje u jednom slijedu, pa nam je za više javljanja potrebno duže vrijeme. Jednostavnim slijedom možemo međutim u jednom telegramu odaslati više javljanja, a to je u nekim slučajevima važno. Na primjer kad u upravljanom objektu pri pokušaju ukapčanja izbaci jedna sklopka, potrebno je konstatirati i uzrok zašto je iskopčala prije nego se pokuša ponovo ukopčati. Isto tako ako se pošalje naređenje da se uključi jedna sklopka, a naređenje se ne izvrši, treba konstatirati, da li je ona možda ostala u međupoložaju, možda nema komprimiranog zraka ili je koji vod u prekidu. Dakle potrebno je više podataka odaslati što brže u upravljački centar, da bi se mogla sagledati stvarna situacija. U tom slučaju imaju uređaji s jednostavnim slijedom prednost nad onim sa šifriranim slijedom impulsa.

Na koncu neka bude spomenuto, da se za daljinsko javljanje a naročito za upravljanje ne koriste tuđi prijenosni putevi (iznajmljene parice, VF kanali i t. d.), jer se to u izvjesnim a često baš u kritičnim momentima može osvetiti. Zbog toga treba katkad odstupiti od principa ekonomičnosti i izgraditi vlastite veze, iako možda skuplje, time da je pogon sigurniji.

Literatura

H. Ruttkovski und W. Venzke: *Fernbedienungsgeräte nach dem AEG – Wählerverfahren,* AEG Mitteilungen (1956), br. 7/8, str. 232–247.

W. Henning: *Zentrale Lastverteiler und Bezirkssteuerstellen in Stromversorgungsanlagen,* Elektrizitätswirtschaft (1956) br. 17, str. 609–614.

W. Henning: *Fernsteuergeräte in Anlagen der Elektrizitätsversorgung,* Siemens–Zeitschrift (1952), br. 1, str. 27–34.

Naslov pisca: Ing. Ervin Zentner, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.

SPAJANJE ODVODNIKA PRENAPONA I IZBOR NOMINALNOG NAPONA

Marijan Arnold, Zagreb

Razmatranje upotrebe odvodnika prenapona nižeg nominalnog napona od napona mreže ili obratno, zatim serijskog spajanja katodnih odvodnika. Primjena rezultata ovog članka naročito u distributivnim mrežama.

DK 621.316.93:621.3.015.38

Često puta se postavlja pitanje upotrebe odvodnika prenapona nižeg nominalnog napona u mreži višeg nominalnog napona ili obratno. Isto se tako postavlja i pitanje spajanja dvaju ili više odvodnika prenapona serijski, te njihove upotrebe u mreži nominalnog napona, koji je jednak zbroju nominalnih napona odvodnika prenapona.

Do ovih pitanja dolazi osobito kod prijelaza distributivnih mreža 6 kV na pogonski napon 10 kV pri čemu ostaje znatan broj odvodnika slobodan, a ujedno nastaje potreba za velikim investicijama za nove odvodnike 10 kV.

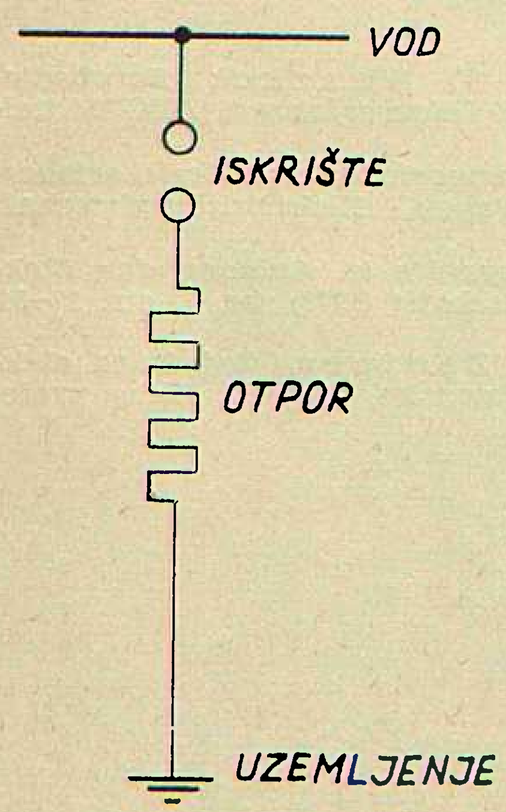
Načelna konstrukcija odvodnika prenapona

Katodni odvodnik prenapona se sastoji od iskrišta i otpora spojenih u seriju (sl. 1).

Jednostavno zračno iskrište ne može prekidati velike struje. Zbog toga popratna struja kroz odvodnik mora biti smanjena na vrijednost koju iskrište može prekinuti. Otpornik vrši to ograničenje struje. Međutim, otpornik linearnih karakteristika nije upotrebljiv, jer velike udarne struje uzrokuju velike padove napona, pa odvodnici ne bi predstavljali zaštitu. Zbog toga su otpori za katodne odvodnike prenapona naponski promjenljivih karakteristika. Takav otpornik ima mali otpor kod velikih struja, a veliki otpor kod malih struja. Tipična karakteristika: udarni napon — struja dana je na slici 2.

Iskrišta odvodnika prenapona

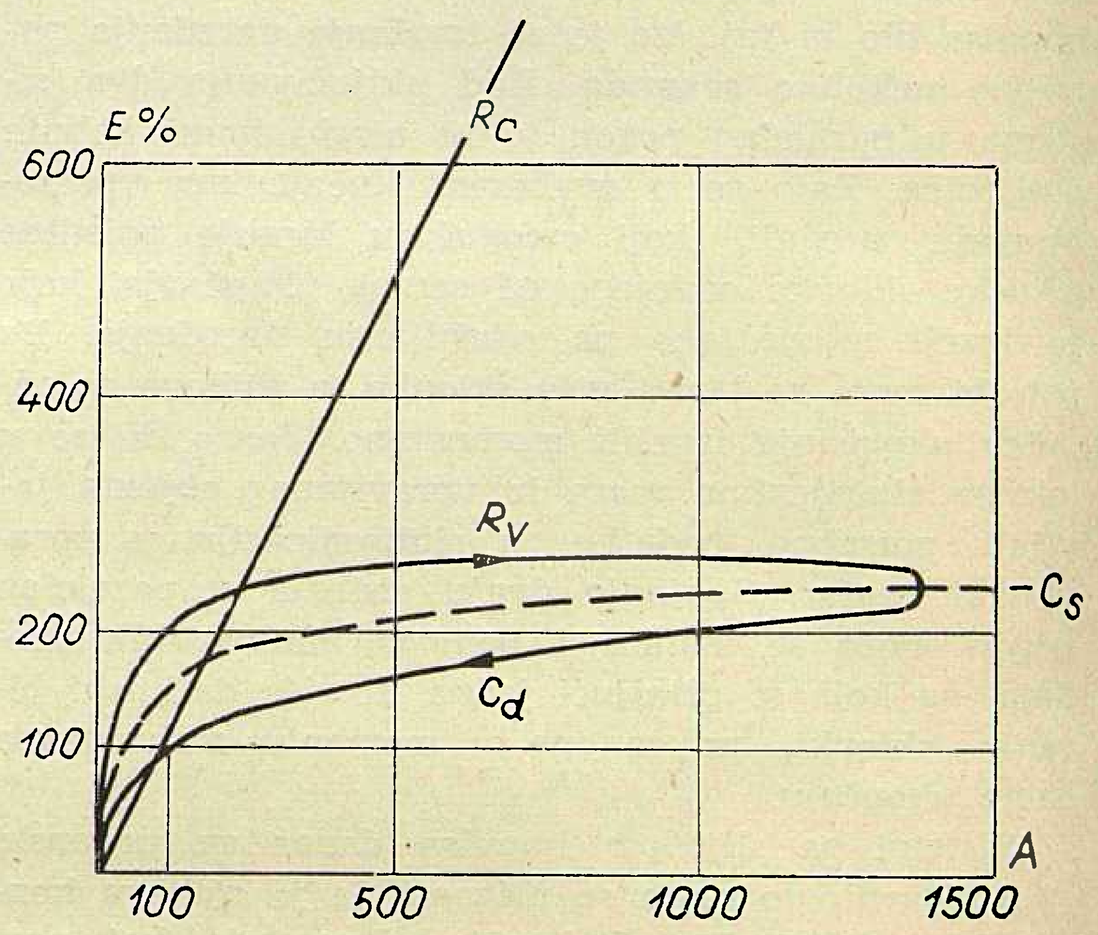
Iskrišta svojim razmakom određuju proradni napon. Povišenjem nominalnog napona raste i proradni napon, a time i potrebni razmak među iskrištima. Veći proradni napon dobije se i serijskim spajanjem iskrišta manjih razmaka. Dužina, odnosno broj, a time i preskočni napon iskrišta proporcionalni su nominalnoj vrijednosti napona kod dane frekvencije. Iskrište sastavljeno iz više serijski spojenih iskrišta manjeg razmaka laganije gasi električni luk.



Sl. 1. Elementi katodnog odvodnika prenapona

Elektrostatsko polje nema jednolik intenzitet između svih iskrišta te uvjetuje nejednoličnu raspodjelu napona, t. j. na neka iskrišta otpast će veći dio ukupnog napona, nego na druga. Najveći napon otpada na iskrišta uz vodič, a najmanji na ona pri uzemljenju. Takvu raspodjelu napona razjašnjavamo pomoću kapaciteta između elektroda iskrišta međusobno i prema zemlji (sl. 3).

Pogledamo li struju nabijanja tih kondenzatora ustanovljujemo, da kroz najgornji kondenzator C_1 teče najveća struja, jer kroz njega teče struja, koja teče i kroz C'_2 i C'_1 i t. d. Kako su kapaciteti između elektroda iskrišta jednaki, to će zbog prolaza raznih



Sl. 2. Volt-amper karakteristika linearnog i promjenljivog otpora

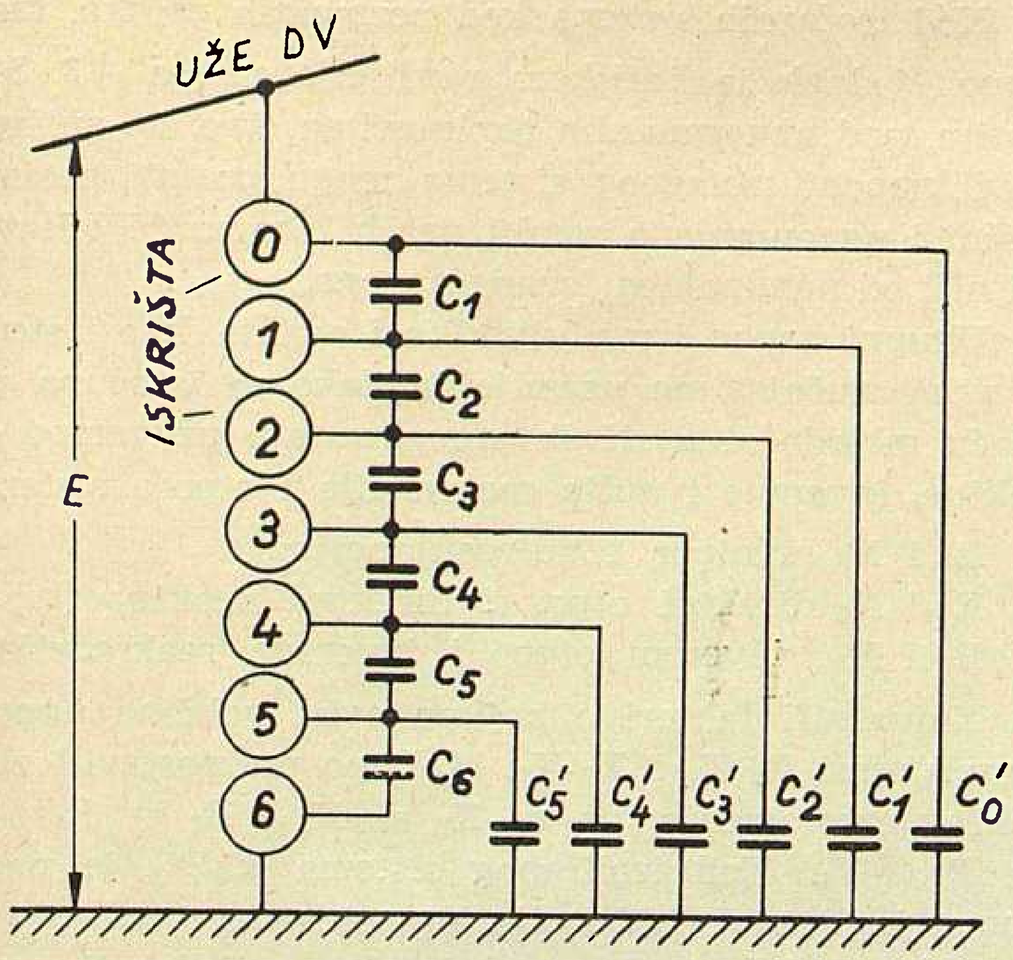
jačina struja naponi na tim kondenzatorima biti različiti, pa dakle i na iskrištima. Takova raspodjela napona dovodi do prorade najgornjeg iskrišta prije nego što je narinuti rapon dosegao vrijednost sume preskočnih napona pojedinih iskrišta, pa je preskok takve serije iskrišta kaskadni proces.

Kod malog broja iskrišta nejednolična raspodjela napona ne čini poteškoće, dok se kod većeg broja iskrišta t. j. kod odvodnika prenapona za više pogonske napone moraju poduzeti odgovarajuće mjere.

Jednoličnu raspodjelu napona na iskrištima možemo postići postavljanjem zaštitnih prstena. Proračuni dimenzija prstena su zamršeni, a kod odvodnika prenapona, koji su sastavljeni od više elemenata potrebno je više prstena, što dovodi do montažnih poteškoća.

Jednoličnu raspodjelu napona na iskrištima možemo postići i šuntiranjem iskrišta pomoću otpornika (sl. 4).

Kroz te serijske otpornike teče vrlo malena struja odvoda, koja je u usporedbi sa strujom nabijanja kapaciteta velika. Pad napona na serijskim otpornicima dirigira napon na iskrištima.



Sl. 3. Kapaciteti između elektroda iskrišta međusobno i prema zemlji

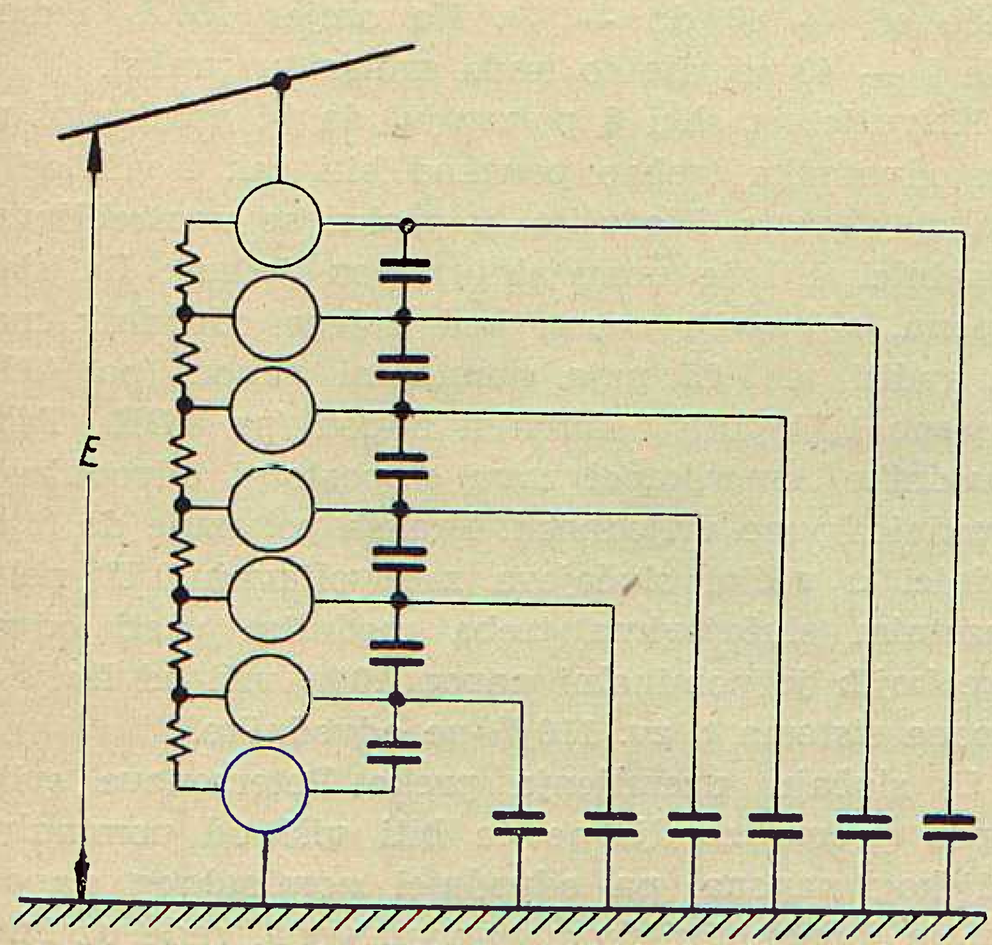
Bliski uzemljeni objekti, kao vertikalni željezni stupovi poremećuju elektrostatsko polje i uzrokuju raniju proradu iskrišta odvodnika. Zbog toga se za pojedine odvodnike prenapona daje minimalna udaljenost od uzemljenih objekata,, na kojoj smiju biti montirani. Ta minimalna udaljenost nije uvjetovana preskočnim naponom s odvodnika prenapona na okolne objekte, već je to udaljenost na kojoj okolni objekti ne reduciraju proradni napon odvodnika prenapona.

Visoka dielektrična konstanta porculanskog tijela odvodnika povoljno utječe na raspodjelu elektrostatičkog polja.

Otporni elementi odvodnika prenapona

Otpornici kod odvodnika prenapona, kao što smo ranije vidjeli, služe za ograničavanje popratne struje na vrijednost, koja iskrište može gasiti.

Otpor odvodnika prenapona može se povećati, bilo povećanjem broja otpornih elemenata ili njihovom



Sl. 4. Šuntiranje iskrišta otporima

dužinom, ali nikako ne smanjenjem presjeka otpornih elemenata, jer bi se time smanjila odvodna moć odvodnika.

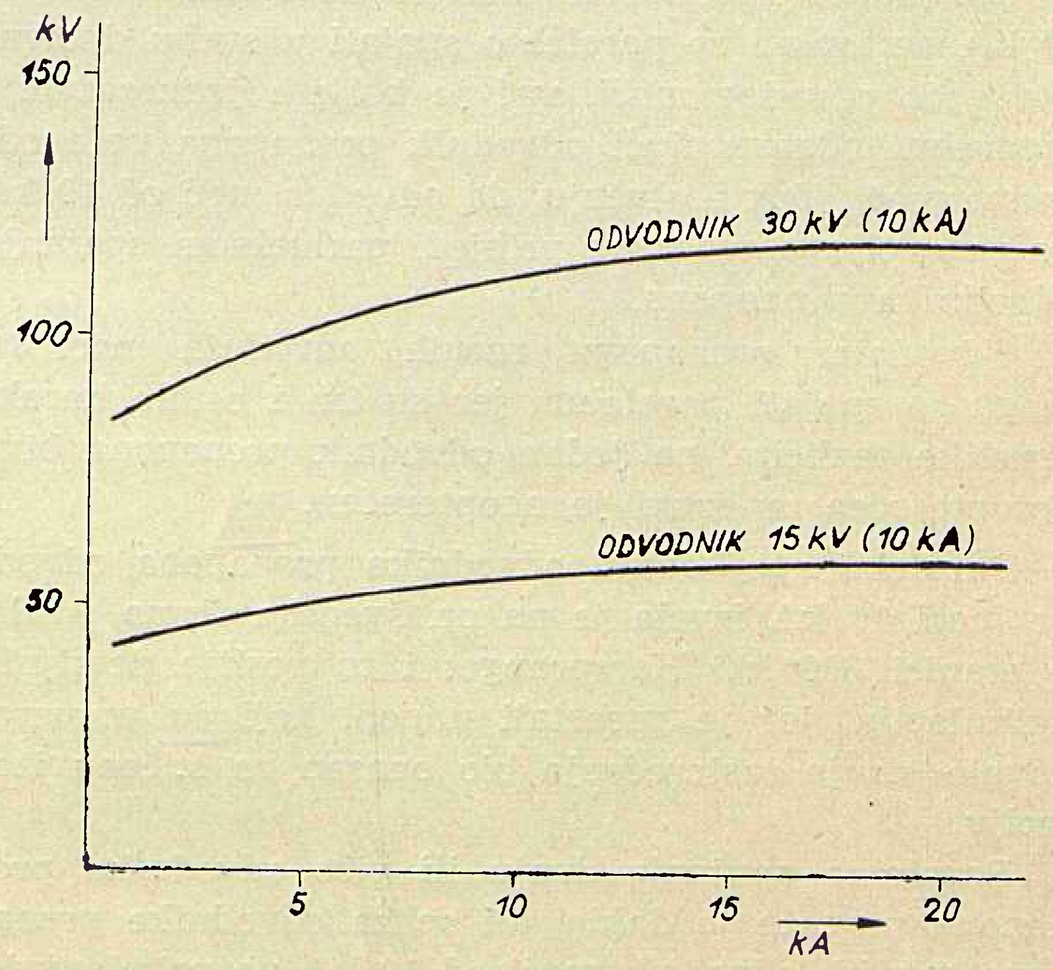
Da bi zadržali kod višeg napona popratnu struju na istoj vrijednosti, broj otpornih elemenata mora se povećati direktno proporcionalno novoj vrijednosti napona.

Serijsko spajanje odvodnika prenapona

Proporcionalnost broja iskrišta i otpornih elemenata s naponom ima očitih prednosti.

Veći nazivni napon traži veći preskočni napon iskrišta, a to postižemo povećajući broj iskrišta. Istu popratnu struju dobivamo povećavajući broj otpornih elemenata.

Zbog tih proporcionalnosti prenapona mogu se dobiti zbrajanjem karakteristika odvodnika manjih no-



Sl. 5. Karakteristike ostatnih napona 15 kV i 30 kV odvodnika prenapona odvodne moći 10 kA

minalnih vrijednosti, čiji je zbroj nominalnih vrijednosti napona jednak traženoj nominalnoj vrijednosti. Na pr. preskočni i ostatni napon odvodnika prenapona 30 kV 2 puta je veći od istih vrijednosti odvodnika prenapona 15 kV (sl. 5).

Zbog toga su izrađeni osnovni elementi odvodnika prenapona određenih nominalnih vrijednosti napona, dok se odvodnici prenapona za ostale napone dobivaju serijskim spajanjem tih osnovnih elemenata.

Ovakav način izrade ima prednost u jednoobraznosti proizvodnje, u lakoći ugrađivanja, jednostavnosti ispitivanja (nisu potrebni vrlo veliki iznosi ispitnih napona), a odvodnici se lako pregrade na druge vrijednosti napona.

Serijski dakle možemo uvijek spojiti dva ili više odvodnika prenapona bez obzira, da li su rađeni sa prirubnicama ili su načinjeni za ovješenje i to tako, da se novi nominalni napon dobije zbrajanjem nominalnih napona pojedinih odvodnika, a također i preostali i proradni napon, dok odvodna moć ostaje nepromijenjena.

Paralelno spajanje odvodnika prenapona

Odvodna moć odvodnika prenapona ovisi o presjeku otpornih elemenata odvodnika. Odvodnici prenapona većih odvodnih moći imaju otporne elemente većih presjeka. Povećanjem presjeka otpornog elementa rastu i proizvodne poteškoće, a odvodnici prenapona postaju robustniji i skuplji.

Odvodne moći su normirane (AIEE 10, 5, 1,5 kA; VDE 10, 5, 2,5, 1,5 kA; SEV 10, 4 kA) na osnovu dugogodišnjih registracija jačina struja i oblika njihovih valova. Rijetko kada je potrebna veća odvodna moć od 10 kA.

Paralelnim spajanjem odvodnika prenapona postižemo povećanje presjeka otpornih elemenata, a time povećavamo odvodnu moć, odnosno smanjujemo preostali napon.

Paralelno spojeni odvodnici prenapona treba da imaju vrlo ujednačene karakteristike.

Odvodnike prenapona manjih odvodnih moći od 10 kA ne isplati se paralelno spajati u svrhu dobivanja veće odvodne moći, već je bolje i jednostavnije upotrebiti odgovarajući odvodnik prenapona veće odvodne moći. Tek u slučaju, da odvodna moć od 10 kA ne zadovoljava mora se pribjeći paralelnom spajanju odvodnika prenapona.

Odvodnici prenapona raznih odvodnih moći ne mogu se spajati paralelno, jer su im i ostale karakteristike različite, pa jedan odvodnik prenapona biva preopterećen, a drugi je neopterećen.

Paralelni spoj dvaju odvodnika prenapona odvodne moći 10 kA izvela je na pr. švedska firma ASEA u stanici 380 kV Harspranget i to poslije detaljnih kalkulacija, jer je preostali napon, koji su prouzrokovale struje rasterećenja bio opasan za štićenu izolaciju.

Paralelno spajanje dvaju ili više odvodnika prenapona moguće je dakle, ali se za odvodnike prenapona manjih odvodnih moći od 10 kA ne primjenjuje.

Upotreba odvodnika prenapona u mrežama višeg odnosno nižeg napona od nazivnog napona odvodnika

Nazivni napon odvodnika prenapona je efektivna vrijednost napona industrijske frekvencije (50 ili 60 Hz) za koji je odvodnik prenapona dimenzioniran, t. j. da bez kvara može prekidati popratnu struju.

Maksimalni pogonski napon, koji smije biti priključen na stezaljke odvodnika iznosi prema propisima AIEE 1,05 U_{nom} odnosno 1,15 U_{nom} prema VDE propisima, odnosno prema prijedlogu JUS jednak je nominalnom naponu. U slučaju, da je napon na odvodniku prenapona veći od njegova maksimalnog dozvoljenog napona, odvodnik prenapona ne će moći prekinuti popratnu struju, jer je otporni elementi ne mogu dovoljno sniziti i nastupit će ili uništenje odvodnika ili će mreža ispasti iz pogona.

Ujedno takav odvodnik prenapona prorađivat će kod prenapona, koji nisu opasni za izolaciju. Gotovo u svim slučajevima odvodnici prenapona se montiraju između vodiča i zemlje. Zbog toga su odvodnici prenapona osjetljivi na napon između vodiča i zemlje, a ne direktno na napon između faznih vodiča.

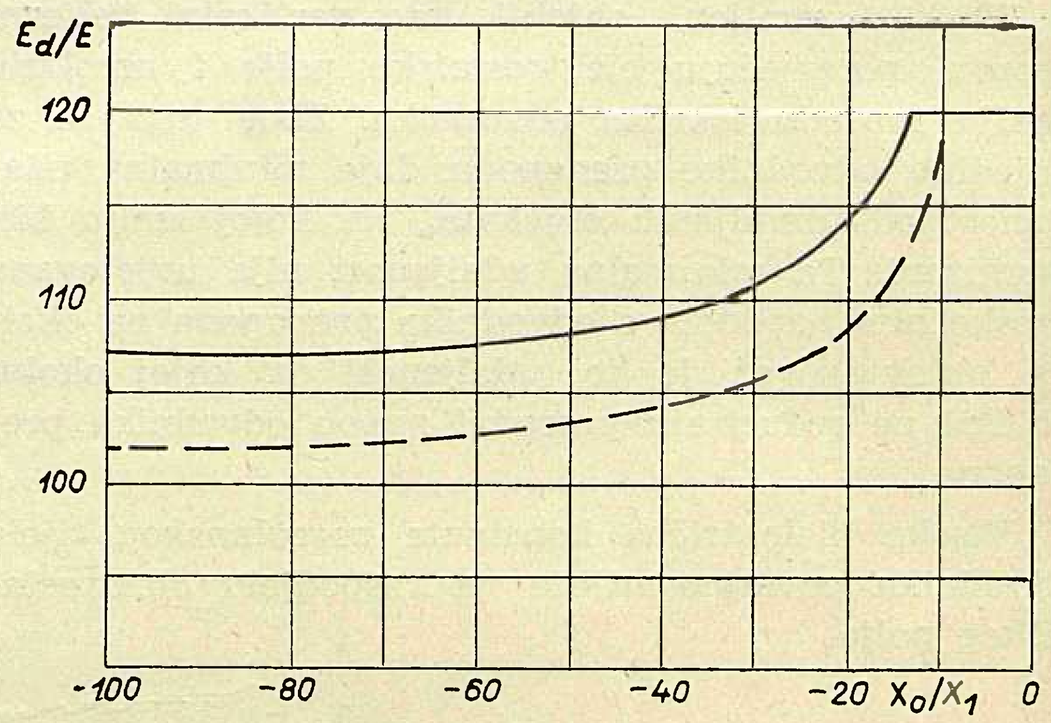
Kod trofaznih sistema kod normalnih prilika, fazni napon jednak je linijskom razdijeljenom sa $\sqrt{3}$. Međutim, pod abnormalnim okolnostima, kao što su kvarovi, naponi trofaznog sistema mogu postati nesimetrični i napon prema zemlji nekih faza može biti viši ili niži od nominalnog faznog napona.

Ukupni napon između vodiča i zemlje, kao i struja u svim slučajevima uzemljenja, lako se izračuna pomoću metode simetričnih komponenata uz pomoć direktne, inverzne i nulte reaktancije i otpora sistema:

R_0 i X_0 nulotpor i nulreaktancija;
R_1 i X_1 direktni otpor i direktna reaktancija;
R_2 i X_2 inverzni otpor i inverzna reaktancija.

Najvažniji faktori o kojima ovisi veličina napona jesu omjeri R_0/X_1 i X_0/X_1. Možemo pretpostaviti zbog lakšeg razmatranja, da su $X_2 = X_1$ i $R_2 = R_1$ i da je $R_1 \langle\langle X_1$. Kod izoliranog sistema X_0/X_1 je negativno, jer je nulreaktancija kapacitivna.

Slika 6 daje omjer maksimalne vrijednosti napona prema zemlji u slučaju kvara i nominalnog linijskog napona.



Sl. 6. Napon između zdrave faze i zemlje u slučaju jednofaznog dozemnog spoja kod sistema s izoliranom nultočkom

Krivulje su dane za $R_1/X_1 - R_0/X_1 = 0$ (puna linija) i za $R_1/X_1 = R_0/X_1 = 1$ (crtkana linija).

U praksi se kod izoliranih sistema omjer X_0/X_1 kreće od — 40 do — ∞. Na omjer X_0/X_1 između nule i — 40 se rijetko kada nailazi u praksi.

Krivulje na slici 6 pokazuju, da bi nominalni napon odvodnika trebao ponekad biti čak i viši od linijskog napona. Međutim, u praksi se upotrebljavaju odvodnici čiji je nominalni napon jednak linijskom naponu, a najviši napon kod kojega odvodnik može još raditi je 1,05 puta nominalni napon (po AIEE) odnosno 1,15 puta nominalni napon (po VDE). Takve odvodnike Amerikanci zovu stopostotni odvodnici ili odvodnici pune vrijednosti. Praksa pokazuje da ti odvodnici u većini slučajeva zadovoljavaju. U nekim izuzetnim slučajevima treba međutim uzeti odvodnike kojih je nominalni napon 10 % viši od linijskog napona sistema t. zv. 110 %-ne odvodnike.

U slučaju uzemljenja preko Petersenova svitka napon prema zemlji ne će biti viši od nominalnog linijskog napona, pa odvodnici nominalnog napona, koji je jednak linijskom naponu voda, rade uz izvjesnu sigurnost.

Ako sistem nije korektno neutraliziran, za vrijeme kvara mogu nastati visoki naponi i postoji riziko od uništenja odvodnika.

Kod krutog uzemljenja ili uzemljenja preko otpora odnosno induktiviteta na takav način, da je nulreaktancija induktivna, X_0/X_1 je pozitivno.

Direktno uzemljeni su razvodni ili prijenosni sistemi, dok se generatori zbog opasnosti od refleksije udarnih valova uzemljuju induktivitetom ili otporom određene vrijednosti.

Ako je impedancija uzemljenja malena, postoji mogućnost upotrebe odvodnika manjeg nominalnog napona nego u slučaju sistema uzemljenog preko visoke impedancije ili neuzemljenog sistema.

Slika 7 a, b, c, prikazuje krivulje R_0/X_1 u zavisnosti o X_0/X_1 za razne E_0/E t. j. omjer napona prema zemlji i nominalnog linijskog napona.

Krivulje su rađene na osnovu:

a) $R_1/X_1 = R_2/X_2 = 0$
b) $R_1/X_1 = R_2/X_2 = 0{,}1$
c) $R_1/X_1 = R_2/X_2 = 0{,}2$

U sistemu čiji karakteristični omjer leži ispod krivulje označene sa 0,8 napon prema zemlji ne prelazi 80 % nominalnog linijskog napona. Odvodnici koji se upotrebljavaju u takvom sistemu imaju nominalni napon jednak 80 %-noj vrijednosti linijskog napona i zato ih Amerikanci nazivaju 80 %-nim odvodnicima.

Ovakvi sistemi su karakterizirani u Americi kao B-tip, za koji je omjer reaktancija X_0/X_1 pozitivan i manji od 3, a omjer R_1/X_1 pozitivan i manji od 1.

Iz dijagrama se vidi, da bi granice mogle biti veće, no iz razloga sigurnosti, jer nikada ne poznajemo detaljno karakteristike sistema i jer su krivulje nacrtane na osnovu pretpostavke, usvojene su gornje granice.

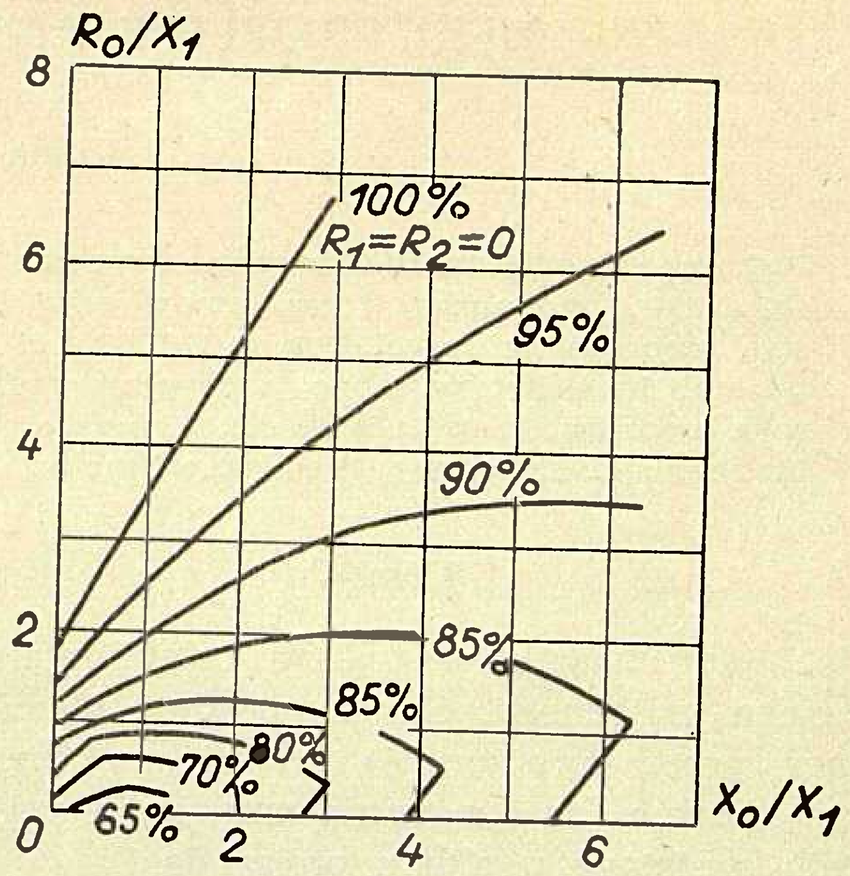
Iz dijagrama se također vidi, da bi se mogli u nekim sistemima upotrebiti i 70 %-tni odvodnici t. j. odvodnici, čiji nominalni napon je 75 % vrijednosti linijskog napona sistema. Nekih iskustava s tim odvodnicima nema. Sistemi gdje dolaze u obzir takovi tipovi odvodnika, zovu se sistemi tipa A. To su dobro uzemljeni sistemi s omjerima reaktancije i otpora manjim, nego u slučaju B, međutim konstante nisu dovoljno poznate, da bi se mogle odrediti granice.

Sistemi s uzemljenom nultočkom, čiji karakteristični omjeri su veći nego u slučaju sistema B, t. j. $X_0/X_1 > +3$ i $R_0/X_1 > +1$ nazivaju se sistemima tipa C. Oni sadržavaju i sisteme uzemljene preko Petersenovih svitaka. U takvim sistemima upotrebljavaju se 100 %-tni odvodnici.

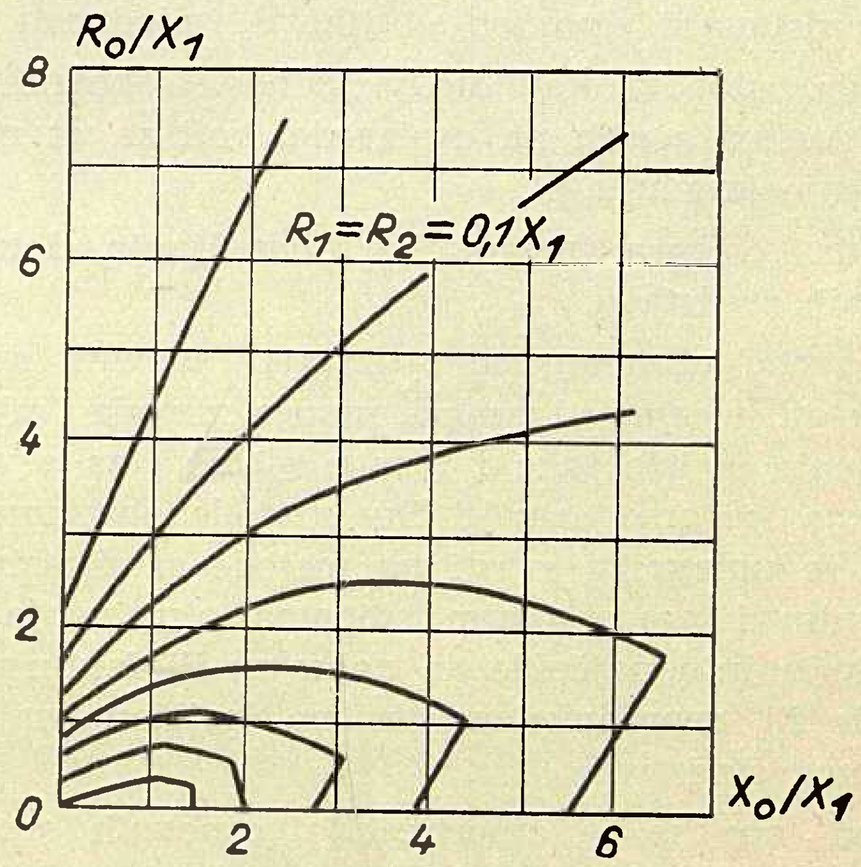
Sistemi s izoliranom nultočkom s omjerom reaktancije X_0/X_1 između -40 i $-\infty$ nazivaju se sistemi tipa D a s omjerom X_0/X_1 između 0 i -40, sistemima tipa E.

Tablica daje pregled pojedinih tipova sistema i vrijednosti odgovarajućih odvodnika.

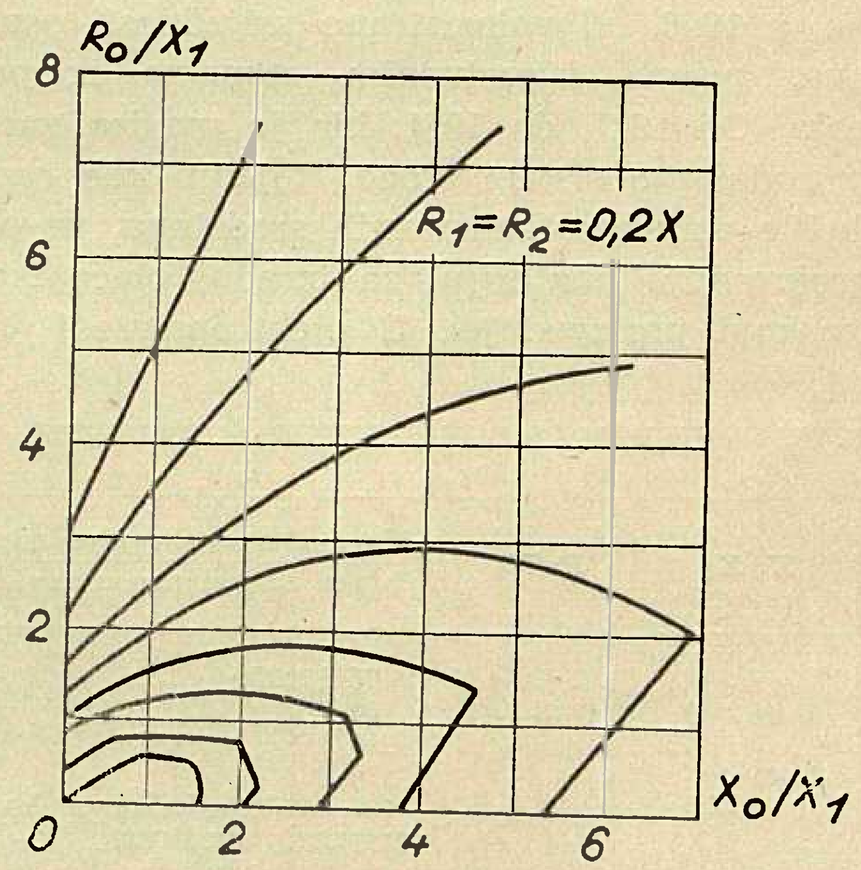
U izvjesnim se slučajevima mogu dakle upotrebiti odvodnici prenapona čiji su nazivni naponi niži od nazivnog napona mreže, ali napon pod kojim odvodnik radi ne smije prijeći maksimalni napon odvodnika.



Slika 7a



Slika 7b



Slika 7c

Sl. 7. Napon voda prema zemlji kod uzemljene nultočke za razne konstante mreže

(Nastavlja se na str. 302)

NEKI PROBLEMI AMORTIZACIJE U ELEKTROPRIVREDI

Ljiljana Wipplinger, Zagreb

Prikazana je vrijednost i struktura osnovnih sredstava elektroprivrede u NR Hrvatskoj sa stanjem 31. prosinca 1957., te godišnji iznosi amortizacije i ukupni otpisi po stopama, koje su sada na snazi, kao i sredstva amortizacije raspoloživa u 1958. Da bi se mogla izvršiti izmjena stanovitih dijelova postrojenja i time povećao kapacitet, potrebno je povećati sredstva amortizacije. Autor predlaže stanovite mjere kao: skraćenje roka amortizacije, povećanje osnovice za amortizaciju, dobivanje dugoročnih zajmova i preraspodjelu između blokiranog i slobodnog dijela amortizacije.

DK 621.311.1:657.372.3

Uvod

Riječ »amortizacija« označava oslabljenje ili gašenje neke vrijednosti. Sa ekonomskog gledišta ona označava proces pretvaranja investicione imovine u obrtnu, odnosno, uračunavanje smanjenja vrijednosti osnovnih sredstava u cijenu proizvoda.

Amortizacija osnovnih sredstava ima tri glavna, međusobno tijesno povezana zadatka, i to:

a) da odrazi tehničko i ekonomsko trošenje osnovnih sredstava i smanjenje njihove vrijednosti,

b) da ustanovi, koji dio vrijednosti osnovnih sredstava prelazi s njih na proizvode, koji se uz njihovo korištenje izrađuju, i

c) da osigura mogućnost obnavljanja dotrajalih osnovnih sredstava.

U svrhu obračuna amortizacije osnovnih sredstava postoji, u teoriji i praksi, mnogo metoda i njihovih varijanata, a isto tako i mnogo gledišta za utvrđivanje osnovice amortizacije. Sve metode obračunavanja mogu se uglavnom svesti na metode sa fiksnim, degresivnim i progresivnim stopama otpisivanja, koje se primjenjuju najčešće na nabavnu ili fakturnu, današnju ili reprodukcionu te na knjižnu vrijednost osnovnog sredstva.

Kod nas se je amortizacija osnovnih sredstava obračunavala tokom proteklog vremenskog razdoblja na nekoliko načina.

Od godine 1945. amortizacija je obračunavana od nabavne, a 1946. od valorizirane vrijednosti osnovnih sredstava, prema iskustvenim stopama iz perioda prije rata. Od 1947. do 1951. bio je uveden za industriju i rudarstvo sistem stopa, kojemu kao osnovica nisu služile vrijednosti osnovnih sredstava, nego troškovi proizvodnje (materijal za izradu, plaće izrade i opći troškovi proizvodnje). U elektroprivredi je međutim masa izračunate amortizacije bila svedena na količinu proizvodnje u MWh, a ne na troškove proizvodnje.

U 1952. i 1953. godini imali smo sistem t. zv. »amortizacionih kvota«, prema kojemu su poduzeća pojedinačno bila zadužena s ukupnim iznosom amortizacije. U godini 1953. bila je izvršena procjena osnovnih sredstava, pa je u 1954. uveden sistem fiksnih stopa na revaloriziranu, odnosno na nabavnu vrijednost sredstava nabavljenih u 1954. i kasnije. Amortizaciona stopa se je u tom periodu sastojala iz dijela za zamjenu, i dijela za investiciono uzdržavanje. Sa 1. I. 1958. bila je izvršena ponovna revalorizacija i to na taj način, da su bili propisani koeficijenti, za nabavnu vrijednost osnovnih sredstava.

Tokom 1957. (Sl. list br. 24/57 i 7/58) doneseni su novi propisi o stopama amortizacije, te se po njima amortizacija obračunava još i sada. Prema toj odluci amortizacione stope služe samo za zamjenu osnovnih sredstava, dok investiciono uzdržavanje ide na teret materijalnih troškova.

Vrijednost i struktura elektroprivrednih postrojenja Hrvatske u godini 1958.

U elektroprivredi, a naročito u hidroelektranama i prijenosnim postrojenjima troškovi amortizacije sačinjavaju velik dio troškova, pa se zato pitanje amortizacije nameće kao jedan od važnih problema. Potrebno je znati, da li iznos godišnje amortizacije omogućuje zamjenu odnosno očuvanje sadašnjeg kapaciteta elektroprivrednih postrojenja određene strukture i kvalitete.

Da bismo lakše uočili taj problem, navodimo prikaze vrijednosti i strukture osnovnih sredstava elek-

---

Tip mreže	X_0/X_1	R_0/X_1	$\frac{\text{Nominalni napon odvodnika}}{\text{Maks. linijski napon mreže}} \times 100$
A	$< +3$	$< +1$	75 i niže
B	0 do + 3	0 do + 3	80
C	+ 3 do + ∞	+ 1 do + 8	100
D	od - 40 do - ∞		110
E	0 do - 40		za svaki slučaj treba specijalno studirati

Odvodnici viših nazivnih napona od nazivnog napona mreže ne mogu se upotrebljavati, jer su proradni udarni i preostali napon viši od izolacione razine štićene izolacije, pa ne predstavljaju zaštitu.

Literatura:

Grundmark: *Lightning Arresters Protection the 380 kV Power System*, ASEA Journal (26) 1953, br. 7–8.

Grundmark: *Lightning Arresters*, ASEA Journal (26) 1953, br. 1–2.

Beck: *Lightning Protection for Electric Systems*, New York 1954.

Lewis: *The Protection of Transmission Systems against Lightning*, New York 1949.

Demoulin: *La protection par parafoudres et la coordination des isolements*, ACEC br. 1, 1953.

VDE: *VDE Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen 1957.*

JUS: *Odvodnici prenapona sa nelinearnim otporima 1958.* (prijedlog).

Naslov pisca: Ing. Marijan Arnold, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37

troprivrede na teritoriju Hrvatske. U obzir su uzete elektrane udružene u Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i to, hidroelektrane: Vinodol i Fužine, Ozalj, Zeleni Vir, Kraljevac, Miljacka, Jaruga, Zavrelje, Mihaljevci* i Kuzmica* i termoelektrane: Jertovec, Osijek,* Rijeka, Vlaška, Zagreb i Županja,* te prijenosna postrojenja poduzeća Elektroprenos Zagreb i Elektroprenos Split.

Kao što je već ranije rečeno, 31. XII. 1957. vršena je ponovna procjena osnovnih sredstava, kako bi se ona svela na realniju osnovu. Tekuće su cijene naime, u svim privredama, u većoj ili manjoj mjeri na liniji inflatornog trenda.

Efekt valorizacije u elektroprivredi prikazan je u tablici 1.

Vrijednost osnovnih sredstava 31. XII. 1957. prije i poslije izvršenog ispravka

Tablica 1
Din . 10^3

Postrojenje	Nabavna vrijednost	Otpisi i amortizacija	Sadašnja vrijednost
Hidroelektrane			
Prije ispravka	17,105.242	3,806.435	13,298.807
Poslije ispravka	19,064.839	4,369.212	14,695.627
Razlika	1,959.597	562.777	1,396.820
Povišenje u %	11,46	14,78	10,50
Termoelektrane			
Prije ispravka	10,613.312	3,538.774	7,074.538
Poslije ispravka	11,689.133	4,121.290	7,567.843
Razlika	1,075.821	582.516	493.305
Povišenje u %	10,14	16,46	6,97
Prijenosna postrojenja			
Prije ispravka	11,917.283	1,478.479	10,438.804
Poslije ispravka	12,721.290	1,639.172	11,082.118
Razlika	804.007	160.693	643.314
Povišenje u %	6,75	10,20	6,16

Za bolju ilustraciju navedenih ukupnih vrijednosti osnovnih sredstava izrađeni su grafički prikazi po elektranama odnosno po prijenosnim poduzećima.

U narednoj tabeli prikazana je struktura osnovnih sredstava. Godišnji iznosi amortizacije i godišnji iznosi otpisa izračunani su prema sada važećoj odluci o stopama amortizacije osnovnih sredstava. U toj odluci istaknuta je razlika između pojma amortizacije i pojma otpisa, jer se za osnovna sredstva određenih grupa ne obračunava, niti ne uplaćuje amortizacija, već vrši samo otpis (ispravak vrijednosti). Otpis je naime knjigovodstveni način prikazivanja ispravka vrijednosti osnovnih sredstava, dok amortizacija, t. j. stvarno trošenje osnovnih sredstava nastaje bez obzira, da li je to knjigovodstveno provedeno ili nije.

U elektroprivredi pojavljuju se slijedeće grupe osnovnih sredstava, koje se otpisuju, a za koje se ne obračunava, niti ne uplaćuje amortizacija: hidrograđevinski objekti, operativne obale i željezničke pruge — donji stroj. Hidrograđevinski objekti kod hidroelektrana predstavljaju velik dio ukupne vrijednosti, pa su zato u strukturi posebno iskazani, dok su željezničke pruge kod termoelektrana zanemarivo male i uključene u ostalu opremu.

Struktura osnovnih sredstava 1. I. 1958.

Tablica 2
Din . 10^3

Postrojenja	Nabavna vrijednost	God. iznos		Ukupni otpisi	Sadašnja vrijednost
		amortizacije	otpisa		
Hidroelektrane					
Hidrograd. dio	10,701.587	—	160.523	1,841.498	8,860.089
Građ. dio	2,232.900	48.741	48.774	464.108	1,768.792
Oprema	6,125.364	289.781	289.781	2,063.606	4,061.758
Zemljište	4.988	—	—	—	4.988
Ukupno	19,064.839	338.522	499.078	4,369.212	14,695.627
Termoelektrane					
Građ. dio	3,012.382	52.225	52.299	493.937	2,518.445
Oprema	8,668.969	484.183	484.183	3,627.353	5,041.616
Zemljište	7.782	—	—	—	7.782
Ukupno	11,689.133	536.408	536.482	4,121.290	7,567.843
Prijenosna postrojenja					
Građ. dio	8,212.749	164.340	164.340	846.223	7,366.526
Oprema	4,504.565	280.481	280.481	693.720	3,810.845
Dugogodiš. zasadi	199	6	6	6	199
Zemljište	3.777	—	—	—	3.777
Ukupno	12,721.290	444.827	444.827	1,539.949	11,181.341

Slobodni i blokirani dio amortizacije

U tablici 2 izračunane godišnje kvote amortizacije ne mogu se koristiti u cijelosti, već se one dijele na slobodni i blokirani dio.

Elektroprivredna poduzeća mogu koristiti sredstva amortizacije u iznosu koji se dobije, kad se od ukupne uplaćene amortizacije odbije:

a) 20 % od uplaćenog dijela amortizacije za otpis vrijednosti građevinskih objekata, i

b) uplaćeni dio amortizacije za otpis vrijednosti opreme, koji odgovara procentu sposobnosti opreme prema stanju iskazanom u završnom računu za proteklu godinu.

Pored na gornji način izračunatih iznosa slobodnog dijela iz godišnje kvote, poduzeća mogu u cijelosti koristiti sredstva amortizacije koja potječu od:

a) prodaje osnovnih sredstava,

b) naknade štete primljene za osnovna sredstva,

c) prenijetih slobodnih sredstava amortizacije iz ranijih godina.

Budući da obaveza uplaćivanja amortizacije dospijeva 25. u mjesecu za protekli mjesec, a pravo korištenja amortizacije dospijeva po isteku tromjesečja, to se kod godišnje kvote može koristiti $^8/_{12}$ uplaćenih sredstava za dotičnu godinu.

Kod nepromijenjenog stanja osnovnih sredstava, t. j. kod iste osnovice za amortizaciju i istih stopa, godišnja kvota se ne mijenja, ali se odnos slobodnog i blokiranog dijela povećava u korist slobodnog. Ovo povećanje iznosi kod sadašnjih stopa za hidroelektrane 4,7 %, a za termoelektrane i prijenosna postrojenja 5,5 %.

Sredstva amortizacije, koja su prema izloženom bila raspoloživa u 1958. prikazana su u tablici 3.

* Napomena: HE Mihaljevci i Kuzmica te TE Osijek i Županja nisu udruženi u Zajednicu, ali su uzete u obzir zbog cjelovitosti prikaza.

Sredstva amortizacije raspoloživa 1958.

Tablica 3
Din . 10^3

Postrojenja	9/12			31. XII. 1957		Ukupno raspoloživo slobodno
	slob. dijela	blok. dijela	ukupno	blok. dio	raspoloživo	
Hidroelektrane	101.651	152.234	253.885	657.834	208.396	462.281
Termoelektrane	179.955	213.583	393.538	617.306	339.191	519.146
Prijenosna postrojenja	131.013	202.608	333.621	303.537	340.497	471.510

Upotreba sredstava amortizacije

Sredstva amortizacije služe za očuvanje postojećeg kapaciteta, pa se stoga iz tih sredstava (prema našim propisima) može vršiti:

zamjena osnovnih sredstava i
otplata investicionih zajmova.

Iako pojam zamjene nije precizno utvrđen u Zakonu o osnovnim sredstvima, pod zamjenom se, prema službenim tumačenjima, razumijeva:

a) nabava istog osnovnog sredstva umjesto dotrajalog i rashodovanog,
b) nabava istog osnovnog sredstva umjesto dotrajalog uz naknadno rashodovanje,
c) nabava osnovnog sredstva radi naknade smanjenog kapaciteta takvog istog ili više istih osnovnih sredstava zbog istrošenosti, a bez obaveze rashodovanja,
d) nabava modernog osnovnog sredstva umjesto rashodovanog,
e) rekonstrukcija i
f) djelomična zamjena.

Kod upotrebe sredstava amortizacije za isplatu anuiteta (Sl. list br. 54/57) razlikuju se dvije vrste zajmova: zajmovi iz ostalih izvora i zajmovi iz općeg investicionog fonda. Za isplate anuiteta kod otplate zajmova iz ostalih izvora mogu se upotrebiti samo slobodni dio amortizacije i novčana sredstva fonda osnovnih sredstava formirana iz čistog prihoda. Samo kod otplate zajmova iz općeg investicionog fonda mogu se upotrebiti i blokirana sredstva amortizacije, ali istom ako se najprije u cijelosti iskoriste slobodna sredstva amortizacije. Novčana sredstva fonda osnovnih sredstava, koja su unijeta iz čistog prihoda ne moraju se upotrebiti i to nije uvjet za mogućnost korištenja blokiranog dijela amortizacije u svrhu otplate zajmova iz općeg investicionog fonda.

Na temelju iznesenog stanja i strukture osnovnih sredstava, te amortizacije, načina njenog obračunavanja i upotrebe navodimo slijedeća zapažanja:

1. Amortizacija se obračunava radi jednostavne reprodukcije osnovnih sredstava, te stoga na proizvod treba prenijeti nabavnu vrijednost umanjenu za vrijednost likvidnog ostatka. Amortizaciju je ekonomski opravdanije obračunavati na kraći rok.

Stvarna i obračunska amortizacija ne mogu biti jednake (to je samo teoretski moguće) u toku obračunskog vijeka trajanja osnovnog sredstva, ali su bolje rezerve od skrivenog gubitka.

Ako pretpostavimo, da se ostvarena amortizacija reinvestira i da se od tih investicija očekuje ista rentabilnost, onda je prosječna godišnja akumulacija veća kod postrojenja sa višom stopom amortizacije, t. j. kod postrojenja sa kraćim životnim trajanjem.

2. Amortizacija se može obračunavati zavisno od vremena i od učinka. Vremenska amortizacija uzrokuje nejednako opterećenje proizvoda troškovima amortizacije, budući da je godišnja kvota stalna. Učinska amortizacija opterećuje proizvode jednakim iznosom, a godišnja kvota zavisi od proizvedene količine proizvoda.

Sadašnja, vremenska metoda amortizacije je u elektroprivredi primjenljiva, budući da su propisane stope ponderirane za grupe osnovnih sredstava.

Međutim, mogla bi se svrsishodno primijeniti i učinska amortizacija, t. j. amortizacija bi se mogla obračunavati po proizvedenom kWh-u s nekim utvrđenim minimalnim iznosom i nekim dodatkom radi eventualne buduće ekonomske zastarjelosti, koja bi se morala obračunati i isplatiti bez obzira na količinu proizvodnje dotične elektrane.

3. Prosječna stopa amortizacije termoelektrana u Hrvatskoj iznosi 4,59 ili prosječno životno trajanje iznosi 22 godine. Građevinski dio se otpisuje sa prosječnom stopom 1,73 kod životnog trajanja 58 godina, a oprema sa stopom 5,59 kod životnog trajanja 18 godina.

4. Prosječna stopa amortizacije za opremu hidroelektrana iznosi 4,73 što predstavlja životno trajanje od 21 godine. Za hidrograđevinski dio međutim zbog različitih tipova hidroelektrana ne postoji neka određena veličina, koji dio on predstavlja u ukupnoj investicionoj sumi, pa zato on znatno utječe na prosječnu stopu, odnosno na prosječno životno trajanje cijelog postrojenja. Naša otpisna stopa za hidrograđevinski dio iznosi 1,5, dok prosječna amortizaciona stopa za hidroelektrane u Hrvatskoj iznosi 1,78 kod životnog trajanja od 56 godina.

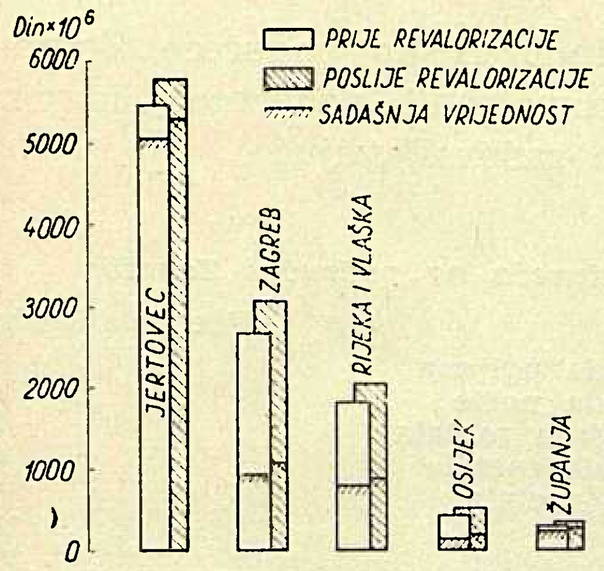
5. Kod hidroelektrana momenat, da se za hidrograđevinski dio ne obračunava amortizacija, već se vrši samo knjigovodstvena ispravka vrijednosti, predstavlja poseban problem. Ako pretpostavimo, da bi se investicioni zajam morao povratiti samo iz sredstava amortizacije, to će, kad hidroelektrana bude potpuno otpisana nedostajati cijeli iznos hidrograđevinskog dijela. (U Hrvatskoj on iznosi 56,13 % od vrijednosti svih udruženih hidroelektrana.) Prema našim propisima se međutim anuiteti plaćaju iz sredstava amortizacije, a ako ona nisu dovoljna, ostatak iz dohotka poduzeća. Ako je prema tome hidroelektrana izgrađena iz zajma, tada se kroz novčana sredstva amortizacije ne će moći vratiti cijeli zajam, jer će nedostajati amortizacija hidrograđevinskih objekata, za koje se ona nije obračunavala i uplaćivala, što znači, da će se velik dio zajma morati vratiti kroz dohodak poduzeća, a ovaj je minimalan.

Mišljenja smo da bi se i za hidrograđevinski dio hidroelektrana morala obračunavati i uplaćivati amortizacija, i da bi se prema tome i ona morala ukalkulirati u cijenu koštanja električne energije.

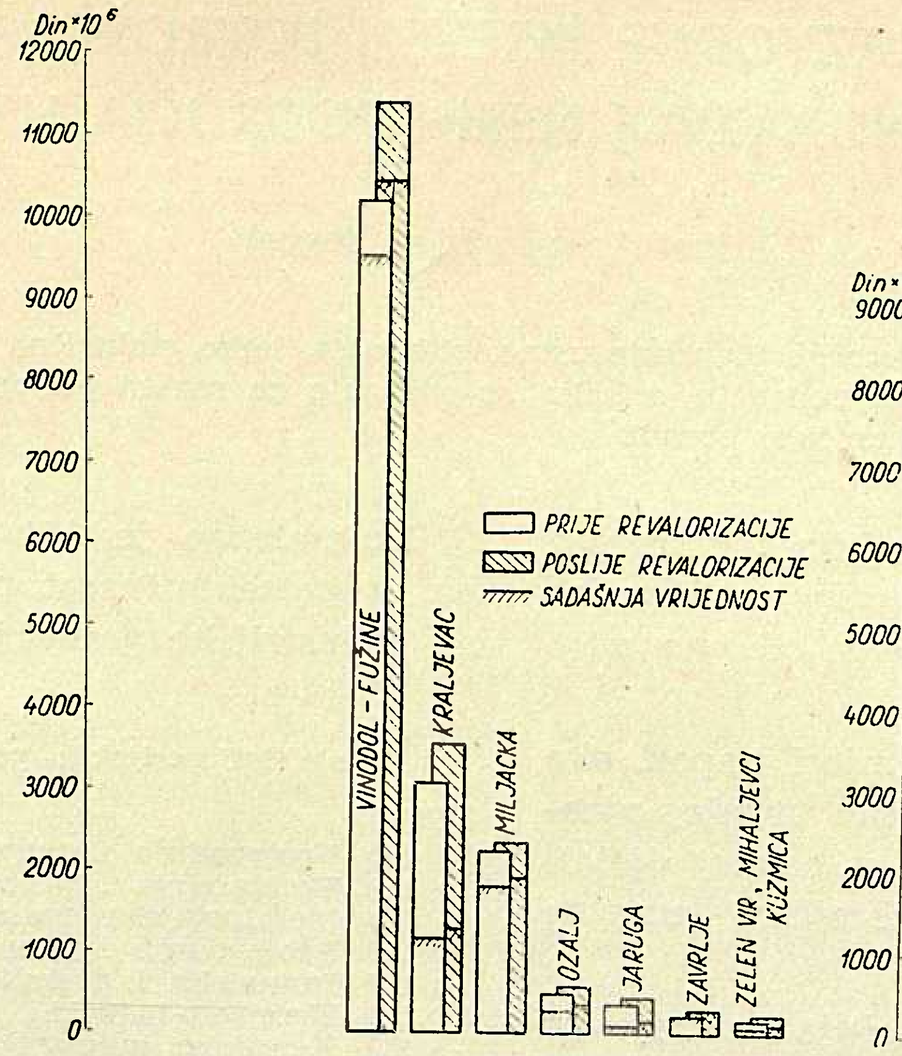
6. Ukupna stopa amortizacije otpisa za prijenos električne energije u Hrvatskoj iznosi 3,5 odnosno životno trajanje iznosi u prosjeku 28,6 godina.

Amortizacija prijenosa se međutim sastoji iz amortizacije transformatorskih stanica i vodova visokog napona.

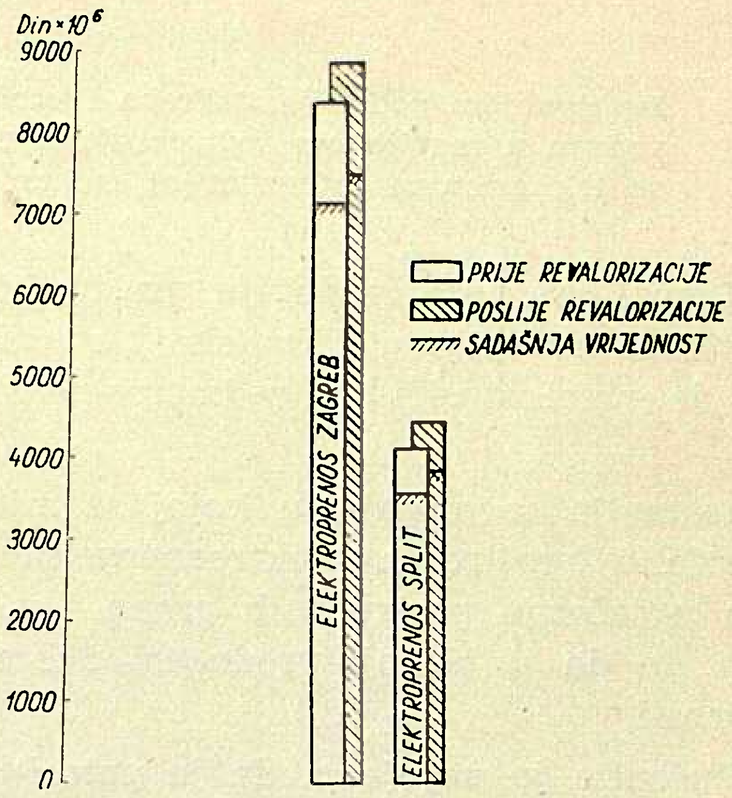
Prema našim propisima, građevinski dio transformatorskih stanica amortizira se sa stopom 1,20, od-



Sl. 1. Nabavna i sadašnja vrijednost hidroelektrana prije i poslije revalorizacije 31. XII. 1957.



Sl. 2. Nabavna i sadašnja vrijednost termoelektrana prije i poslije revalorizacije



Sl. 3. Nabavna i sadašnja vrijednost prijenosa (vodovi i transformat. stanice) električne energije

nosno životno trajanje iznosi 83,3 godine, dok se oprema amortizira sa 6 %, odnosno životno trajanje iznosi 16,6 godina.

Ako uzmemo u obzir naše dosadašnje iskustvo, i ako usporedimo naš prosjek sa inozemstvom, onda dolazimo do slijedećeg zaključka:

Životno trajanje građevinskog dijela je previsoko i ono ne bi smjelo prijeći 50 godina (amortizaciona stopa 2), dok je životno trajanje opreme prenisko, i moralo bi iznositi najmanje 20 godina (amortizaciona stopa 5).

Vodovi visokog napona se kod nas amortiziraju sa stopom 2, odnosno životno trajanje iznosi 50 godina, što smatramo isto previsokim, jer bi bio dovoljan prosjek od 30 godina, sa prosječnom stopom 3,3.

7. Prema ranije opisanoj upotrebi sredstava amortizacije, za isplatu anuiteta se može upotrebiti samo slobodan dio amortizacije, a tek kad on nedostaje blokirani dio, i to samo u slučaju ako je zajam dobiven iz Općeg investicionog fonda. Ako je zajam međutim dobiven iz ostalih izvora, a novčana sredstva slobodnog dijela nisu dovoljna za isplatu anuiteta moraju se koristiti sredstva fonda osnovnih sredstava formirana iz čistog prihoda. Prema tome, ako su anuiteti tako veliki, poduzeću ne ostaju više na raspolaganju nikakva novčana sredstva za najpotrebniju zamjenu i rekonstrukciju. Ne bi li se to moglo ublažiti na taj način, da se u tom slučaju poduzeću ostavi na raspolaganju barem jedan dio amortizacije, koja će služiti za najhitniju zamjenu i rekonstrukciju. Kod elektroprivrede naime postoji nužnost, da se putem izmjene nekih dijelova postrojenja poveća kapacitet, kako bi ona mogla preuzeti povećano opterećenje, koje stvara rastući konzum.

8. Povećanje sredstava amortizacije, odnosno namirenje potrebnih sredstava može uslijediti:

a) skraćenjem roka amortizacije,

b) povećanjem osnovice za amortizaciju,

c) dobivanjem dugoročnih zajmova,

d) preraspodjelom između blokiranog i slobodnog dijela.

ad a) Ako bi se rok obračuna amortizacije opreme od 21 godine kod hidroelektrana, i 18 godina kod termoelektrana skratio na 15 godina, odnosno, ako bi se od sadašnje prosječne stope 4,7 za hidroelektrane i 6,5 za termoelektrane prešlo na stopu 6,5 za sadašnju strukturu osnovnih sredstava, to bi dalo povećanje godišnje kvote od oko 108 milijuna za hidroelektrane i oko 107 milijuna za termoelektrane.

ad b) Ako bi se umjesto skraćenja roka obračuna amortizacije potražilo rješenje u povećanju osnovice t. j. nabavne vrijednosti, tada bi povećanje moralo odgovarati reprodukcionoj vrijednosti elektrana.

ad c) Rješenje za obnovu postrojenja treba provoditi kroz koncentraciju sredstava amortizacije i putem dugoročnih kredita, čiji su anuiteti prilagođeni pritjecanju sredstava amortizacije.

ad d) U svrhu raspodjele sredstava amortizacije moglo bi se predložiti, da iznos amortizacije građevinskog dijela bude 100 % slobodan, odnosno, da uopće cijela kvota bude slobodna, budući da neke druge privredne grane uživaju ovu pogodnost.

9. Pri tome amortizacione stope ne treba shvatiti samo kao izraz ocjene vijeka trajanja nekog postrojenja, već i kao instrumenat za realizaciju sredstava potrebnih u danom periodu za njihovo održavanje.

Literatura

L. Wipplinger i A. Kršulović, *Amortizacija elektroprivrednih postrojenja*. Institut za elektroprivredu, Zagreb, prosinac 1958.

Naslov pisca: Dipl. ec. Ljiljana Wipplinger, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37.

UTJECAJ INVESTIRANJA U RAZVODNE MREŽE I POTROŠKA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PRIVREDNI RAZVOJ NEKIH PODRUČJA HRVATSKE

Željko Vodopija, Zagreb

Ispitivanjem područja Zagreba i istočne Slavonije ustanovljeno je, kako električna energija utječe na proizvodnju u razvijenom industrijskom području, a kako se odrazuje na razvoj poljoprivrednog područja, kada se tek pristupa intenzivnijoj mehaničkoj obradi.

DK 338.924 : 621.31

U poslijeratnom razdoblju proizvodnja i potrošnja električne energije u Hrvatskoj, odnosno u Jugoslaviji, je peterostruka do sedmerostruka od one u g. 1945.

Postavlja se pitanje, u kojoj se mjeri napori oko jačanja i proširenja elektroenergetske mreže odrazuju u jačanju proizvodnih grana i u ostaloj djelatnosti, te da li postoji vrednosni i brojčani izraz te ovisnosti.

Općenito je usvojeno, da je potrošnja energije po jednome stanovniku jedan od bitnih pokazatelja privredne razvijenosti nekog područja. Električna energija kod toga igra vrlo značajnu ulogu, kako zbog svog količinskog udjela, tako i zbog svoje prikladnosti upotrebe za raznovrsne tehnološke procese. Nedostatak električne energije najteži je i najskuplji oblik disproporcija u privredi.

Intenzivnijim investiranjem u elektroenergetska postrojenja nastoji se ispraviti disproporcija između potreba za električnom energijom, koje izrazito naglo rastu, i mogućnosti zadovoljenja tih potreba. Međutim, to tek djelomično uspijeva.

Akumulativna sposobnost naše privrede nije takva da bi mogla odvojiti sredstva dostatna za investiranje u onom obimu u kojem se manifestiraju mogućnosti i potrebe u privrednom razvoju. Investiranje u električna postrojenja u Jugoslaviji trebalo bi iznositi 70—80 milijardi godišnje, a iznosi 30—35 milijardi.

Ovaj prikaz je zamišljen kao pokušaj, da se dovedu u vezu investiranja u električna postrojenja sa rezultatima, koje ove investicije daju. Kod toga su kao konkretan objekt razmatranja uzeta ne cjelokupna investiranja, već samo investiranja u razvodnu i razdjelnu mrežu. Isto tako kao područje razmatranja uzeta su:

a) investiranja u industrijski jako razvijeno područje;
b) investiranja u područja sa znatnim industrijskim kapacitetima;
c) investiranja u pretežno poljoprivredna područja, ali koja su već bila vezana na jedinstvenu mrežu;
d) investiranja u poljoprivredna područja, koja nisu bila vezana na jedinstvenu mrežu.

PODRUČJE ZAGREBA

Područje Zagreba predstavlja najjači industrijski centar zemlje. Blizu 30 % industrijske proizvodnje u našoj narodnoj republici i oko 8 % cjelokupne industrijske proizvodnje FNRJ ostvaruje se u industriji Zagreba.

Promatrano je 151 industrijsko poduzeće Zagreba. Reprezentativnost promatranih poduzeća obzirom na industrijske grane je zadovoljavajuća.

Vrste industrijskih poduzeća na području Zagreba

Grana		Broj poduzeća
112	Proizvodnja i prerada ugljena	2
113	Proizvodnja i prerada nafte	2
115	Metalurgija raznobojnih metala	1
116	Proizvodnja i prerada metala	8
117	Industrija i prerada metala	28
119	Elektroindustrija	12
120	Kemijska industrija	16
121	Industrija građevinskog materijala i proizvodnja cementa	13
122	Drvna industrija	11
123	Industrija papira	2
124	Tekstilna industrija	16
125	Industrija kože i obuće	10
126	Industrija gume	1
127	Prehrambena industrija	10
128	Grafička industrija	14
129	Industrija duhana	1
130	Filmska industrija	4
		151

Podaci su prikupljeni za posljednje 3 godine, t. j. za godine 1955., 1956. i 1957. Već je naprijed napomenuto da je i godine 1955. situacija u pogledu opskrbe električnom energijom bila teška. No u 1956. situacija se je još i pogoršala.

Na području zapadne Hrvatske u godini 1956. je reducirano 16.483 MWh. Uslijed ispada i prekida manje je isporučeno daljnjih 1.259 MWh, tako da je ukupno dano potrošačima manje 17.742 MWh. Ovdje nisu uračunati gubici uslijed nižeg napona i frekvencije.

Ukupno zadovoljenje konzuma u sistemu zapadne Hrvatske u 1956. iznosilo je 96,8 %, no u pojedinim mjesecima podmireno je svega 85 % potreba. Industrija je bila reducirana do na 60 %.

Kvalitet energije, frekvencija i napon bili su ispod dozvoljene granice u 70 % radnih dana.

Industrijske elektrane bile su u pogonu u toku cijele godine.

Ovakva situacija odrazila se je u navedenim poduzećima vrlo oštro. Mjesto porasta potrošnje električne energije za oko 8,45 % (prosječni porast 1947. do 1955. za grupu »industrija«) došlo je do pada potrošnje u godini 1956.

I u periodima kad je bilo dovoljno energije, nije bilo moguće prenijeti je svu do potrošača, jer je kapacitet transformacije i vodova u Zagrebu bio daleko ispod potreba snage. Ovaj problem je u godini 1955. i 1956. postao naročito akutan.

Da bi riješila ovu situaciju, elektroprivreda je u toku 1956. a naročito 1957. vršila znatne radove na rekonstrukcijama postojećih i izgradnji novih vodova i stanica.

Dobava električne energije zagrebačkoj industriji 1955. — 1957.

(potrošak u MWh)

	1955	1956	1957
Prvomajska	1.781	1.619	1.921
Jugokeramika	2.564	2.397	2.831
Ghetaldus	431	420	1.014
TPK	687	558	753
Lim	372	305	636
Tvornica češljeva	254	213	329
Grafos	623	568	713
Ventilator	309	262	339
Goran	254	207	779
Tekstilstroj	217	186	439
Kontakt	317	303	381
Jugoton	96	79	126
Munja	1.096	963	1.188
Fotokemika	445	353	730
Pilana, Zagreb	139	92	166
Pamučna prediona	2.578	2.494	3.141
Pobjeda	1.904	1.701	2.738
Zagreb. ind. svile	214	167	308
Naprijed	401	334	468
Ukupno za navedeno 151 poduzeće	93.666	90.879	112.733

1. Porast zračnih vodova n. n. za period

a) 1947.—1955.

$$i^8 = \frac{907}{530} = 1{,}712 \qquad i = \sqrt[8]{1{,}712} = 1{,}07$$

b) 1955.—1957.

$$i^2 = \frac{1263}{907} = 1{,}393 \qquad i = \sqrt[2]{1{,}303} = 1{,}18$$

U ovim jednadžbama pod 1. brojnik predstavlja dužinu voda g. 1955., odnosno g. 1957., kao konca ispitivanih razdoblja. Nazivnik predstavlja dužinu vodova g. 1947., odnosno g. 1955., kao početka ispitivanih razdoblja. Rezultat predstavlja eksponencijalni porast od 7 % odnosno 18 % godišnje.

Isto vrijedi za utvrđenje niže prikazanih vrsta porasta u obim razdobljima, iskazanih pod 2. do 6.

2. Porast zračnih vodova 10 kV za period

a) 1947.—1955.

$$i^8 = \frac{454}{236} = 1{,}922 \qquad i = \sqrt[8]{1{,}922} = 1{,}085$$

b) 1955.—1957.

$$i^2 = \frac{510}{454} = 1{,}124 \qquad i = \sqrt[2]{1{,}124} = 1{,}062$$

3. Porast kabela n. n. za period

a) 1947.—1955.

$$i^8 = \frac{331}{308} = 1{,}0746 \qquad i = \sqrt[8]{1{,}0746} = 1{,}009$$

b) 1955.—1957.

$$i^2 = \frac{350}{331} = 1{,}0543 \qquad i = \sqrt[2]{1{,}0543} = 1{,}025$$

4. Porast kabela 10 kV za period

a) 1947.—1955.

$$i^8 = \frac{179}{160} = 1{,}119 \qquad i = \sqrt[8]{1{,}119} = 1{,}014$$

b) 1955.—1957.

$$i^2 = \frac{200}{179} = 1{,}117 \qquad i = \sqrt[2]{1{,}117} = 1{,}055$$

5. Porast TS 10 kV za period

a) 1947.—1955.

$$i^8 = \frac{516}{349} = 1{,}478 \qquad i = \sqrt[8]{1{,}478} = 1{,}05$$

b) 1955.—1957.

$$i^2 = \frac{603}{516} = 1{,}17 \qquad i = \sqrt[2]{1{,}17} = 1{,}08$$

6. Porast TS 35 kV za period

a) 1947.—1955.

$$i^8 = \frac{11}{4} = 2{,}75 \qquad i = \sqrt[8]{2{,}75} = 1{,}135$$

b) 1955.—1957.

$$i^2 = \frac{16}{11} = 1{,}455 \qquad i = \sqrt[2]{1{,}445} = 1{,}207$$

Povećanje likvidnih sredstava u amortizacionim fondovima nakon donošenja Uredbe o povećanju amortizacionih stopa za određene grupe osnovnih sredstava elektroprivrede, kao i veće razumijevanje odgovarajućih organa u pogledu potrebnih zajmova za mrežu, omogućili su, da se već u godini 1957. pokažu rezultati ovih napora.

Tako je na području Zagreba pušteno u pogon:

Proširenje distributivne mreže Zagreba u razdoblju 1955.—1958.

	1955		1956		1957		1958
	kom	kVa	kom	kVa	kom	kVa	kom
TS 5/0,4 i 10/0,4 kV	26	2.880	29	4.432	60	15.187	68
TS 30/5 i 30/10 kV	—	—	3	13.000	2	16.000	—
			u metrima				
Kabeli							
5 kv	459		120		6.476	26.200	
10 kV	929		7.829		4.122		
30 kV	177		438		446	7.800	
Zračni vodovi							
5 kV	700		—		1.970	11.100	
10 kV	38.100		43.760		44.340		
30 kV	—		11.580		3.068	1.900	

Podaci o opterećenju kabela do XII. 1956. i nakon toga pokazuju, kako je kritična situacija bila u pojedinim dijelovima promatranog područja prije navedenih krupnijih radova i koliko je poboljšana. Investiciona ulaganja u mrežu i TS 30 kV i niže na području Zagreba iznosila su po tekućim cijenama:

Investiranje u distributivnu mrežu na području Zagreba

	10^3 Din
1954.	169.989
1955.	185.476
1956.	340.527
1957.	1,025.493
1958.	1,105.100

Ovdje su uključena kako ona investiciona ulaganja koja je vršilo poduzeće »Elektra«, tako i ulaganja ostalih korisnika. Kao moment registracije pojedinih ulaganja, uzeto je puštanje postrojenja u pogon.

Iz iznesenih podataka vidljivo je, da je investiranje u godini 1956. povećano, a u toku godine 1957. do 1957. da je bilo mnogo znatnije u odnosu na dotadašnja ulaganja, premašujući ih višestruko.

Ovo međutim treba shvatiti samo kao činjenicu, da je tek u 1957. uspjelo investirati onu svotu, koju bi trebalo godišnje ulagati, da se mreža Zagreba u prihvatljivom roku od nekoliko godina dovede u — kako tako — normalno stanje. Investicije u godini 1956., iako znatno veće nego prijašnjih godina, po svojoj visini bile su još uvijek u velikoj mjeri nedovoljne.

Efekt ovih investiranja u 1957. nažalost nije u najvećem dijelu obuhvaćen rezultatima u poslovanju poduzeća u toj godini (nije se naime još odrazio u toj godini), jer je veći dio postrojenja pušten u pogon krajem godine.

Nije moguće pripisati povećanje bruto-produkta, ili kojeg drugog efekta isključivo boljem snabdijevanju električnom energijom.

Kada se uspoređuju efekti u privredi, izazvani investiranjem, treba uzeti u obzir da postoji izvjestan vremenski pomak između perioda u kojem je investiranje završeno, i perioda kad se počinju ispoljavati rezultati tog investiranja. Ukoliko se radi o elektroprivredi, taj vremenski pomak može biti duži ili kraći. S jedne strane, dužina tog pomaka ovisi o potrošačkim grupama. Kod pojedinih potrošača, odnosno kod pojedinih grupa (vrsta) potrošača, efekti se ispoljavaju brže ili sporije. S druge strane za dužinu pomaka odlučno je i to, da li se investiranjem uklanja usko grlo u snabdijevanju potrošača električnom energijom, ili se radi o investiranju s ciljem, da se elektroenergetski izvori i mreža razvijaju u pravcu električnom energijom. U prvom slučaju postoji umjetno prigušeni konzum. Jasno je, da će se investiranjem, koje rješava takvu nenormalnu situaciju, rezultati pokazati brže i jače nego u drugom slučaju.

U konkretnom razmatranju radi se pretežno o prvom slučaju. Zato je za uspoređivanje prvih vidljivih efekata postignutih investiranjem uzet vremenski pomak od jedne godine.

Usporedba investiranja u zagrebačku mrežu sa dobavom energije i bruto-produktima u razdoblju 1954.—1957.

Investirano			Opskrba industrije			Bruto-produkt promatranih poduzeća 1955.—57.		
God.	Svota Din 10^3	Indeks	God.	MWh	Indeks	Ggod.	Svota Din 10^6	Indeks
1954.	169.989	100	1955.	93.666	100	1955.	130.831	100,00
1955.	185.476	109,11	1956.	90.879	97	1956.	131.142	100,24
1956.	340.527	200,32	1957.	112.733	120,6	1957.	168.218	128,58

Indeksi investiranja i indeksi proizvodnje stoje u određenoj ovisnosti.

Na jedan utrošeni kWh električne energije ostvareno je u industriji Zagreba:

Bruto-produkt i dobitak zagrebačke industrije u odnosu na kWh

1955.	proizvodnje (bruto-produkt)	$\frac{130,831}{93.665}$	= Din 1.397
	dobitka	$\frac{27.139}{93.666}$	= Din 290
1956.	proizvodnje	$\frac{131.142}{90.879}$	= Din 1.443
	dobitka	$\frac{23.567}{90.879}$	= Din 259
1957.	proizvodnje	$\frac{168.218}{112.733}$	= Din 1.492

Broj zaposlenih radnika u spomenutim poduzećima iznosio je

1955.	55.444 radnika
1956.	58.707 radnika
1957.	61.721 radnika

Porast broja uposlenih radnika iz 1955. u 1956. uz istovremeno smanjenu dobavu električne energije i isti obujam proizvodnje govori s jedne strane o djelomično lošoj politici poduzeća, a u pojedinim slučajevima čak i o pokušaju, da se manjak električne energije riješi povećanim udjelom fizičke radne snage.

Međutim — s druge strane — investiranje u električna postrojenja (uz ostala investiciona ulaganja u samim poduzećima) objektivno je stvorilo uslove za zaposlenje nove radne snage, nezavisno od toga, što je u konkretnom slučaju došlo do smanjene dobave električne energije. Isto se tako ni porast iz 1956. u 1957. ne bi mogao tretirati kao rezultat povećane opskrbe električnom energijom.

Iz već navedenih detalja, da je u godini 1956. došlo do povećanja broja radne snage u odnosu na 1955., a uz isti obujam proizvodnje proizlazi, da je u konkretnom slučaju pala produktivnost rada. Kretanje produktivnosti rada vidljivo je iz slijedećih odnosa:

Bruto-produkt na jednog uposlenog čovjeka iznosio je

1955.	$\frac{130.831}{55.444}$	= 2,360.000
1956.	$\frac{131.142}{58.707}$	= 2,234.000
1957.	$\frac{168.218}{61.721}$	= 2,725.000

Ovi odnosi u izvjesnoj mjeri predstavljaju i odraz utjecaja nivoa zadovoljenja potreba na električnoj energiji, na produktivnost rada.

Prednjim navodima pokazano je, da je u godini 1956. bila teška situacija u pogledu dobave električne energije potrošačima, i da su znatne potrebe potrošača na električnoj energiji ostale nepodmirene. Postavlja se pitanje, da li u takvoj situaciji može doći do nadoknade nedostataka električne energije drugim energetskim izvorima, odnosno treba pokazati vezu između ukupne proizvodnje i ukupnog utroška energetskih izvora.

Potrošak goriva u navedenim poduzećima kretao se je ovako:

Potrošnja goriva na području Zagreba 1955.–1957.

	1955. t	1956. t	1957. t
Koks	7.208	6.971	7.305
Kameni ugljen	15.513	18.055	17.864
Mrki ugljen	246.629	252.707	275.844
Lignit	51.311	62.048	69.255
Tekuća goriva	5.224	4.609	4.962
Ogrjevno drvo pr. m.	27.975	25.880	27.976

Vidljivo je, da je kod pojedinih energetskih izvora došlo do izvjesnog povećanja, a kod drugih, do smanjenja potrošnje u godini 1956. u odnosu na 1955.

Ako se ovi podaci u naturalnim veličinama radi svođenja na zajednički nazivnik pretvore u uslovno gorivo (uslovni mrki ugljen od 4.000 kcal) dobivamo slijedeće podatke o ukupnoj potrošnji energetskih goriva.[1]

Potrošnja goriva u zagrebačkoj industriji 1955.—1957. iskazana u uslovnim tonama

Ukupna potrošnja energije	1955		1956		1957	
	uslov. t	%	uslov. t.	%	uslov. t.	%
Goriva bez elektr. ener.	348.741	66,6	361.949	68	392.127	65,1
Potrošnja elektr. ener.	175.155	33,4	169.941	32	210.811	34,9
Ukupno	523.896	100	531.893	100	602.938	100

Vidljivo je, da je u godini 1956. došlo do izvjesne nadoknade manjka električne energije drugim energetskim gorivima.

Uspoređujući naprijed iznesene podatke o ukupnoj potrošnji energetskih goriva, izraženoj u tonama uslovnog mrkog ugljena, sa podacima o veličini bruto-produkta u industriji očita je čvrsta veza ovih odnosa. Tako je ostvareno bruto-produkta na 1 tonu uslovnog mrkog ugljena:

	1955.	1956.	1957.
Bruto-produkt Din/t. usl. g.	249.700	246.600	297.100

Usporedba između utroška goriva i bruto-produkta zagrebačke industrije 1955.—1957.

	1955.	1956.	1957.
Utrošeno energ. gorivo	100	101,5	115,1
Ostvaren bruto-produkt	100	100,2	128,6

Da bismo odredili, u kojoj se mjeri postignuti rezultati u industrijskoj proizvodnji mogu pripisati većoj ili manjoj potrošnji električne energije, polazimo od konstatacije, da nivo proizvodnje u cjelini zavisi od ukupne količine energije.

[1] Pretvorba je izvršena na bazi koeficijenata datih u Statističkom godišnjaku FNRJ, str. 110. Primijenjena je II. varijanta, koja u odnosu na I. varijantu daje veću ulogu električnoj energiji u odnosu na ostala energetska goriva.

Udjelom pojedinih energetskih goriva u ukupnoj sumi energije dane industriji, određuje se značaj i utjecaj ovih, na postignute rezultate u industriji.

Ovakav način vezivanja daje manju ulogu električnoj energiji od one, koju ona stvarno vrši.

Na bazi prethodnog izlaganja udio električne energije u alimentiranju zagrebačke industrije energijom iskazuje se sa cca 33 %.

Prema iznesenim podacima vrijednost 1 kWh električne energije, izražena u bruto-produktu industrijske proizvodnje na području grada Zagreba, iznosila je:

Vrijednost 1 kWh u bruto-produktu zagrebačke industrije 1955.–1957.

1955.	Din 466
1956.	Din 462
1957.	Din 519

Naprijed je također iznesena teška situacija uslijed pomanjkanja električne energije u 1956. Pad potrošnje električne energije u industriji Zagreba u godini 1956. kao posljedica pomanjkanja energije onemogućuje, da se investiciona ulaganja za svaku pojedinu godinu kompariraju sa adekvatnim povećanjem predaje električne energije. Međutim iako u 1956. investiciona ulaganja u razvodnu i razdjelnu mrežu nisu odrazila odgovarajuće efekte u povećanju potrošnje energije, ipak su ona stvorila uvjete, da nakon likvidacije uzroka koji su to spriječili, u narednom periodu dođe do naglijeg porasta potrošnje. Zbog iznesenog bit će investiciona ulaganja u godini 1955. i 1956. uzeta skupno i komparirana sa rezultatima u 1956. i 1957. (vremenski pomak od godinu dana već je objašnjen).

Ulaganja u godinama 1955. i 1956. u razdjelnu i razvodnu mrežu na području Zagreba iznosila su 10^3 Din 526.003. Ovim ulaganjima omogućeno je da dođe do povećanja ukupne predaje električne energije u 1956. i 1957. godini za 56.633 MWh, od čega na spomenuta industrijska poduzeća otpada 19.067 MWh. Valorizacijom ove količine električne energije sa Din/kWh 519 dobiva se vrijednost bruto-produkta od 10^6 Din 9.896.

Odavde rezultira, da je na području Zagreba investiranje jednog milijuna dinara u razdjelnu i razvodnu mrežu dalo u periodu 1956.—1957. povećanje bruto-produkta industrije za 18.810 Din 10^3 godišnje.

Ako pretpostavimo da se 40 % od ukupnih investicija odnosi na industriju a 60 % na ostale potrošače, tada dobivamo, da se od ukupne svote odnosi na postrojenja namijenjena industriji 10^3 Din 210.401. Prema tome investiranjem milijuna dinara u distributivnu mrežu za potrebe industrije dobiva se efekat u povećanju bruto-produkta industrijske proizvodnje od 47.035 10^3 Din godišnje.

Radi uspoređenja daju se podaci o odnosima investicionog ulaganja i ekonomskih rezultata u privredi na području grada Zagreba. Prema Društvenom planu razvitka privrednih i komunalnih djelatnosti grada Zagreba za godinu 1947.—1951. na 1 milijun dinara investicionog ulaganja treba postići slijedeći iznos bruto-produkta i nacionalnog dohotka.

(Nastavlja se na str. 310 dolje)

PREMIRANJE U TERMOELEKTRANAMA ZA SNIŽENJE TROŠKOVA MATERIJALA ZA PRERADU I VLASTITOG POTROŠKA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ante Kršulović, Zagreb

U vrijednosti bruto-produkta termoelektrana sadržani su pretežnim dijelom zavisni troškovi. To omogućuje da se za postignuto sniženje troškova materijala za preradu i vlastitog potroška električne energije, koje je u ingerenciji radnog kolektiva, provodi premiranje. U članku su prikazani odnosi koji vladaju između postignutog sniženja troškova i sredstava za osobne dohotke i fondove, te iznosa za premije. Premiranje zahtijeva da troškovi budu normirani, da se svakog mjeseca vrši analiza poslovanja, a kroz posebno materijalno stimuliranje određenog broja radnika, sve više se unapređuje cjelokupno poslovanje.

DK 621.311.22.003

Struktura bruto-produkta i mogućnost premiranja

U svrhu što racionalnijeg iskorištavanja goriva u nekim termoelektranama provodi se, ili se priprema uvođenje premiranja za ostvarene uštede, t. j. za sniženje onih troškova, koji u strukturi bruto-produkta zauzimaju znatno učešće.

Pored uspješno primijenjenog sistema premiranja radnika elektroprivrednih organizacija za spremnost postrojenja, kao i stimuliranja putem formiranja dohotka i njegove raspodjele po općim propisima, te općeg nastojanja i brige, da se smanjenjem troškova poveća dohodak, a time da se poveća čist prihod, osobni dohoci i fondovi poduzeća, između svih elektroprivrednih organizacija, termoelektrane se nalaze u posebnom položaju.

Taj posebni položaj termoelektrana očituje se u učešću pojedinih dijelova u ukupnoj vrijednosti bruto-produkta proizvodnje električne energije (grana 111). Tako je za udružene i distributivne termoelektrane Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske prema planu za 1959. godinu struktura bruto-produkta slijedeća:

Redni broj	Opis	Udružene TE		Udružene i distributivne TE	
		Din 000	%	Din 000	%
1.	Materijal za preradu	2,285.605	65	2,591.163	63
2.	Ostali zavisni troškovi	150.691	4	220.307	5
3.	Nezavisni troškovi	740.298	21	889.836	22
4.	Dohodak	351.652	10	413.389	10
5.	Bruto-produkt grane 11	3,528.246	100	4,114.695	100
	ad 1. — Materijal za preradu:				
a.	Energetsko gorivo fco skladište	2,171.019	95	2,472.774	95
b.	Ostali troškovi materijala za preradu	114.586	5	118.389	5
1	Materijal za preradu	2,285.605	100	2,591.163	100

ad 2. — Pored materijala za preradu ima još i ostalih zavisnih troškova, a to su materijalni režijski troškovi, doprinos za kadrove i doprinos za socijalno osiguranje preko opće stope.

Zavisni troškovi su oni koji zavise od obujma proizvodnje električne energije ili radnog kolektiva, odnosno i od jednog i od drugog faktora. To su upravo oni elementi bruto-produkta na kojima se, u smislu višegodišnje i sada važeće elektroprivredne prakse, o reguliranju međusobnih ekonomskih odnosa između poduzeća i Zajednice, ostvaruju individualni rezultati, koji neposredno utječu na dohodak poduzeća. U ovom prikazu to su: 1. Materijal za preradu i 2. Ostali zavisni troškovi.

ad 3. — Ovdje su sadržani nezavisni troškovi, t. j. oni troškovi koji ne zavise od obujma proizvodnje, a u smislu naše prakse, rezultati su (pod određenim uvjetima!) nezavisni od poduzeća. Troškovi snage su najvećim dijelom nezavisni troškovi a to su: amortizacija, investiciono uzdržavanje, premije osiguranja, kamati na fond osnovnih sredstava, kamati na kredite za osnovna sredstva, kamati na fond obrtnih sredstava, kamati na kredite za obrtna sredstva, zemljarina, doprinosi i članarine komorama i stručnim udruženjima.

ad 4. — Ovdje je sadržan dohodak poduzeća, koji se sastoji od vrijednosti minimalnog osobnog dohotka uvećanog za 75 % kod udruženih, odnosno za 50 % kod distributivnih termoelektrana.

Iz gornje tablice vidljivo je, da se struktura bruto-produkta termoelektrana, za razliku od drugih elektroprivrednih organizacija, sastoji pretežnim dijelom od zavisnih troškova. Ovo uvjetuje ostvarenje individualnih rezultata. Da se spriječi mogućnost ostvarenja negativnih rezultata, riziko sadržan u ovim troškovima uspješno će se otkloniti, ako pored opće materijalne zainteresiranosti svakog člana radnog kolektiva, postoji i posebna stimulacija onih pojedinaca i radnih grupa, koji neposredno rukuju tim vrijednostima. Ova posebna stimulacija provodi se putem premiranja za postignuto sniženje troškova u odnosu na normirane.

	povećanje bruto produkta (u milijunima dinara)	povećanje u nac. dohot.
u industriji	3	1,2
u građevinarstvu	2	0,8
u saobraćaju	0,8	0,3
u zanatstvu	3,6	1,2
u poljoprivredi	2,5	1,4

Komparirajući ove podatke sa podacima o efektima koje daje investiranje 1 milijuna dinara u razdjelnu i razvodnu mrežu, dobivamo sliku o efikasnosti investicionih ulaganja u elektroprivredu.

(Nastavit će se)

Rudnik	Sortiman	Stvarna cijena				Planska cijena		Indeks
		Din/t		Fco industrijski kolosijek				
		Fco rudnik	Vozarina	Din/t	Din/kcal	Din/t	Din/kcal	St Din/kcal / Pl Din/kcal
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Prikazana struktura pokazuje prosječan odnos troškova i dohotka u ukupnoj vrijednosti bruto-produkta. Ovi postotni odnosi uz manja odstupanja vrijede i za pojedine termoelektrane. Iz navedene strukture proizlazi, da materijal za preradu predstavlja onaj važan elemenat troškova kome treba dati punu pažnju u svim fazama njegove realizacije. Ako se trenutno isključe troškovi pod br. 3 — nezavisni troškovi — tada se vrijednosti materijala za preradu još više ističe kao onaj trošak koji je od naročitog interesa za radni kolektiv. Na ovaj trošak radni kolektiv ima odlučujući utjecaj, a kako su u pitanju zamašni iznosi nije dovoljno samo pratiti, analizirati i poznavati kretanje tih troškova, već je potrebno poduzimati i odgovarajuće mjere od kojih je jedna premiranje. Potrebno je kroz materijalnu zainteresiranost određenog broja radnika, putem premiranja, tog važnog instrumenta, nastojati da se prosječni rezultati povećaju, da se troškovi materijala za preradu što više snize u odnosu na one normirane. Sniženje ovih troškova od 5 % u navedenim termoelektranama, predstavlja vrijednost od oko 130 milijuna dinara. U elektroprivredi Jugoslavije to je svakako još mnogo impozantnija vrijednost. Velika je to vrijednost i nju bi trebalo doseći, a nastojati da se ostvari i veće sniženje. Siguran instrument, koji će djelovati i omogućiti sniženje troškova, je premiranje za postignute uštede na materijalu za preradu, odnosno za uštede energetskog goriva, jer kao što je vidljivo 95 % sveukupnih troškova materijala za preradu sastoji se od goriva. Od ovog sniženja troškova ima koristi društvena zajednica, poduzeće i radni kolektiv, ali trebaju imati neposredne koristi odnosno izvjestan prioritet pri raspodjeli sredstava za osobne dohotke iznad tarifnih stavova oni radnici, kojima je povjereno neposredno rukovanje i trošenje, odnosno iskorištenje topline sadržane u gorivu. Radni kolektiv treba od svog dijela, koji mu pripada prema rasporedu dohotka po općim propisima, prepustiti jedan dio čistog prihoda namijenjenog za osobne dohotke, spomenutoj grupi radnika, koja je najneposrednije vezana uz troškove goriva i koja ima zasluge, ali i odgovornost za pravilno, što znači racionalno trošenje goriva.

Uz troškove materijala za preradu značajan trošak, koji je u ingerenciji radnog kolektiva je vlastiti potrošak električne energije. On je u planu navedenih termoelektrana za godinu 1959. predviđen sa 45.500 MWh. Sniženje od 5 % predstavlja 2.275 MWh što uz prosječnu statičku prodajnu cijenu od Din 11,95* daje vrijednost od oko 27 milijuna dinara.

* Prema odredbama kolektivnog ugovora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske ušteđeni vlastiti potrošak električne energije – ne veći od 5% – obračunava se po individualnoj planskoj statičkoj prodajnoj cijeni. Svako prekoračenje obračunava se po istoj cijeni.

Zbog toga, za uštede postignute na navedenim troškovima s obzirom na njihove apsolutne veličine u svakoj termoelektrani vrijedno je i stoga potrebno ustanoviti, provoditi i njegovati sistem premiranja. Sistem premiranja, t. j. materijalna stimulacija ograničenog broja radnika, donijet će neposredne financijske rezultate. Ali, on se ne može primijeniti bez temeljitog objašnjenja svim radnicima o korisnosti ovakvog načina stimuliranja određene radne grupe. Objašnjenje će biti uvjerljivo i lako prihvatljivo, ako se računom, brojevima, prikaže financijski učinak nakon izvršenog rasporeda, ostvarenog sniženja troškova po važećim propisima za konkretne uvjete dotičnog poduzeća. No, da bi se premiranje pravilno vršilo potrebna je temeljita evidencija i široka analiza uzroka i njihove međusobne ovisnosti u formiranju ostvarenih financijskih rezultata. Potrebno je što točnije utvrditi faktore, koji su uvjetovali konkretni financijski rezultat, pa zbog toga zahtjev za provođenje premiranja za sniženje navedenih troškova u stvari predstavlja zahtjev za sustavni i kontrolirani obračun. Premiranje pretpostavlja detaljniju analizu ovih troškova, svakodnevnu kontrolu potroška, te upoznavanje neposrednih izvršilaca s postignutim dnevnim rezultatima. Premiranje uvjetuje jaču zainteresiranost za gospodarenje gorivom ne samo u času sagorijevanja, već i u fazi ugovaranja, nabave, uskladištenja i pripreme mješavine. Ono potiče na racionalnu upotrebu pomoćnih strojeva, koji troše električnu energiju.

Pored dnevne kontrole potroška goriva, kontrole kvalitete ugljena putem analiza prilikom primanja i opet prilikom trošenja goriva, potreban je svakomjesečni osvrt na rad kroz prošli mjesec i proteklo razdoblje godine. Potrebno je svakog mjeseca izvršiti obračun i utvrditi razlike između normiranih količina topline i vlastitog potroška električne energije za izvršeni rad pogonskih jedinica i stvarnog potroška. Tom prilikom treba utvrditi i financijski rezultat odstupanja u strukturi goriva, pa s obzirom na potrebu poznavanja kretanja cijene ugljena iz pojedinih rudnika i potrošene mješavine, treba obavezno sastaviti pregled karakterističnih podataka za proteklo razdoblje godine prema obrascu na početku ove strane.

Financijski rezultati na troškovima goriva ne bi bili potpuni, ako se ne bi vršila obavezna mjesečna inventura goriva. Samo tada, ako o gorivu postoji potpuna i razvijena evidencija, te analiza faktora, koji uvjetuju financijske rezultate,* ako je stanje po knjigama provjereno sa stvarnim stanjem po količini, po strukturi i po specifičnoj toplinskoj vrijednosti goriva,

* Vidi članak: Energetsko gorivo u termoelektranama – obračun i analiza, Energija br. 11–12/1957.

rezultati potroška topline i odstupa od planske nabavne, odnosno ugovorene prodajne cijene 10^3 kcal dat će pravo stanje i realnu osnovicu za premiranje.

Osnovna načela premiranja s numeričkim primjerom

Premiranje sigurno dovodi do većih pozitivnih rezultata. Ali, treba pravilno ocijeniti veličinu ukupnog mjesečnog iznosa, koji se isplaćuje na ime premija i veličinu iznosa, koje primaju pojedini radnici obuhvaćeni sistemom premiranja, u odnosu na ukupni i pojedinačni iznos osobnih dohodaka iznad tarifnog stava svih radnika (i onih premiranih), iz ovih ostvarenih ušteda na troškovima, nakon rasporeda po važećim propisima. Stoga se treba kloniti krajnosti, bilo da premija predstavlja samo simbolične iznose ili pak da to budu iznosi, koje radni kolektiv, kao cjelina i zajednica istovrsnih interesa, ne bi mogao podnijeti. S tim u vezi treba radni kolektiv dobro ocijeniti i broj radnih mjesta, odnosno broj izvršilaca koje treba premirati. Učešće svakog radnika obuhvaćenog premijom nije jednako u ostvarenju financijskog rezultata, pa treba ocijeniti i stupanj (koeficijent) tog učešća. Ovo su osjetljiva pitanja, pa o njihovom pravilnom rješenju ovisi stabilnost sistema premiranja, a u tome nakon izvršenih priprema u komisiji, te razmatranja po upravnom odboru, radnički savjet ima odlučujuću riječ. Zato što se iznimno može dogoditi, da prilikom primjene pravilnika o premiranju stvarni obračuni budu drugačiji od onih koji su se htjeli postići, članom 17 Uredbe o reguliranju odnosa u vezi sa raspolaganjem čistim prihodom i sredstvima privrednih organizacija predviđeno je slijedeće:

»Radnički savjet može odlučiti o isplati pojedinih premija, bez obzira na to što se ove isplate vrše na osnovu pravilnika o premijama. Radnički savjet izvršit će izmjene u visini obračunate premije, ako nađe da pravilnik o premijama ima bitne nedostatke, koji do obračuna nisu bili uočeni i otklonjeni, uslijed čega bi došlo do isplate nesrazmjerno visokih premija bez odgovarajućeg zalaganja i uspjeha radnika kojima bi pripale premije.«

Stoga da bi sistem premiranja bio stabilan treba za konkretne uvjete dotičnog poduzeća (iznos minimalnog osobnog dohotka, obaveze prema fondovima) izračunati, koliko ostaje za osobne dohotke nakon rasporeda dohotka po važećim propisima. Zato treba izračunati koliki iznos se može upotrebiti za osobne dohotke od svakog milijuna sniženja troškova ostvarenog zaslugom radnog kolektiva u smislu navedene Uredbe (član 11 do 20). Kad se izračuna navedeni iznos i kad je riješeno pitanje broja premiranih i stupanj njihovog učešća, treba izračunati najmanji i najveći iznos mjesečne premije (za 208 sati rada). Tek kad se sagledaju sve ove činjenice može se pristupiti izradi pravilnika o premiranju, jer je poznato koji je to iznos koji radni kolektiv izdvaja u korist onih koje treba premirati. Kolektiv će prihvatiti ovo izdvajanje sredstava za isplatu premija, ako se na primjerima pokaže koja je korist od sniženja troškova, kako za društvenu zajednicu, tako za privrednu organizaciju, radni kolektiv kao cjelinu i za grupu premiranih.

U nastavku daje se primjer obračuna premija s posebnim osvrtom na odnose koji vladaju u rasporedu apsolutnog iznosa sniženja troškova između pojedinih korisnika.

Pretpostavljamo da su rezultati jednomjesečnog poslovanja na troškovima materijala za preradu i vlastitog potroška električne energije, kako su prikazani u narednoj tablici.

Redni broj	Vrsta troškova	Troškovi		+ Sniženje — povećanje	
		Normirani Din	Stvarni Din	Din	%
	a) Energetsko gorivo	50,000.000	47,200.000	+2,800.000	+ 5,6
	b) Voda (pojna, za hlađenje generatora i za kondenzator)	3,000.000	2,900.000	+ 100.000	+ 3,3
	c) Ostali troškovi u materijalu za preradu (istovar, kemikalije, analize goriva i vode)	1,000.000	1,200.000	— 200.000	—20
1	Materijal za preradu	54,000.000	51,300.000	+2,700.000	+ 5
2	Vlastiti potrošak električne energije	9,000.000	8,550.000	+ 450.000	+ 5
3	Ukupno 1 + 2	63,000.000	59,850.000	+3,150.000	+ 5

U ovom primjeru uzeto je sniženje navedenih troškova od 5% ukupno zbog toga, što je odredbama kolektivnog ugovora elektroprivrede Hrvatske maksimalno sniženje predviđeno u tom postotku. Smatra se da u sadašnjim uvjetima treba ograničiti postotak sniženja, a da je i ovako ograničeni postotak ipak stimulativan za poduzeće. Međutim primijetiti je i mišljenja smo, da bi trebalo razmotriti, da i u sniženju ovih troškova većem od 5% sudjeluje poduzeće neposredno. Na primjer za uštede preko 5% do 7%, ostaje poduzeću 50% iznosa, za uštede preko 7% do 9%, ostaje poduzeću 30% tog iznosa, a za uštede preko 9% ostaje poduzeću 15% uštede. Smatramo, da neposredno stimuliranje poduzeća treba biti za svako sniženje, s time da uštede do 5% ostaju u cijelosti poduzeću, a preko toga da bude sve manje učešće, ali da učešće ostaje za bilo koji postotak sniženja troškova.

Sniženje troškova od Din 3,150.000.— predstavlja povećanje dohotka. Postavlja se pitanje, koliki iznos od ovih 3,150.000.— dinara treba platiti na ime doprinosa iz dohotka, a koliki iznos povećava čist prihod poduzeća. Normirani dohodak odgovara iznosu od 175% minimalnog osobnog dohotka. Na taj način, ako poduzeće ostvari samo normirani dohodak, plaća doprinos po skali (član 18 Zakona) tako, da od dijela dohotka preko 70% t. j. od 5% preko minimalnih osobnih dohodaka ostaje u čistom prihodu 35%. Nakon normiranog dohotka, prema spomenutoj skali doprinosa, na svako povećanje dohotka treba platiti doprinos, tako da u čist prihod ostaje 32%, ako je dio dohotka preko minimalnih osobnih dohodaka u odnosu na minimalne osobne dohotke preko 85 do 100%. Ako je taj dio dohotka preko 100%, u čist prihod poduzeća ostaje 30%.

Zato jer od čistog prihoda treba izdvojiti iznos za rezervni fond poduzeća i zajednički rezervni fond i jer se dohodak može povećati rezultatima iz drugih djelatnosti, uvaživši sve ove okolnosti, obračun je najsigurniji, ako se računa da od iznosa sniženja ovih troškova za koje se vrši premiranje ostaje 30% za raspored na osobne dohotke i fondove poduzeća. Prema tome iznos od Din 3,150.000.— raspoređuje se ovako:

a) Doprinos iz dohotka	Din 2,205.000.—
b) Čist prihod poduzeća	Din 945.000.—

Pretpostavimo, da se u osobne dohotke unosi 80%, a u fondove 20%, raspored čistog prihoda je slijedeći:

ab) za osobne dohotke radnika	756.000
bb) za fondove poduzeća	189.000

Nakon što se odbiju doprinosi (39%) od bruto iznosa za osobne dohotke, ostaje Din 461.160 ili 14,64% od 3,150.000.

Kad smo utvrdili, da od svakog milijuna sniženja troškova ostaje za neto osobne dohotke svih radnika Din 146.640, tada možemo ocijeniti koliki iznos će se izdvojiti za premije.

Ako radni kolektiv broji 200 radnika, za sniženje troškova od 3,150.000 pripada radnika prosječno Din 2.310.– iznad tarifnog stava. (Ovdje se ne vrši raspored svih sredstava za osobne dohotke, već samo onih koji proizlaze iz sniženja troškova u odnosu na normirane). S obzirom na podjelu sredstava za osobne dohotke prema odredbama tarifnog pravilnika neki bi radnici primili više, a neki manje od ovog prosječnog iznosa. Međutim, sada treba utvrditi, koliko od svakog milijuna sniženja troškova na materijalu za preradu u vlastitom potrošku električne energije, treba izdvojiti za premije. Ovo izdvajanje može se izvršiti na način, prikazan u narednoj tablici.

Sniženje troškova Din	Za osobne dohotke ukupno neto Din	Za premije neto Din	Ostatak za cijeli radni kolektiv neto Din
od 0 do 1,000.000	146.640	33.000	113.640
od 1,000.001 do 2,000.000	146.640	25.000	121.640
od 2,000.001 do 3,000.000	146.640	18.000	128.640
od 3,000.001 do 4,000.000	146.640	12.000	134.640
od 4,000.001 do 5,000.000	146.640	7.000	139.640
Za svaki daljnji milijun	146.640	5.000	141.640

Navedeni izdvojeni iznosi odnose se na cijeli milijun dinara, dok se za ostatak obračunava razmjerni dio.

U ovom primjeru za premije treba izdvojiti:

$$\text{Din } 33.000 + 25.000 + 18.000 + \left(12.000 \cdot \frac{150.000}{1,000,000}\right) = 77.800$$

Za osobne dohotke ukupno 146.640 . 3,150 = 461.160

Ostaje za cijeli radni kolektiv 383.360

Ako je premijama obuhvaćeno 35 radnika, prosječan mjesečni iznos premije iznosi Din 2.223. Međutim njihova zasluga za sniženje troškova nije jednaka, pa ni njihovo učešće u premiji nije jednako. Pretpostavimo da je razvrstavanje u grupe ovakvo: 18 radnika s koeficijentom učešća 1; 7 radnika sa koeficijentom 0,7; 7 radnika s koeficijentom 0,5 i 3 radnika s koeficijentom 0,35.

Obračun premije pod pretpostavkom da su svi radili 208 sati izgleda ovako:

Broj radnika	Koeficijent učešća	Sati rada	Broj obračunskih jedinica	Iznos premije ukupno	Iznos premije po 1 radniku
1	2	3	4	5	6
18	1	208	3.744	51.022	2.835
7	0,7	208	1.019	13.887	1,984
7	0,5	208	728	9.921	1.417
3	0,35	208	218	2.970	990
35	—	—	5.709	77.800	2.223

Radno vrijeme od 208 sati uzeli smo u obračun zato da sagledamo koliko dobije na ime premije pojedini radnik dotične grupe, kad radi puno radno vrijeme. Kao što je vidljivo u osnov za premiju uzeto je u obzir samo radno vrijeme i koeficijent učešća, a ne i visina tarifnog stava. Pravilnikom o premiranju može se predvidjeti i osobna ocjena kao jedan od faktora, koji utječe na visinu premije. Ova ocjena može se kretati u granicama od 0,7 do 1. U ovom slučaju pravilnikom treba predvidjeti kriterije po kojima se vrši i organe koji vrše osobno ocjenjivanje. Na ovaj način treba izračunati i zatim pravilnikom usvojiti takove odnose u raspodjeli dijela za osobne dohotke, koji će s jedne strane biti dovoljno stimulativni za one koji su premirani, a s druge strane da ti odnosi ne oštećuju interese ostalih članova radnog kolektiva. Pri usklađenju ovih odnosa treba misliti i na to, da se pod izvjesnim okolnostima plaća i izvanredni doprinos budžetima iz osobnog dohotka.

Daljnja podjela vrši se na smjene i pojedine radnike zavisno od uspjeha svake smjene. Podjela se vrši na isti način, samo što se u kolonu 1 piše ime radnika, a u kolonu 3 njegovo stvarno radno vrijeme. Kako u premijama učestvuju i radnici koji nisu direktno uključeni u smjenski rad, to ukupan iznos premije treba tako i podijeliti.

Iz evidencije o radu i svakodnevnim postignutim rezultatima smjena, crpst će se podaci za raspored ukupnog iznosa premije na pojedinu smjenu, a unutar toga na pojedinog radnika. Stoga će konkretan raspored premija ovisiti o uspjehu svake smjene, zavisno od sniženja troškova u odnosu na normirane, a za konkretne dnevne uvjete proizvodnje.

Eventualni negativan ukupni rezultat ili negativan rezultat smjene, obračunava se sa pozitivnim rezultatom slijedećeg mjeseca po istim načelima po kome se obračunavaju pozitivni rezultati. Dakle penali se ne odbijaju od osobnih dohodaka radnika, već se obračunavaju sa slijedećim pozitivnim rezultatima. Pored dnevnih operativnih obračuna, premirane radnike treba upoznati sa potpunim mjesečnim obračunom i kad su rezultati pozitivni i kad su negativni, a zapisnik sjednice radničkog savjeta na kojoj su analizirani rezultati poslovanja i isplata odobrena u smislu navedenog člana 17 Uredbe, treba objaviti na oglasnoj ploči poduzeća.

Prateći i analizirajući troškove na kojima se može izgraditi opća zainteresiranost, postići će se to, da će i svi ostali troškovi biti podvrgnuti kritici. Na ovaj način provođenjem premijskog sistema za glavne veličine — materijal za preradu i vlastiti potrošak električne energije — istovremeno je osigurana analiza poslovanja, t. j. ustanovljenje pojedinih komponenata financijskog rezultata i njihove međusobne uslovljenosti.

Premiranje je najuspješnije, ako se obračun i isplata vrše redovito svakog mjeseca. Zato premijski sistem zahtijeva svakomjesečni potpuni obračun dohotka, a to je moguće samo ako se svakog mjeseca vrši razmatranje cjelokupne poslovne problematike na sjednici radničkog savjeta. Stoga to treba omogućiti. Samo redoviti mjesečni raspored dohotka nakon njegove analize omogućit će sagledavanje postignutih rezultata i naglasiti poduzimanje takvih mjera koje će unaprijediti poslovanje. Jedan od osnovnih faktora, koji to treba omogućiti, je pravovremeno reguliranje ekonomsko-financijskih odnosa između poduzeća i Zajednice. Stoga na nama je, da zajedničkim radom te odnose doista u buduće, na temelju bogate prakse, reguliramo u samom početku poslovne godine.

Naslov pisca: Ante Kršulović, Elektrana, Zagreb, Zagorska ul. 1.

Da li postoji problem ventilacije transformatorskih stanica u obalnom pojasu

Mirko Goluža, Split

DK 621.314.2-71:621.311.4

Postoji naslijeđeno mišljenje, da hlađenje transformatora u transformatorskim stanicama u primorju predstavlja izvjestan problem radi specifičnih vremenskih prilika. Zbog toga se kod projektiranja i izgradnje transformatorskih stanica posvećivala posebna pažnja ventilaciji. Pojavom limom oklopljenih transformatorskih stanica domaće proizvodnje, problem ventilacije stanica se još više ističe, još se u primorju ne usvaja njihova šira primjena. Slične stavove u pitanju ventilacije i primjene montažnih stanica imaju sva distributivna poduzeća na Jadranu.

Međutim zbog izvjesnih okolnosti u Splitu su ipak godine 1958. montirane dvije montažne transformatorske stanice, proizvodnje »Hidromontaža« Maribor. Isporučiocu je postavljen zahtjev prisilne ventilacije zbog specifičnih vremenskih prilika. Stanice su bile montirane i puštene u pogon ali bez ventilatora, koji nisu bili dobavljeni.

Da bi ustanovio u kolikoj mjeri se pojavljuje taj problem ventilacije, organizirao sam ispitivanje kvalitete ventilacije u najtoplijim danima mjeseca kolovoza 1958. Mjerenjem su dobiveni ovi rezultati:

1. TS 10/0,4 kV »Lučac 2« — Split

Tip transformatorske stanice »Hidromontaža« — Maribor.
Instalirana snaga transformacije: 1×400 kVA.
Mjerenje vršeno 1. VIII. 1958. u 11 sati.
Vrijeme tiho, temperatura zraka u hladu 37⁰ C.
Opterećenje transformatora 540 A ili 93,5%.
Stanica je tako locirana, da je cijeli dan izložena suncu.
Rezultati mjerenja:

a) Temperatura ulaznog zraka 37⁰ C.
b) Temperatura izlaznog zraka 42⁰ C.
c) Temperatura ulja u transformatoru 62⁰ C.

2. TS 10/0,4 kV »Varoš 2« — Split

Tip transformatorske stanice »Hidromontaža« — Maribor.
Instalirana snaga transformacije: 1×400 kVA.
Mjerenje vršeno: 1. VIII. 1958. u 12 sati.
Vrijeme tiho, temperatura zraka u hladu 37⁰ C.
Opterećenje transformatora 480 A ili 83%.
Stanica je tako locirana, da je cijeli dan izložena suncu, osim u jutarnjim satima.

Rezultati mjerenja:

a) Temperatura ulaznog zraka 35⁰ C.
b) Temperatura izlaznog zraka 41⁰ C.
c) Temperatura ulja u transformatoru 60⁰ C.

3. TS 10/0,4 kV »Prokurativa« — Split

Zidani tip transformatorske stanice, ugradnja u prostoru između drugih objekata.
Projektant i izvođač: »Elektrodalmacija« — Split.
Instalirana snaga transformacije: 1×400 kVA.
Mjerenje vršeno: 2. VIII. 1958. u 11 sati.
Vrijeme skoro tiho, temperatura zraka u hladu 37⁰ C.
Opterećenje transformatora 520 A ili 90%.
Stanica je tako locirana, da je izložena cijeli dan suncu, osim u jutarnjim i večernjim satima.
Ulazni ventilacioni otvor je poviše razine zemlje, a nalazi se sa strane ulice, koja ima prirodnu promaju kod najmanjeg povjetarca.
Izlazni otvor nalazi se na bočnoj strani stanice.
Rezultati mjerenja:

a) Temperatura ulaznog zraka 32⁰ C.
b) Temperatura izlaznog zraka 38⁰ C.
c) Temperatura ulja u transformatoru 52⁰ C.

4. TS 10/0,4 kV »Vrazova« — Split

Zidana transformatorska stanica u pretprostoru poslovne zgrade.
Stanica je slobodno stojeća sa pristupom sa sve četiri strane, a udaljenost je od poslovne zgrade 4 m.
Projektant i izvođač: »Elektrodalmacija« — Split.
Instalirana snaga transformacije: 2×400 kVA.
Transformatorske komore su postavljene jedna do druge u smjeru istok—zapad, odvojeno od visoko i niskonaponskog dijela.
Mjerenje vršeno: 2. VIII. 1958. u 12 sati.
Vrijeme tiho, temperatura zraka u hladu 37⁰ C.
Opterećenje transformatora 400 A ili 69,1%. Transformatori rade paralelno.
Stanica je tako locirana da su obje transformatorske komore izložene suncu u toku čitava dana, s tim da je jedna izložena manje u jutarnjim, a druga u večernjim satima.
Ulazni ventilacioni otvori nalaze se u razini poda, a postavljeni su jedan nasuprot drugome.
Izlazni ventilacioni otvori nalaze se iznad ulaznih vrata, transformatorske komore su među sobom povezane jednim otvorom ispod krovne ploče.

Rezultati mjerenja:

	Transf. I	Transf. II
a) Temperatura ulaznog zraka	34⁰ C	34⁰ C
b) Temperatura izlaznog zraka	44⁰ C	38⁰ C
c) Temperatura ulja u transform.	51⁰ C	61 C⁰

Prema dobivenim rezultatima mjerenjem vidimo, da ventilacija montažnih postrojenja i za naše vremenske prilike ne predstavlja problem u tolikoj mjeri, kako se je pretpostavljalo.

Kod maksimalne temperature zraka od 37⁰ C (podatak dobiven od meteorološke stanice na Marjanu), uz dosta visoka opterećenja ventilacija je zadovoljavajuća. Odabrano vrijeme mjerenja 11—12 sati je period maksimalnog opterećenja u domaćinstvu, a ujedno i najtopliji dio dana.

Prema dobivenim rezultatima prisilna ventilacija nije neophodno potrebna.

Na temelju rezultata mjerenja, možemo zaključiti da ventilacija zidanih stanica nije naročito bolja od montažnih kod ispitivanih stanica.

U TS 10/0,4 kV »Vrazova« — Split, transformator II je lošije ventiliran, iako je manje opterećen od jednog od dvaju transformatora u montažnim stanicama TS 10/0,4 kV »Lučac 2« i »Varoš 2«. Mjerenje je vršeno kod relativno vrlo visoke temperature zraka za grad Split. Temperatura zraka u hladu od 37⁰ C je rijetka i u Splitu. Maksimalna zabilježena temperatura zraka je 38⁰ C.

ZAKLJUČAK

1. Ventilacija transformatora na primorju ne predstavlja naročiti problem.
2. Za primjenu montažnih transformatorskih stanica ventilacija nije problematična, a ni kritična.
3. Potrebno je i u buduće vršiti daljnja mjerenja kod većeg broja transformatorskih stanica radi dobivanja šireg uvida u čitav problem.

Mirko Goluža, viši tehničar, »Elektrodalmacija«, Split

Usporedba nekih karakteristika zidanih i montažnih transformatorskih stanica

Jože Vide, Maribor

DK 621.311.4:621.314.2

»Energija« je u broju 3–4 ove godine na strani 115 donijela kratak izvještaj o primjeni čeličnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV u Splitu. S obzirom na okolnost, da su u izvještaju postavljene izvjesne tvrdnje i usporedbe klasičnog tipa i montažnog tipa transformatorskih stanica 10/0,4 kV, koje bi mogle imati opći karakter, to je potrebno spomenuti članak nadopuniti malo širim osvrtom na prednosti i manjkavosti montažnih transformatorskih stanica, jer bi jednostrano gledanje moglo prouzrokovati pogrešne zaključke o upotrebivosti montažnih transformatorskih stanica, odnosno malo raširiti pojam: gdje ima prednost jedna, a gdje druga izvedba.

U gore spomenutom članku nabrojene su prednosti zidanih transformatorskih stanica po točkama, pa ćemo i ovdje zadržati isti način razmatranja: na osnovi citiranih tvrdnji spomenutog članka napravit ćemo detaljniju analizu montažnih transformatorskih stanica i ujedno provesti, gdje je to moguće, objektivnu usporedbu zidanih i montažnih transformatorskih stanica.

1. Kod zidanih transformatorskih stanica građevinski dio se odmah izvađa za konačno stanje elektrifikacije tog područja (lit. 1).

Ova činjenica, teško se može smatrati kao prednost zidane stanice – naprotiv u literaturi (na pr. lit. 2,3,4,5,6,7) se potreba predviđanja zgrade u prvoj etapi gradnje za konačnu izgradnju smatra velikom manom takvih stanica jer angažira kapital već u početku gradnje. Suvišno uložena sredstva do završetka druge etape ne donose nikakve koristi, jer cjelokupna prostorija služi kao čista, beskorisna rezerva.

Kod izvođenja većih razvodnih postrojenja i transformatorskih stanica 35/10 kV može se uštedjeti u prvoj etapi približno 40% vrijednosti zgrade ako se postrojenje izvodi s polovinom kapaciteta druge etape (na pr. transformatorskih stanica 35/10 kV u kojoj se u prvoj etapi montira jedan transformator s odgovarajućim izvodima i u drugoj etapi jedan isti transformator s jednakim brojem izvoda). Ova ušteda može pogotovo kod slabije opremljenih stanica – kod kojih sigurnost napajanja nema nekih naročitih zahtjeva – bitno utjecati na cijenu koštanja prve etape.

2. Minimalno povećanje cijene koštanja građevinskog dijela izgradnjom rezervnih ćelija (lit. 1).

Izgradnja rezervnih ćelija bez sumnje može se izvesti uz relativno manje troškove u prvoj etapi, nego bi se to eventualno moglo kasnije. Moglo bi se sumnjati u minimalnost tih troškova, jer jedinica volumena zgrade ima izvjestan iznos koji je u istinu za veću zgradu (veći broj ćelija) manji, ali ne minimalan. Usporedba investicionih programa za zidane i montažne varijante većih transformatorskih stanica (veća zgrada bi prema gornjoj tvrdnji morala biti minimalno skuplja) pokazala je neznatne razlike u cijeni zgrade i u cijeni istog broja ćelija u montažnoj izvedbi. To znači da je moguće bez ikakvih poteškoća i bitnih razlika u cijeni i u montažnoj izvedbi već unaprijed montirati sve potrebne ćelije, ako za takav način gradnje postoji razlog. Razumljivo, kod montažnih ćelija nema tehničkih razloga, da bi se ćelije montirale unaprijed, ukoliko nisu uzrok komercijalni razlozi (mogućnost isporuke, ekonomija transporta i sl.).

3. Montažu transformatorske stanice moguće je izvesti u više etapa praktički bez prekidanja pogona dijela stanice (lit. 1).

U zidanim transformatorskim stanicama dosta je jednostavno naknadno dograđivanje, ako su ćelije građevinski već unaprijed pripremljene. Kad bi se to moglo izvršiti praktički bez prekidanja pogona to bi mnogi praktičari iz pogona vrlo rado prihvatili takve stanice. Ako usporedimo samo radove, to vidimo da je u zidanoj ćeliji cjelokupnu montažu potrebno izvršiti u zgradi odnosno u ćeliji ispod sabirnica, koje su pod naponom. Aparate koji su smješteni više – bliže sabirnicama (na pr. rastavljači na sabirnicama) – morat ćemo sigurno montirati u beznaponskom stanju. Sama montaža u zgradi u kojoj su opremljene jednake ćelije jedna do druge, prouzrokovala je često puta teške nesreće i pored sigurnosnih mjera koje treba u takvim slučajevima poduzeti. Izvedba instalacije i signalnih vodova, ako nisu već položeni, nije uvijek jednostavna.

Ako se takvo postrojenje predvidi u montažnoj varijanti, to se ćelija, koja se fabrički montira, doveze na teren, montira na temelj i postojeće postrojenje stavlja se izvan pogona samo za vrijeme potrebno za priključak ove ćelije.

Očigledno je, da kod organizirane montaže rad na priključku jedne ćelije ne može trajati više od cjelokupne montaže jedne ćelije zidane stanice.

Razumljivo je, da se može montažno postrojenje dograđivati ili u jednoj ili u više etapa. Baš mogućnost dograđivanja s već fabrički montiranim elementima navodi se i u literaturi (lit. 8, 9, 10, 11) kao odlika montažnih stanica. Bez sumnje je potrebna za brzu i uspješnu montažu organizirana grupa i precizno održavanje rokova (koordinacija proizvodnje i montaže). Budući da je proizvodnja vezana na isporuku opreme, to se u tom pogledu pojavljuju još poteškoće kod proizvođača takvih stanica, koje su u najgorem slučaju jednake ili manje od onih kod zidanih stanica.

4. Mogućnost ugradnje kao i zamjene bilo koje vrste učinskih sklopki s minimalnim prekidima zbog rekonstrukcije (lit. 1).

U zidanim stanicama aparati se obično montiraju na poprečne profilne nosače, koji su učvršćeni u bočne zidove ćelija. Promjena tipa aparata u najboljem slučaju izaziva izmjenu nosive konstrukcije, ako ne i promjenu vrata ćelije (na pr. učinska sklopka tipa Energoinvest, Elektrosrbija, Rade Končar i sl.) zbog različite izvedbe pogona pojedinih sklopki. Izmjena nosive konstrukcije traži građevinske radove većeg ili manjeg obima.

U montažnim ćelijama aparati su pričvršćeni na nosačima, koji su vijcima pričvršćeni na nosivu konstrukciju. Ukoliko dođe do promjene aparata, to je bez sumnje jednostavnije raditi s elementima koji su već unaprijed predviđeni za demontažu, nego kopati profile iz zidova.

Zamjena samog aparata kod montažnih stanica otežana je na terenu zbog relativno malog prostora u montažnoj ćeliji i teškog pristupa aparatu. Budući da su takve promjene dosta rijetke, teško se može opravdati da je to mana montažnih stanica. U gradnji razvodnih postrojenja treba težiti smanjenju dimenzija ćelija i predviđati ćelije u onim dimenzijama koliko je to potrebno za pogon a ne za remont. Razumljivo, potrebno je ćeliju predvidjeti tako da se aparat može demontirati. Pitanje komoditeta demontaže ne može biti ni u kom slučaju mjerilo za tehničku i ekonomsku vrijednost ćelije.

Bez sumnje kod malog broja postrojenja omjer između uštede zbog manjih dimenzija ćelija i većih revizionih i remontnih troškova ne dolazi do izražaja. Ako računamo s većim gradom u kome se godišnje izgradi na pr. 50 transformatorskih stanica s jedinicama do 630 kVA, može 10% uštede na cijeni koštanja već dosta značiti. A takve uštede se mogu postići skoro u svakom slučaju u usporedbi sa zidanom stanicom, pogotovo kod manjih transformatora, odnosno kod većeg broja jedinica.

5. Mogućnost povećanja instalirane snage transformatora od 400 kVA na 630 kVA ukoliko se za to pokaže potreba (lit. 1).

Mogućnost povećanja instalirane snage nije jednostavno moguća ni u kojem slučaju, jer treba kako visokonaponski tako i niskonaponski dio izmijeniti ili pojedine elemente već unaprijed predvidjeti za veću snagu transformatora. Zaštita transformatora, kako s visokonaponske tako i s niskonaponske strane, ni u kojem slučaju ne može ostati ista za oba tipa transformatora.

Ukoliko se već pokaže potreba za većim transformatorom, a cjelokupno je postrojenje već predviđeno za veću jedinicu, u montažnim ćelijama nije problem to unaprijed predvidjeti (kod većine naših firmi transformatorska komora za 400 kVA i 630 kVA jednakih su dimenzija). Pregradnja niskonaponskog

razvoda bez sumnje se može jednostavnije izvršiti kod montažne stanice, jer se može kompletna konstrukcija demontirati, a rekonstrukcija se može izvršiti u radionici.

6. Veći osjećaj sigurnosti kod manipulacije postrojenja u zidanim stanicama (lit. 1).

Osjećaji mogu često varati. Strana literatura (na pr. lit. 2, 4, 7, 12), navodi mnogo primjera i ističe veću pogonsku sigurnost kod montažnih ćelija nego kod zidanih razvodnih postrojenja i transformatorskih stanica. Osjećaj sigurnosti koji je naslijeđen još iz zidanih postrojenja ima svojih opravdanih razloga. Bez sumnje je međutim opasan svaki dodir metalnih dijelova u zidanim stanicama, koji su međusobno izolirano montirani (vrata, prozor, ventilacione žaluzije, stepenice s ogradom i slično) i između kojih mogu nastati opasne potencijalne razlike. Ova opasnost u montažnim transformatorskim stanicama ne postoji, jer su pojedine ćelije vodljivo spojene (nazubljene podloške i fleksibilne veze). Kako je cjelokupno postrojenje uzemljeno s pocinčanom trakom koja prolazi oko stanice, to su svi dijelovi postrojenja na istom potencijalu i postignuta je velika sigurnost od opasnih napona dodira.

7. Veći stepen sigurnosti protupožarne zaštite. Odvajanje transformatora od ostalih dijelova postrojenja kod zidanih stanica (lit. 1).

Za slučaj požara pruža zidana transformatorska stanica veliku sigurnost sa sasvim odvojenom ćelijom za transformator i klasičnim uređajem za odvod ulja.

Što se tiče utjecaja kratkog spoja ispitivanjem na takvim ćelijama utvrđeno je, da je limena stijena mnogo bolja zaštita protiv djelovanja kratkog spoja nego zidana (lit. 13). Postavlja se pitanje da li je uobičajena protupožarna zaštita u malim transformatorskim stanicama potrebna? Prema njemačkim iskustvima (lit. 14) požari u takvim postrojenjima su tako rijetki, da se s pojeftinjenjem, koje se postiže na račun uljne jame može slobodno dozvoliti da transformator u ovim rijetkim slučajevima, kad već dođe do tako velikog kvara, sasvim propadne. Razumljivo je da treba na ulicama i u zgradama zaštititi ljude od djelovanja takvog požara.

S izgradnjom uljne jame moguća je i u montažnoj transformatorskoj stanici slična zaštita kao i u zidanoj. Transformator je u montažnoj ćeliji sasvim odvojen od ostalog postrojenja. Kao zaštita protiv požara može se montirati i protupožarna mreža.

8. Kod lociranja transformatorskih stanica u novogradnjama tempo izgradnje stanice, barem u građevinskom pogledu, ide u korak sa stambenom izgradnjom (lit. 1).

9. Takovo rješenje je ujedno za distributera električne energije i najjeftinije, jer građevinski dio stanice izvodi o svom trošku investitor objekta.

Paralelan način gradnje je bez sumnje ekonomičniji, pogotovo ako se stanica montira u zgradi, jer mora barem građevinski dio izvesti investitor o svom trošku (točka 9 citiranog članka). Takav način shvaćanja pojeftinjenja troškova transformatorske stanice ne može biti realan niti opravdan: kod projektiranja i razrade investicionih programa treba voditi računa o ukupnim troškovima a ne koliko plaća A, a koliko B.

Troškovi montažne varijante transformatorske stanice za unutarnju montažu i klasične zidane varijante prema predračunu ne razlikuju se bitno: neke brojke bi bilo teško citirati, jer zavisno od pojedinih projektanata diferiraju. Ali uglavnom nema bitnih razlika u troškovima. Na osnovu dosadašnjih iskustava možemo tvrditi, da se predviđeni troškovi zidanih stanica vrlo rijetko održe na predviđenom nivou; opravdani ili neopravdani razlozi poskupljuju postrojenje za izvjestan postotak iznad predviđenih. Kod montažne izvedbe tog rizika nema, jer je to industrijski proizvod, koji nije ovisan o terenskim uvjetima (vremenske prilike, mogućnost smještaja ljudi, dodaci za teren, dnevnice i sl.). Udio rada na terenu, koji je vrlo labilna stavka u predračunu u montažnom postrojenju, predstavlja još samo neznatan dio u usporedbi sa zidanom varijantom. Prema tome se može neusporedivo bolje i sigurnije kalkulirati s montažnim postrojenjem nego sa zidanim.

Pored iznijetih prednosti zidanih transformatorskih stanica spomenuti članak donosi niz točaka o manama montažnih transformatorskih stanica.

1) Manji vijek trajanja (lit. 1)

Montažna transformatorska stanica predstavlja sa svojim limenim konstrukcijama i stijenama dosta osjetljiv elemenat koji treba redovito uzdržavati. Ciklus bojenja zavisi od kvalitete boje. Prema dosadašnjoj praksi i na osnovu kvalitete jugoslavenskih boja možemo reći, da boja traje dvije godine. Za vijek trajanja cijele konstrukcije za sada se ne može još ništa određeno reći, jer montažnih stanica nemamo dulje vrijeme u pogonu. Na osnovu iskustava s komandnim ormarićima u razvodnim postrojenjima za vanjsku montažu možemo reći, da se limene konstrukcije mogu zaštititi u takvoj mjeri, da vijek trajanja zadovoljava. O trajanju takvih postrojenja na atmosferi čak ni u inozemstvu nemaju podataka koje bismo mogli s uspjehom koristiti (lit. 7,12).

2) Veći troškovi uzdržavanja (lit. 1).

U vezi s antikorozivnom zaštitom montažna stanica je skuplja od zidane stanice. Kod uspoređivanja troškova kod zidanih stanica treba uzeti u obzir i veći godišnji iznos za otplatu anuiteta zbog veće početne investicije.

Zbog relativno slabe kvalitete naših boja ciklus bojenja je kratak a troškovi zbog čestog premazivanja visoki. Kako se kvaliteta boja poboljšava, a i proizvodni proces kod proizvođača usavršava, možemo očekivati, da će ćelije moći zaštititi u takvoj mjeri, da se sadašnji ciklus poveća barem na tri do četiri godine. U pogonu se nalaze stanice od sredine 1957., koje do sad nisu ponovo bojene. Usprkos početnih griješaka i slabe kvalitete boje, stanice nisu pokazale nekih većih oštećenja.

3) Otežano uzdržavanje zbog minimalnog slobodnog prostora za pristup elementima postrojenja (lit. 1).

Uzdržavanje — revizione i remontne radove — osim nekih radova, u montažnim limenim ćelijama koji nisu vezani za demontažu aparata nemoguće je izvesti. U tom pogledu klasična zidana stanica pruža znatno udobniju mogućnost rada. U vrlo izloženim distriktima (česti prenaponi, teški uvjeti pogona) već iz razloga očekivanja većeg broja remonta dali bismo prednost zidanoj stanici, ukoliko ne postoji mogućnost jednostavnog transporta. U takvim slučajevima kod težih kvarova može se stanica zamijeniti privremenom, mobilnom stanicom koja se drži kao mobilna rezerva za slučaj ispada neke jedinice, a popravak se vrši u radionici. Prema tome u pristupačnim terenima montažno postrojenje može se jednostavno mobilnom jedinicom zamijeniti i remont izvršiti u radionici. Kod zidane varijante funkciju preuzima mobilna jedinica, a remont se vrši na terenu.

4) Otežano rukovanje stanicom kod nevremena (lit. 1).

U slučaju nevremena rukovanje aparatima u montažnoj limenoj stanici nije tako udobno, kao što je to slučaj u zidanoj, gdje se ispred ćelija nalazi pokriven hodnik s dovoljno prostora. Pogotovo je otežano posluživanje kod tipova montažnih ćelija, koje nemaju nadstrešnice ispred ćelija. S tog stanovišta zidana stanica s relativno bogato dimenzioniranim prostorijama pruža bez sumnje veliku udobnost. Da bi i montažna limena ćelija osigurala minimalnu zaštitu od nevremena u slučaju posluživanja, to se i u praksi pokazalo, da je potrebno predvidjeti nadstrešnice (na pr. mišljenje korisnika montažnih limenih ćelija na Savjetovanju u Sarajevu, dne 25. 10. 1958.).

5. Manji stepen iskoristivosti transformatora zbog lošije ventilacije (lit. 1).

Opće mišljenje, da je montažna transformatorska stanica slabo ventilirana pogrešno je. Već malo veće iskustvo s transformatorskim stanicama inozemnih firmi (na pr. Siemens, AEG, Calor Emag, Voight & Haefner, Driescher, Delle, Merlin-Gerin, Metropolitan Vickers i sl.) moglo bi dovesti do zaključka, da vjerojatno tako renomirane firme ne bi gradile transformatorske stanice u kojima se transformator ne bi mogao 100% iskoristiti, ili čak više, u kojima se povremeno ne bi mogao za određeno vrijeme preopteretiti. Postavlja se, razumljivo, pitanje, da li se mogu rezultati koji važe za sjevernu i srednju Evropu prenijeti na prilike u našoj zemlji, gdje se u nekim predjelima pojavljuju relativno visoke ljetne temperature. Da bi se u tom pogledu dobili točniji rezultati, izvršena su u srpnju 1959. mjerenja u limenoj montažnoj transformatorskoj stanici za transformator do 630 kVA. Mjerenja su bila izvršena pod različitim uvjetima i vanjskim

temperaturama, a rezultati će biti publicirani u bližoj budućnosti. Najvažniji rezultat koji je interesantan za korisnika jest: nadtemperatura u kotlu transformatora (ispod poklopca) kod trajno opterećenog transformatora s nominalnom snagom bila je izmjerena maksimalno 57° C kod vanjske temperature 33° C.

Na osnovu toga možemo zaključiti, da se transformator u normalnim uvjetima (vanjska temperatura do 35° C) može normalno opteretiti i u montažnoj transformatorskoj stanici. Kod viših temperatura okoline (iznad 35° C) to nije moguće, jer to ne dozvoljava sam transformator.

6) Povećanje gubitaka u mreži zbog prisilne ventilacije ventilatorom (lit. 1)

Da bi se poboljšala ventilacija transformatora u montažnim transformatorskim stanicama, različite firme služe se različitim sredstvima za poboljšanje hlađenja (bojenje refleksivnom bojom, ugradnja ventilatora, izolacija krova i sl.).

Ukoliko se ugradi ventilator, to predstavlja izvjestan gubitak električne energije u mreži. Ako pretpostavimo ventilator snage 0,5 kW koji je uključen trajno 6 mjeseci, to iznosi ukupno:

$$P = 0{,}5 \,.\, 24 \,.\, 180 = 2160 \text{ kWh}$$

Transformator od 630 kVA ima prema prospektu tvornice »Rade Končar« gubitke 11,6 kW. Prema tome iznose gubici zbog prisilnog hlađenja relativno mali postotak cjelokupnih gubitaka mreže, jer vidimo, da već transformator daje oko 20 puta veće gubitke. To dakle nema bitnog utjecaja na gubitke u mreži. Kod gornjeg računa pretpostavili smo, da je ventilator danju uklopljen cijelu godinu, a noću se isklapa. Budući da to nikad nije slučaj nego vetilator radi samo ljeti, to praktički radi efektivno samo 2–3 mjeseca.

Prema tome gubici ne mogu biti mjerilo rentabilnosti. Teže je međutim opravdati ugradnju ventilatora i omogućiti siguran rad ventilatora. U slučaju ispada niskonaponske strane, i ventilator ne radi. Ako pretpostavimo da puno opterećenom transformatoru odjedamput obustavimo hlađenje, moglo bi nastupiti nedozvoljeno povišenje temperature zbog gubitaka praznog hoda. Potrebno bi bilo predvidjeti mogućnost automatskog iskapčanja transformatora na visokonaponskoj strani.

Na osnovu toga možemo reći, da prisilna ventilacija nije najbolje rješenje hlađenja za stanice 10/0,4 kV, koje imaju samo jednu transformatorsku jedinicu.

7) Otežana lokacija u užem području grada radi potrebnog pristupa sa tri strane (lit. 1).

8. Nemoguć transport u nekim djelovima grada radi uskih ulica (lit. 1).

Skoro kod svih proizvođača u Jugoslaviji usvojen je tip montažne stanice koja ima pristup sa tri strane (za vanjsku montažu). Takva stanica je najekonomičnija s obzirom na potrebne tlocrtne dimenzije i na zahtjeve distribucije (visokonaponska zamka, transformatorska ćelija, transformatorska komora i niskonaponski razvod su standardni zahtjevi distribucije). Potreban prostor za zidanu transformatorsku stanicu je obično za 50% veći kod jednostrukih sabirnica i jednokatne izvedbe, a za 200% veći kod dvokatne izvedbe i napona 10 kV. Kod upotrebe rebrastih izolatora dimenzije mogu se još smanjiti (lit. 16 i lit. 26).

Stanice i blokovi do 5 ćelija mogu se transportirati običnim kamionom nosivosti 3 tone. Gradnja zidane transformatorske stanice rijetko će se predvidjeti na terenu gdje nije moguć transport kamionom. Cijela stanica se može rastaviti na ćelije srednjih dimenzija naših proizvođača 200×1,00×2,500. S takvim teretom – pravilno natovaren kamion može proći ulicama predviđenima za normalan promet.

Što se tiče pristupačnosti sa tri strane, to je samo jedna varijanta montažnih transformatorskih stanica. Stanice se jednostavno mogu izvesti i s pristupom samo s jedne strane, samo se dužina postrojenja povećava za cca 40% kod nepromijenjene tlocrtne površine.

Prema tome na terenima, koji traže minimalan tlocrtni prostor i gdje je otežan prilaz, zidana visoka zgrada uspješno konkurira montažnoj izvedbi.

9) Na terenima vrlo loše vodljivosti pojavljuje se problem uzemljenja, a s tim u vezi i zaštita od napona dodira i koraka.

Propisi koji važe za uzemljenje jednaki su kako za zidane tako i za montažne transformatorske stanice. Prema tome moraju biti i problemi u vezi izvođenja takvog uzemljenja jednaki. Različiti mogu biti jedino osjećaji sigurnosti kod pojedinca prilikom posluživanja u montažnoj ili u zidanoj stanici. Vrlo je mala vjerojatnost, da bi nastupile potencijalne razlike u jednoj varenoj, željeznoj konstrukciji, koja je vezana za potencijalni regulacioni uzemljivač, položen kružno oko stanice. Međutim to se vrlo lako može desiti kod zidane stanice, jer zid relativno dobro izolira i napoji između pojedinih konstrukcija česta su pojava u našim postrojenjima u distribuciji.

Za montažne transformatorske stanice dosada iz distributivnih poduzeća većih gradova (Beograd, Zagreb) nisu bile zabilježene nikakve nesreće kod posluživanja.

10) Zaključak

Na osnovu nešto detaljnijeg razmatranja možemo izvesti nekoliko zaključaka, koji nikako ne mogu imati neki opći karakter (niti na području jednog samog distributivnog poduzeća), ali koji se mogu smatrati kao iskustvo dosadašnjeg ponašanja montažnih transformatorskih stanica u širem području Jugoslavije.

1. Prirodna ventilacija normalnih stanica odgovara za snagu transformatora do 630 kVA, ukoliko vanjska temperatura ne prelazi 35° C.

2. S obzirom na poboljšanje naših proizvođača montažnih stanica rokovi isporuke toliko su se poboljšali, da se takve stanice mogu isporučiti u roku od cca 3 mjeseca, što zavisi od zauzetosti proizvođača i vrste opreme.

3. Predviđeni način kružnog uzemljenja predstavlja zaštitu koja se u praksi pokazala kao vrlo sigurna.

4. U predjelima gdje je ljetna temperatura često iznad predviđene (35° C), normalna montažna transformatorska stanica nije podesna. Potrebno je predvidjeti dopunske ventilacione otvore ili predvidjeti dopunsko hlađenje ventilatora i osigurati automatski rad ventilatora.

5. Montažna transformatorska stanica predstavlja vrlo sigurnu zaštitu protiv utjecaja kratkog spoja kao i protiv širenja požara u transformatorskoj komori.

6. Zbog jednostavne demontaže nosivih konstrukcija ugradnja i zamjena aparata ne predstavlja veći problem.

7. Zbog slabe kvalitete boje i načina bojenja može vijek trajanja montažne stanice, pogotovo u agresivnoj atmosferi, biti nerazmjerno kratak. Uvjet za povećanje ciklusa obnavljanja boje je dobra organizacija proizvodnje i kvaliteta boje.

8. Posluživanje i remont u montažnim stanicama nije toliko udoban, koliko u zidanim stanicama, pogotovo kod nevremena i u teškim terenima.

8. Jednoobraznost u konstrukciji montažnih stanica omogućava jednostavno i sigurno rukovanje, a dobro međusobno spajanje pojedinih ćelija i kompleta ćelija na sistem uzemljenja osigurava napon dodira ispod dozvoljenih vrijednosti.

Literatura

1. M. Goluža: *Primjena čeličnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV u gradu Splitu.* Energija 1959, br. 3–4, str. 115
2. Tschumi: *Gekapselte Hoch- und Niederspannungsanlagen.* Brown Boveri Mitteilungen 1952, br. 4.
3. G. Meiners: *Neuerungen im Schaltanlagenbau.* VDE Fachberichte 1951.
4. K. Reiske: *Gekapselte Schaltanlagen, Ihre Grenze und ihr Anwendungsgebiet.* VDE-Fachberichte 1951.
5. H. de Marsac: *Considérations générales sur les tableaux blindes.* Electricité 1954, br. 209 i 210; 1955, br. 216 i 218.
6. Inž. Ja. A. Irlahman, Inž. F. P. Levin: *Metaličeskie raspredeliteljnyje ustrojstva 6–10 kV dlja naružnoj ustanovki.* Električestvo 1951, br. 3.
7. J. Heinze: *Hochspannungsschrankanlagen für Innenraum- und Freiluftaufstellung.* VDE-Fachberichte 1950.
8. G. Meiners: *Gekapselte Schaltanlagen in USA und Aussichten in Deutschland.* Elektrizitätswirtschaft 1955, br. 17–18.
9. Fleck: *Hoch- und Niederspannungsschaltanlagen.* Essen 1953.
10. *Fabrikfertige Schaltschränke für Niederspannung.* AEG-Mitt. 1951.
11. N. Rieger: *Transformatorenstationen und Schaltanlagen.* Verlag Praktisches Wissen, Graz.
12. VDE-Fachberichte 1953.
13. H. Bax: *Schutzschalter- und Transformatorenbrände in Hoch- und Geschäftshäusern.* Elektrizitätswirtschaft 1956, br. 15.

Naslov pisca: Ing. Jože Vide, Hidromontaža, Maribor

Proizvodnja i potrošnja ugljena u NRH

Jerko Jerić, Zagreb

Kretanje proizvodnje ugljena u Hrvatskoj pokazuje tablica 1. Iz ove tablice proizlazi da iako je ukupna proizvodnja svih vrsti ugljena u promatranom razdoblju od 12 godina (1946—1957) znatno porasla (2,25 puta, prosječni godišnji prirast okruglo 7%), ipak specifična sadržina topline u proizvedenim količinama ugljena opada, što upućuje na to da se u većoj mjeri eksploatira slabije vrste, naročito lignit, čija je proizvodnja porasla u ovom periodu za 3,7 puta. Relacija između kalorične vrijednosti ugljena S u kcal/kg i ukupne proizvodnje U u kg može dovoljno točno da se izrazi jednadžbom.

$$S = 5100 - 470 \cdot 10^{-9} \cdot U \text{ kcal/kg (sa } U \text{ izraženo u kg)}$$

Tako je S u 1946. godini dosizao do oko 4600 kcal/kg, a dvanaest godina kasnije, u 1957., iznosi oko 3940 kcal/kg, t. j. manji je za oko 14,5%.

U tablici 2 navodi se potrošnja goriva i topline u termoelektranama za proizvodnju električne energije u Hrvatskoj za godinu 1956. i 1957.

Prema tablicama 1 i 2 proizlazi da je u javnim termoelektranama utrošeno od ukupno proizvedene količine ugljena oko 13—14%, a od ukupne količine topline sadržane u iskopanom ugljenu oko 10% (u godinama 1956. i 1957.).

Proizvodnja ugljena u Hrvatskoj

(1939. — 1946. — 1957.)

Tablica 1

God.	Kameni		Mrki		Lignit		Ukupno		
	tona	kcal 10^9	tona	kcal 10^9	tona	kcal 10^9	tona	kcal 10^9	Prosjek kcal/kg
1939	963834	6020	395084	1580	273869	625	1632787	8225	5100
1946	547300	3420	301173	1200	319054	735	1167527	5355	4600
47	733893	4680	427481	1710	555331	1280	1716705	7670	4460
48	544050	3400	483607	1930	670200	1540	1697857	6870	4050
49	825000	5150	600020	2400	725679	1670	2150699	9220	4280
50	784000	4900	596079	2380	675675	1550	2055764	8830	4300
1951	666650	4160	493979	1970	655993	1510	1816622	7640	4210
52	732000	4570	502923	2010	719760	1655	1954683	8235	4210
53	683000	4260	456639	1830	652472	1500	1765111	7590	4300
54	695800	4350	490528	1960	794556	1830	1980884	8140	4100
55	776700	4850	549825	2200	970120	2235	2296645	9285	4040
1956	822000	5140	573211	2290	1092001	2510	2487212	9840	3950
57	836590	5230	595785	2380	1188961	2730	2621336	10340	3940

Kameni = 6250 kcal/kg; Mrki = 4000 kcal/kg Lignit = 2300 kcal/kg

Potrošnja goriva i topline u termoelektranama za proizvodnju eletkrične energije u Hrvatskoj

1956. i 1957.

Tablica 2

God.	Ugljen		Lignit, treset, gorivo drvo		Tekuća goriva		Ukupno		Prosjek kcal/kg
	tona	kcal 10^9	tona	kcal 10^9	tona	kcal 10^9	tona	kcal 10^9	
1956	142000	547,1	212900	426,0	13000	114,2	377900	1087,3	2870
1957	118000	536,3	228500	457,2	9700	83,9	356800	1077,4	3010

U podacima su obuhvaćene samo javne elektrane.

Izvođenje zračnih kućnih priključaka

Elektroenergetski inspektorat Sekretarijata za industriju Izvršnog vijeća NRH dao je slijedeću obavijest:

Do nedavna nije bilo na domaćem tržištu »futurit-kapa« (zaštitne kape krovnih nosača), jer se nisu proizvodile u zemlji, pa su se u praksi nadomještavale pretežno improviziranim i to najčešće limenim zaštitnim kapama. Ovakav način izvođenja zračnih kućnih priključaka tolerirao se do sada iz naprijed navedenih razloga. Međutim budući da se sada proizvode i mogu nabaviti u zemlji propisne »futurit-kape« za 1,5″—2,5″ to nema opravdanja da se i nadalje »futurit-kape« nadomještavaju nepropisnim improvizacijama. Elektroenergetski inspektorat NR Hrvatske će stoga u buduće tražiti da se priključak i uvod u kuće s električnih mreža niskog napona po propisima vrši na slijedeći način:

1. U smislu JUS propisa N.B2.702 krovne nosioce treba dimenzionirati na osnovu mehaničkog proračuna s tim da se ne smiju upotrebljavati plinske cijevi promjera manjeg od 1½″.

2. Visina krovnih nosilaca mora biti tako odmjerena, da su vodiči udaljeni od površine krova najmanje 2,5 m kod ravnog krova, 2,0 m kod krovova s malim nagibom (ispod 45°) i 1,25 kod krovova s velikim nagibom.

3. Cijevi krovnih nosilaca treba opremiti izolacionom zaštitnom kapom (»futurit-kape«) tako da ne može u cijev prodirati kiša.

4. Cijevi krovnih nosilaca moraju biti dobro uščuvane na zgradi, a ako je potrebno treba ih dodatno učvrstiti sidrima.

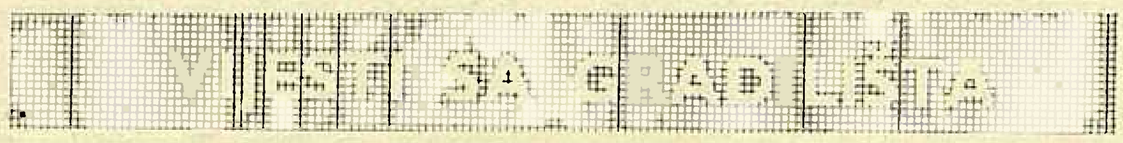
5. Za vodiče u krovnim nosiocima mogu se upotrebljavati laki ili teški gajtani zaštićeni u gumenoj cijevi (GG/L ili GG/T) ili vod s Pyc plaštem (PGP) ili GOT kabeli, koje treba pričvrstiti tako da nisu opterećeni na vlak i da se ne mogu oštetiti oštrim rubovima cijevi. Ujedno treba predvidjeti odvođenje kondenzirane vode.

6. Limenim kapama ili na drugi ekvivalentan način treba spriječiti prodiranje kiše na mjestima, na kojima krovni nosioci i njihova sidra ulaze u krovnu konstrukciju.

Prilikom tehničkih pregleda odbit će se prijem svih radova, koji će biti u suprotnosti s propisima u smislu naprijed navedenih uputa, ukoliko su ti radovi otpočeli poslije 1. I. 1960. Do toga roka postupat će se po dosadašnjoj praksi, ako izvođač tih radova dokaže, da je posao zaključio ranije i da nije mogao na vrijeme nabaviti propisne kape.

Ovom prigodom skreće se povodom jednog nesretnog slučaja pažnja ujedno na propis, da strujne krugove na razdjelnim pločama treba obilježavati čitljivim natpisnim pločicama.

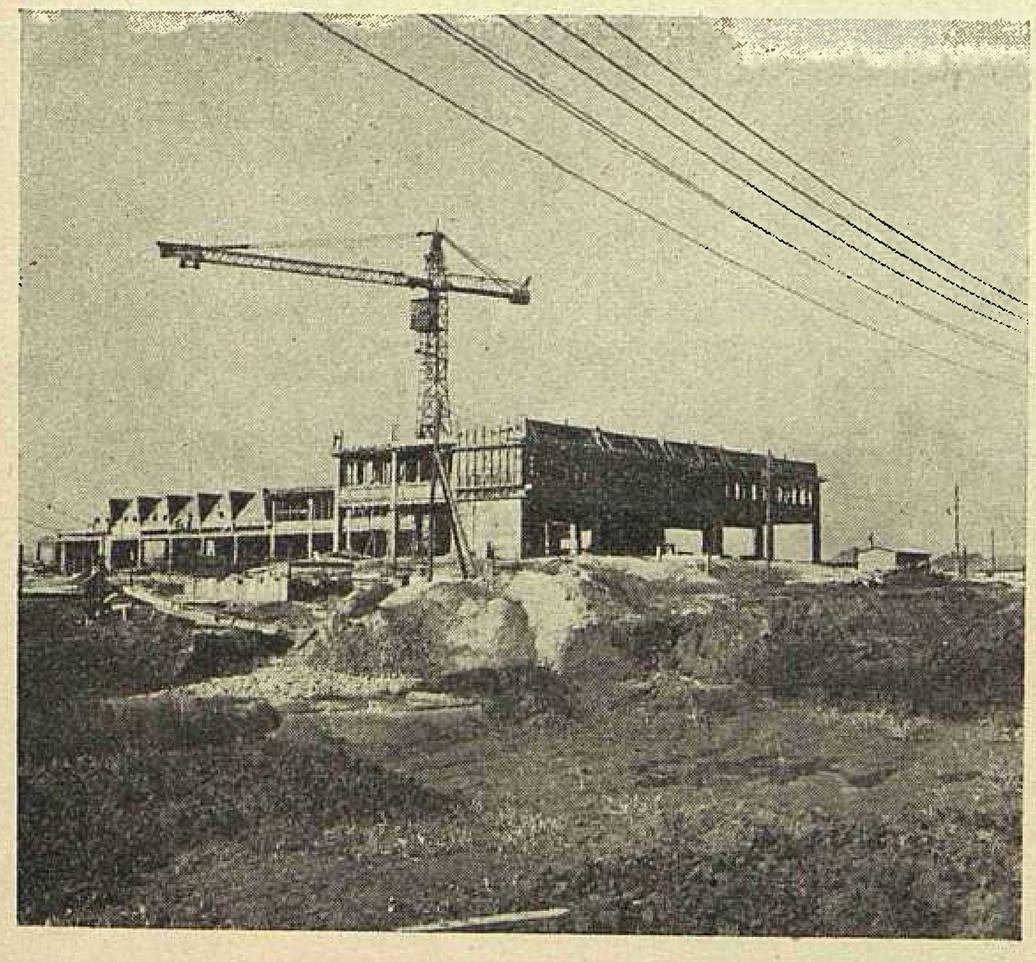
Glavni inspektor
Ing. B. Ribić



IZGRADNJA TERMOELEKTRANE ZAGREB II

Iza dovršenih općih pripremnih radova, otpočeli su na gradnji Termoelektrane Zagreb II građevinski radovi na glavnim objektima. Osim toga kod građevinskih radova položeno je težište na dovršenje zgrade radionica i skladišta, kako bi se na taj način osigurali potrebni prostori za uskladištenje potrebne opreme i osposobljavanje radionice za početak montaže kotlovskog postrojenja.

Na glavnim objektima intenzivno se izvode radovi na dovršenju temelja kotlovnice, strojarnice, 30 kV postrojenja i objekta za kemijsko pročišćavanje vode — s obzirom na to, što se u ovo godišnje doba nastoji iskoristiti najniži nivo podzemne vode. Na skladištu ugljena u radu je uzdužni bunker (podzemna građevina) dužine 80 metara. Taj objekat je funkcionalno u neposrednoj vezi sa građevinom čelnog naginjača, za koji su pripremni radovi u toku.

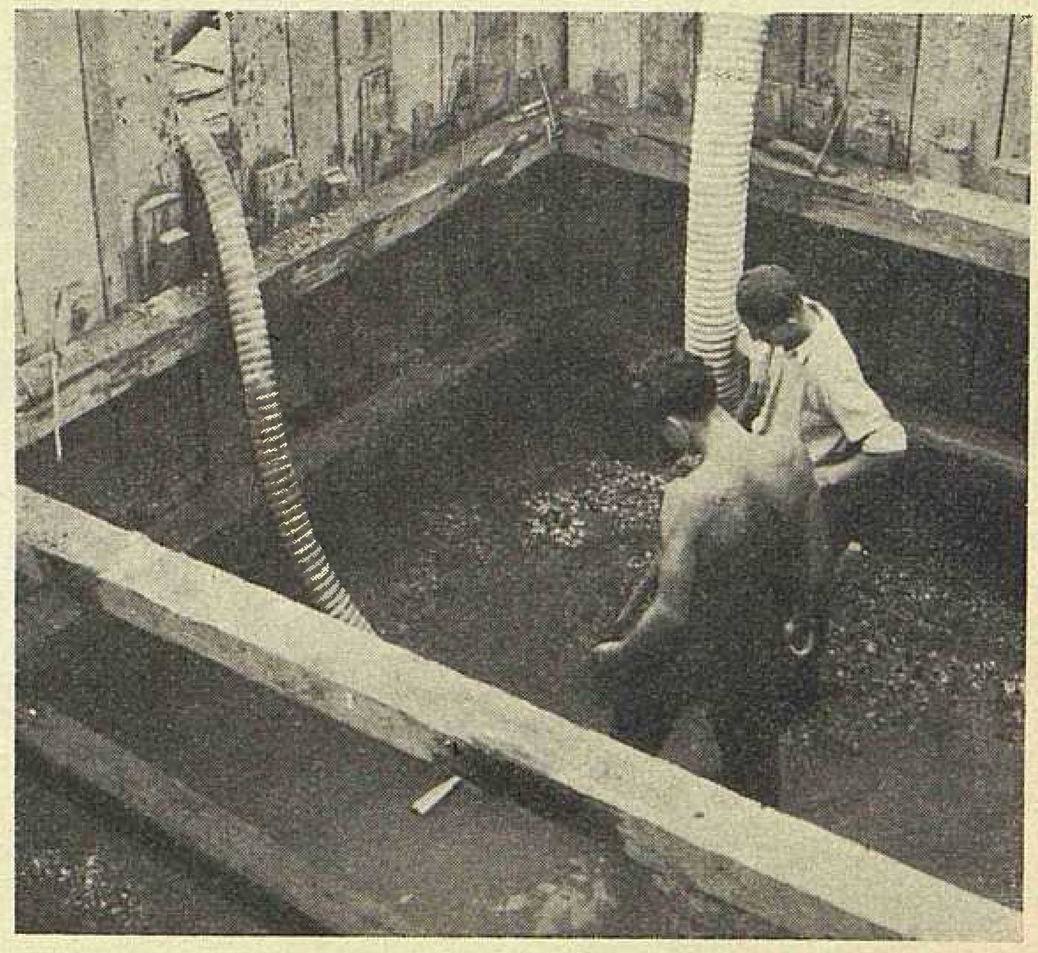


Sl. 1. Gradnja pogonske zgrade (sprijeda) i radionice i skladišta

Građevno poduzeće »Tehnika«, koje izvodi radove na gradilištu Termoelektrane Zagreb II, osiguralo je potrebnu mehanizaciju, kako za visokogradnju, tako i za niskogradnju.

Industrijski kolosijek, koji spaja Termoelektranu sa glavnom prugom Zagreb–Beograd, a koji se odvaja na željezničkoj stanici Čulinec od glavne pruge u završnoj je fazi, tako da će se glavni dio opreme, a i jedan dio građevnog materijala moći tim kolosijekom izravno dopremiti na gradilište.

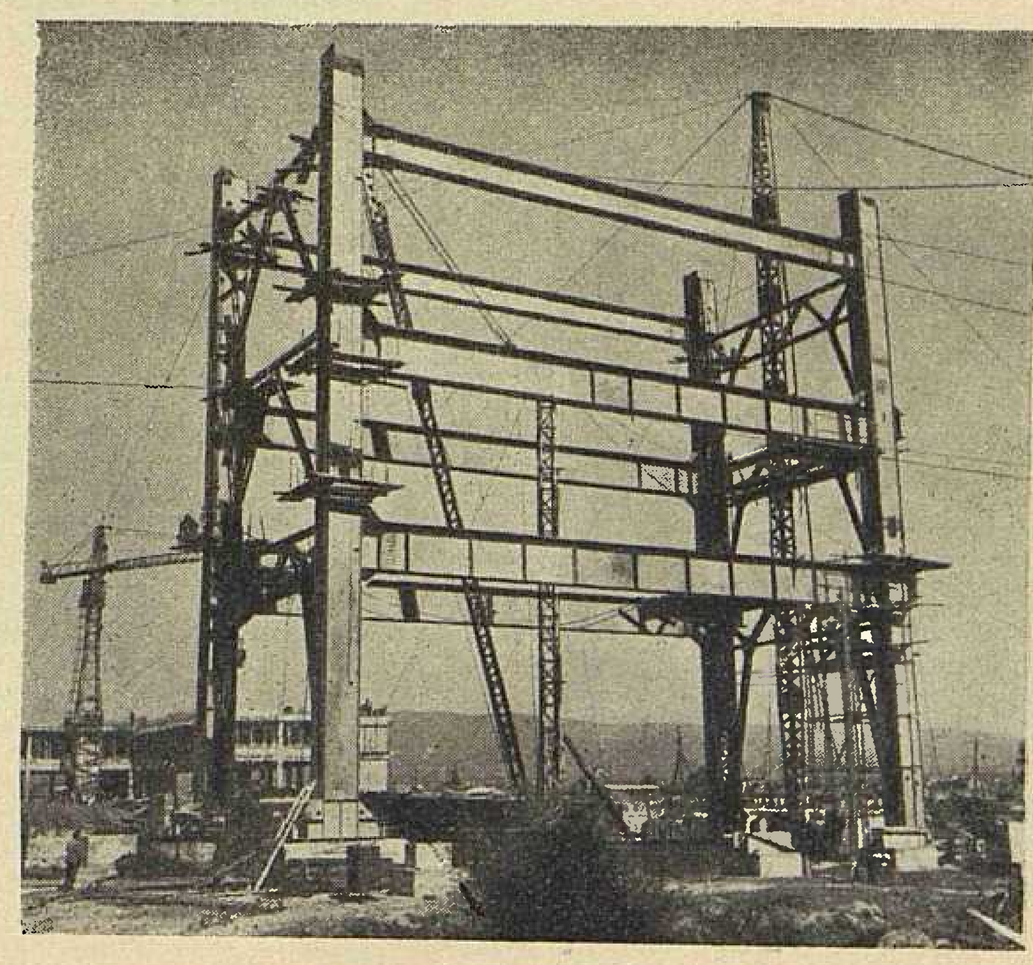
Usporedo sa građevinskim radovima već se montira i dio nosive konstrukcije kotlovnice i prvog kotla. Jedan dio čelične konstrukcije doprema se gotov i pripremljen za montažu iz radionica poduzeća Braća Kavurić, dok se drugi dio tih konstrukcija priprema i izrađuje na gradilištu.



Sl. 2. Betoniranje temelja bunkerske zgrade

Skelet kotlovnice bit će izveden tako, da će ujedno služiti kao nosiva konstrukcija kotlova koji će biti u nju zavješeni. Predviđa se, da će tokom XI. mj. o. g. konstrukcija biti u tolikoj mjeri gotova, da će se moći pristupiti montaži prvoga kotla.

Z. M.



Sl. 3. Montaža dijela nosive konstrukcije kotlovnice i prvog kata

PRIPREMNI RADOVI NA IZGRADNJI TS 220/110 kV MRACLIN

Nakon odobrenog investicionog programa i usvajanja idejnog projekta za izgradnju TS 220/110 kV u Mraclinu otpočeli su radovi na ispitivanju tla i podzemnih voda, te mjerenje specifičnog otpora zemljišta. Radove vrše stručnjaci i radne ekipe poduzeća »Elektrosond« i Zavoda za visoki napon Tehničkog fakulteta u Zagrebu.

U toku je ugovaranje za nabavku 4 jednofaznih transformatora 220/110 kV, snage 50 MVA, kao i druge opreme, koje vrši investitor »Elektroprenos« s predstavnicima naše elektroindustrije. Dobar dio opreme isporučit će tvornica »Rade Končar«, koja će surađivati s inozemnim elektrotehničkim proizvođačima.

Projektanti »Elektroprojekta« izrađuju glavni projekt za spomenutu transformatorsku stanicu kako bi izgradnja mogla otpočeti u što skorijem roku.

Za gradnju ovog velikog elektroenergetskog objekta iz općeg investicionog fonda investitoru su odobreni krediti u visini od 2 milijarde i 29 milijuna dinara, koliko će se utrošiti za I. etapu izgradnje TS Mraclin.

Paralelno s ovim radovima pristupilo se je izradi glavnog projekta za izgradnju DV 110 kV Zagreb–Split, koji izrađuje poduzeće »Dalekovod«, Zagreb. *I. R.*

RADOVI NA DALEKOVODU 30 kV MEĐURIĆ–PAKRAC–DARUVAR U ZAVRŠNOJ FAZI

Do sada je potpuno završena izgradnja dalekovoda i 16. IX. o. g. izvršen je tehnički prijem. Dalekovod je primljen uz izvjesne nedostatke, koje treba otkloniti i koji se sada otklanjaju.

Transformatorska stanica Daruvar je također u završnoj fazi. Montaža opreme je pri kraju i samo se čeka na dopremu transformatora, koji je u tvornici »Rade Končar« već osiguran.

Iskorišćenje republičkog kredita u iznosu od 70 milijuna dinara, nije moglo biti izvršeno do danas radi toga, što još nisu gotove okončane situacije za trasu dalekovoda, a i radi toga, što NO Daruvar ima poteškoće s učešćem, jer je s radovima na podizanju objekta počeo davno prije odobrenja republičkog kredita. Tako je isplaćeno iz vlastitih sredstava: za drvene impregnirane stupove u Karlovcu Din 10,000.000.– i za građevinski dio transformatorske stanice Daruvar Din 15,000.000.– ili ukupno Din 25,000.000.–, koja sredstva sada nedostaju za učešće. Međutim, poduzima se da se to s bankom riješi, kako bi se radovi mogli potpuno isplatiti odmah po završetku objekta.

Smatramo, da će objekti biti gotovi najkasnije do kraja listopada. Međutim, potpunu isplatu moći ćemo izvršiti tek u studenom ove godine.

Puštanje u pogon dalekovoda bilo bi prema tome najkasnije za Dan Republike 29. XI. o. g.

Andrija Žabić, Daruvar

STANJE RADOVA NA PRIJENOSU 35 kV GOSPIĆ–GRAČAC

Izgradnja DV 35 kV Lički Osik–Gračac i TS 35/10 kV Gračac bit će završena do 29. IX. 1959. Predviđeni rok svršetka radova prekoračen je zbog vremenskih nepogoda i zbog zakašnjelih radova na građevinskom dijelu TS 35/10 kV, koji je trebao biti gotov 1. V. 1959.

Građevinski dio TS 35/10 izvodio je NOO Gračac u vlastitoj režiji, kao vlastito učešće.

Do danas je iskorišten odobreni kredit za 141,602.834.– Din od odobrenih 170,000.000.– dinara. Nikakovih smetnji nema od strane banke, jedino je poteškoća s uplatama vlastitoga učešća, koje je obavezan uplatiti NOO Gračac. Obveza vlastitog učešća je 31,600.000.– dinara od kojega je 14,600.000.– u naturi t. j. građevinski dio TS 35/10 kV, koji je pri završetku, a 17,000.000.– Din u novcu. Do sada je uplatio NOO Gračac 13,000.000.– dinara, dok ostatak od 4,000.000.– Din nije uplatio, jer nema dovoljno sredstava. Neplaćanje ove obveze od 4,000.000.– dinara može utjecati, da se kredit ne može iskoristiti, a time i na završetak radova od strane Dalekovoda Zagreb.

Adolf Skender

VIJESTI IZ PODUZEĆA I ZAVODA I INSTITUTA

Četrdeset godina u elektroprivredi

Dipl. ing. ETH Jerko Jerić

od 1. X. 1919.

do 1. X. 1959.

Grad Split, jedna od naših najvećih jadranskih luka, privredno i trgovačko središte Dalmacije, elektrificiran je dosta kasno. Njegova je riva prvi put električno osvijetljena istom 12. lipnja 1920.

Elektrifikaciju Splita proveo je ing. Jerko Jerić, tadašnji direktor Električnih poduzeća Split.

Ing. Jerko Jerić rođen je u Metkoviću 1888. Maturirao je na realci u Splitu 1906. Tehniku je studirao u Zürichu, na Eidgenössische Technische Hochschule na kojoj je diplomirao 1911.

Godine 1912. stupa u službu na gradnji hidrocentrale Kraljevac. Malo zatim odlazi poduzeću AEG, Beč i Trst, odakle se nakon kraćeg vremena vraća u Dalmaciju u Tvornicu cementa na Majdanu i Sućurcu. Za Prvoga svjetskoga rata povučen je u Tvornicu cementa »Split«, gdje je povojničen i tu dočekuje slom Austro-Ugarske.

Slomom monarhije Split se u novonastaloj državi Srba, Hrvata i Slovenaca razvija u jako privredno središte i drugu po redu trgovačku luku u zemlji. Modernizacija grada, što znači u prvom redu elektrifikacija, neodložni je i gorući problem.

Splitska općina osniva društvo s ograničenim jamstvom ELEKTRIČNA PODUZEĆA SPLIT, u kom sudjeluje sama s

nešto preko 60% kapitala, dok ostatak od cca 40% preuzimaju tvornica SUFID i Tvornica cementa SPLIT.

Dne 1. listopada 1919. stupa ing. Jerić u novoosnovano poduzeće u svojstvu direktora sa zadatkom, da provede organizaciju poduzeća i elektrifikaciju grada, što je on uspješno i proveo. Električnu energiju novo poduzeće dobavlja preko tvornice u Dugom Ratu SUFID iz hidroelektrane Kraljevac.

Na mjestu direktora ELEKTRIČNIH PODUZEĆA ostaje ing. Jerić preko 20 godina t. j. do 1. VI. 1940., kada je pozvan u Zagreb na mjesto direktora tadašnjeg Banovinskog električnog poduzeća »BEP«.

Za vrijeme okupacije ostaje bez namještenja i radi privatno povremene poslove. Godine 1945. pozvan je već 15. VII. hitno u Beograd da surađuje na planu elektrifikacije zemlje. Godine 1947. vraća se u UPEL u Zagreb, zatim ponovno u MINEL u Beograd, pa opet u Zagreb u ELEKTROZAPAD, te u Generalnu direkciju elektroprivrede, a odanle u Institut za elektroprivredu, gdje i danas s uspjehom radi.

Punih 40 godina djeluje tako ing. Jerić u elektroprivredi. Svojim znanjem i bogatim iskustvom dao je, i još uvijek daje, obilat doprinos razvoju elektrifikacije i NR Hrvatske i cijele zemlje.

Od značajnijih njegovih radova i studija navodimo samo neke i to:

Plan elektrifikacije Federativne Narodne Republike Jugoslavije, u tri dijela. Izdanje Ministarstva industrije FNRJ, Beograd 1946.

Plan elektrifikacije Jugoslavije u knjizi: »*Razvoj elektroprivrede Jugoslavije 1945.—1955.*« Izdanje Zajednice Jugoslavenske elektroprivrede, Beograd 1957.

Energy Resources and Power Development, Paper 13/A. Izvještaj IV. Svjetskoj konferenciji za energiju (WPC), London 1950.

Perspektivno planiranje proizvodnje i potrošnje električne energije (Analitičko-grafička metoda za izradu elektroenergetskih bilanca). »Elektroprivreda«, Beograd 1952.

Vodne snage NR Hrvatske. Izdanje Instituta za elektroprivredu, Zagreb 1952.

Prilog izučavanju elektroenergetskih problema u Dalmaciji (uz studiju: »Problemi privrednog razvoja sjeverne i srednje Dalmacije i dijela zapadne Bosne.«). Izdanje Ekonomskog instituta NRH, Zagreb 1956.

Osim toga objavio je razne članke o primjeni statističko-matematskih metoda u elektroprivredi, u časopisima ENERGIJA Zagreb i ELEKTROPRIVREDA Beograd.

Ing. Jerko Jerić je i jedan od vrlo cijenjenih suradnika našega časopisa, koji mu i ovom prilikom čestita jubilarnu četrdesetgodišnjicu plodnoga rada u elektroprivredi i skoro pola stoljeća u privredi naše zemlje uopće.

Ing. Jerić je još uvijek svjež i aktivan na svom radnom mjestu u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu, na kojem će nas, nadamo se, zadužiti još mnogim svojim vrijednim i visokostručnim doprinosima.

E. R.

Sedamdeset-godišnjica života ing. Jurja Mihajlova

Dipl. ing. Juraj Mihajlov

1889.—1959.

Dne 20. 8. 1959. navršio je 70 godina naš poznati elektroprivredni radnik i jedan od najpoznatijih stručnjaka-projektanata termoenergetskih postrojenja Jugoslavije, ing. Juraj Mihajlov.

U svom plodnom i stvaralačkom radu kao nekadašnji tehnički rukovodilac pogona Elektrane Zagreb, a naročito iza Oslobođenja, ing. Mihajlov djelovao je kao prvi direktor Termobiroa u Beogradu, zatim kao suradnik Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, kao šef projektnog odjela za termocentrale u Elektroprojektu Zagreb, čiji je on ujedno i osnivač i organizator, i konačno danas kao tehnički savjetnik Energoinvesta, Sarajevo, uz koju dužnost surađuje i kao tehnički savjetnik Toplane Zagreb u izgradnji, sve od početka njene izgradnje od 1955.

Gotovo nema termoenergetskog objekta, koji je iza Oslobođenja izgrađen ili se nalazi u izgradnji u Jugoslaviji, a da ing. Mihajlov nije učestvovao na njegovoj izgradnji, bilo kao projektant, recenzent, savjetnik ili ekspert.

Svojim izvanredno marljivim dugogodišnjim radom ing. Mihajlov je stekao veoma bogato iskustvo, kojim izdašno pomaže u rješavanju brojnih i složenih pitanja iz oblasti izgradnje i pogona raznih termoenergetskih postrojenja u našoj zemlji.

Osim svog stručnog i projektantskog rada ing. Mihajlov je vrlo aktivan kao suradnik u časopisima elektroprivrede i drugim stručnim i tehničkim publikacijama.

Naročito je zaslužan za pokretanje izgradnje Toplane Zagreb na čijoj koncepciji je ing. Mihajlov radio još prije rata i čija izgradnja je počela g. 1958. Ona je ujedno njegovo životno djelo.

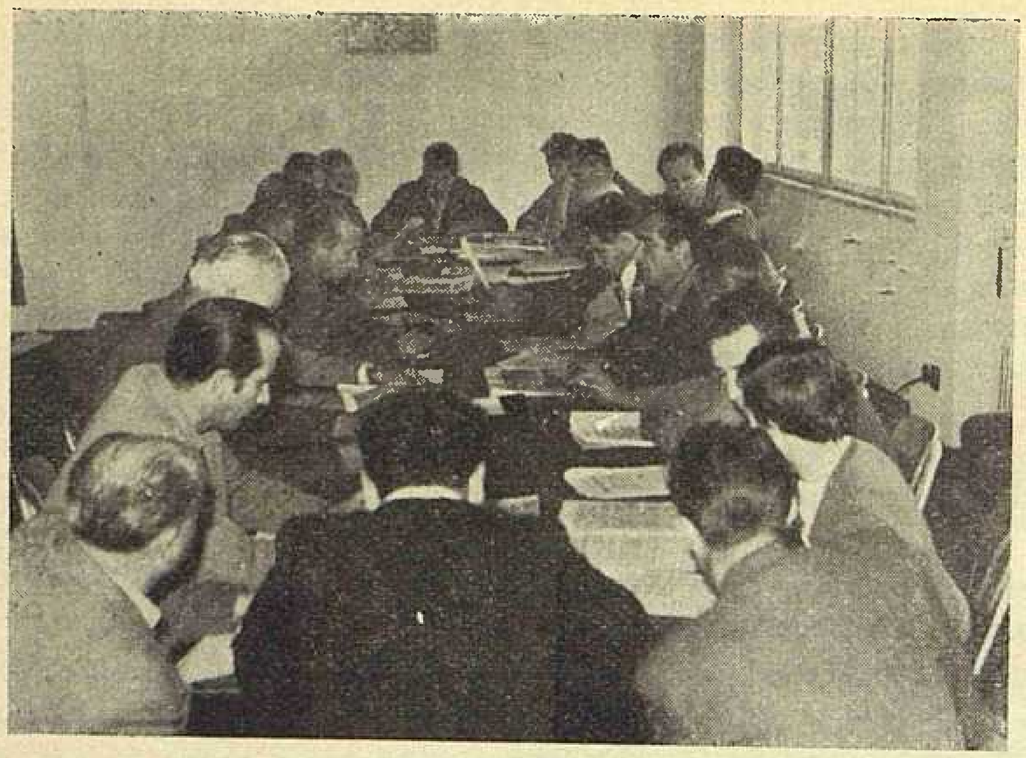
Unatoč poodmaklim godinama ing. Mihajlov je neobično produktivan u radu i živo prati najsuvremenija dostignuća iz oblasti termoenergetike. Aktivno prati i svjetska iskustva kod primjene nuklearne energije u elektroprivredne svrhe i s tog područja je g. 1957. održao i prvo predavanje ove vrste u Jugoslaviji.

Njegovi suradnici našli su u njemu dobrog rukovodioca i druga, sposobnog učitelja, velikog stručnjaka, koji zadivljujućom energijom i elanom radi i svojim ličnim primjerom pokreće druge na rad. Ing. Mihajlov posjeduje izvanredan smisao za realnost i ekonomski račun, čime je u mnogim prilikama dao vidan doprinos kod sagledavanja i odmjeravanja novih programa kod planiranja i projektiranja termoenergetskih objekata. On je dosljedan borac za primjenu najsavremenijih tekovina nauke i tehnike, a naša mlada elektroindustrija i mašinogradnja našli su u njemu svog protagonistu, koji je uvijek gajio puno povjerenje u njena uspješna osvajanja u proizvodnji postrojenja za naše nove termoenergetske objekte.

U njegovoj jubilarnoj 70. godišnjici života nalazimo ing. Mihajlova kao najaktivnijeg suradnika u štabu za izgradnju Toplane Zagreb, nadalje kao suradnika kod izrade investicionog programa nove Toplane u Beogradu, i kao tvorca programa izgradnje buduće Toplane u Ljubljani.

Ing. Mihajlovu od srca čestitamo njegov jubilej u želji da još dugi niz godina s njime surađujemo i od njega učimo za dobrobit ostvarenja ljepšeg života našeg naroda i naše domovine, koju je ing. Mihajlov svojim radom zadužio.

S. Š.



Sl. 4. Zasjedanje Radničkog savjeta

50-torici polukvaliciranih u kvalificirane, 20-orici kvalificiranih u visokokvalificirane, visokokvalificiranim da postanu majstori, majstorima, da postanu poslovođe, a pravniku, da položi sudski i advokatski ispit.

U tom pogledu poduzeće nije žalilo ni truda ni sredstava, podupirući svaku inicijativu usmjerenu školskom i stručnom usavršavanju svoga osoblja. Svako novo radno mjesto više kvalifikacije principijelno se popunjuje starim i najboljim službenicima odnosno radnicima, kojima se prije toga neprestanim kursevima i seminarima omogućuje stjecanje potrebnih školskih i stručnih kvalifikacija. Od najvrednijih brigadira postaju tako majstori, od najvrednijih majstora poslovođe.

Komisija za osnivanje i otkazivanje radnoga odnosa u poduzeću posluje u tom pravcu potpunoma samostalno i vrši svoju funkciju s punom objektivnošću.

Naravno, da je poduzeće moralo i mnogo žrtvovati, da bi osiguralo visoki kvalificirani i stručni kadar, pa je najveću brigu posvetilo osiguranju stanova. Iako je stambeni problem već dobrim dijelom riješen, ima ipak još oko 15% osoblja, kojemu je stambeno pitanje još uvijek otvoreno. Čine se međutim veliki napori u tom pravcu i ima izgleda, da će kao i druga ne manje teška pitanja, biti i to pitanje u dogledno vrijeme riješeno.

Pitanje poslovnih i uredskih prostorija riješeno je izgradnjom velike moderne zgrade, u krugu koje se dovršavaju i prostorije za pojedine pomoćne djelatnosti, o čemu je također već bilo pisano u našem časopisu[5].

Potrošnja i potrošači

Grad Rijeka ima, prema najnovijim podacima Saveznog zavoda za statistiku, 83 tisuće stanovnika, 21 industrijsko poduzeće koje zaposluje 16 tisuća radnika, 879 zanatskih radnji, 543 trgovine, 121 ugostiteljsku radnju, 35 škola sa 14 tisuća đaka, 4 bolnice, 11 ljekarna i t. d. i t. d.

Potrošak električne energije iznosio je u godini 1958. u samoj Rijeci 92,239.000 kWh, u Skradu 6,312.000 kWh, a u Crikvenici 6,010.000 kWh. U svemu cijelo poduzeće 104,561.000 kWh.

Raspored potrošnje po vrstama potrošača bio je:

industrija i brodogradilišta	51,801.000 kWh
domaćinstva	38,250.000 kWh
motori i aparati	5,421.000 kWh
poslovne prostorije	4,901.000 kWh
društvene prostorije	1,083.000 kWh
javna rasvjeta	2,602.000 kWh
preprodavaoci	502.000 kWh
svega	104,560.000 kWh

[5] Vidi »*Vijesti iz poduzeća Elektroprimorje*« u »Energiji« br. 5–6/1959.

Na samom području grada Rijeke raspored potrošnje izgledao je ovako (radi kasnije usporedbe iznosimo i potrošnju u 1953.):

	1953.	1958.	porast
industrija	26,211.000 kWh	41,160.000	157%
domaćinstva	7,126.000 kWh	33,148.000	465%
poslov. prostorije motori i dr.	5,879.000 kWh	11,814.000	200%
vodovod	4,823.000 kWh	6,117.000	127%
svega	44,039.000 kWh	92,239.000	209%

Najjači porast pokazuje skupina »domaćinstvo«. Tome je uzrok s jedne strane relativno niska elektrificiranost kućanstava, a s druge strane dosadašnje veoma povoljne tarife za ovu grupu potrošača, te povoljni uvjeti za kupnju kućanskih aparata. Prema potrošku ove skupine u 1958. iznosi specifičan potrošak kućanstva u prosjeku 972 kWh godišnje.

Ispred Rijeke po specifičnom potrošku kućanstva dolaze u NR Hrvatskoj jedino Split sa 1.451 i Šibenik sa 1.080 kWh/kuć.[6]

Što se industrije tiče porast od 57%, što predstavlja linearni godišnji porast od 11,4%, posljedica je naglog procvata naše industrije, koja je u stalnom usponu, pogotovu na Rijeci, koja danas proživljuje svoj zlatni vijek.

Porast potrošnje električne energije očekuje se i daljnjih godina istim tempom. Prijelaz na nove ekonomske cijene električne energije uvjetovat će, vjerojatno, privremeni i kraći zastoj porasta konzuma u domaćinstvu, no ne za dugo.

Općenito se potrošak električne energije tokom posljednjih 10 godina na području poduzeća »Elektroprimorje« kretao ovako:

1948.	kWh	21,169.000
1949.	kWh	34,347.000
1950.	kWh	37,887.000
1951.	kWh	41,981.000
1952.	kWh	42,648.000
1953.	kWh	48,622.000
1954.	kWh	54,631.000
1955.	kWh	63,172.000
1956.	kWh	69,009 000
1957.	kWh	82,609.000
1958.	kWh	104,560.000

Energetske prilike

Područje Rijeke napaja se sa dva 30 kV dalekovoda iz Matulja i jednim 30 kV dalekovodom iz HE N. TESLA preko transform. stanice Plase. Osim toga na području Rijeke postoji i termoelektrana sa raspoloživom snagom od maksimalno 5 MVA, koja može svoju energiju izvesti direktno preko kabela 5 kV u grad, ili preko transformacije u mrežu 30 kV.

Dalekovod 30 kV 3 × 70 Cu iz Vinodola, zbog velike udaljenosti, te prema tome i velikih padova napona, ne može služiti za napajanje grada Rijeke, pa se zato najveći dio električne energije za područje Rijeke prenosi dalekovodima iz Matulja, koji su već sada preopterećeni. Osim toga jedan je od njih (3 × 50 Cu) već potpuno dotrajao.

[6] Radi usporedbe donosimo ovdje i tabelu specifičnog potroška u kućanstvu u pojedinim gradovima NR Hrvatske:

Grad	Potrošak kućanstva	Broj kućanstava	Specif. potrošak kWh/ kućanstvo
Split	59,092.000	40.700	1.451
Šibenik	12,321.000	11.400	1.080
Rijeka	33,148.000	32.400	972
Dubrovnik	6,695.000	7.220	918
Zadar	8,863.000	9.860	899
Zagreb	94,057.000	134.500	698
Vinkovci	3,040.000	10.000	304
Karlovac	7,780.000	26.000	300
Sisak	4,170.000	14.100	296
Varaždin	7,832.000	29.200	268
Bjelovar	3,541.000	15.800	224
Osijek	9,449.000	45.400	208
Vukovar	1,393.000	7.360	189
Slavon. Brod	1,965.000	11.200	175

(Po podacima Instituta za elektroprivredu u Zagrebu)

Maksimalno opterećenje Rijeke dosiže do 30 MVA, pa je i postojeća transformacija 30/10 kV odnosno 30/5 kV do maksimuma iskorištena. Pod ovakovim uvjetima rada vrlo je teško održavati pogon. Hitna je stoga potreba izgraditi novu transformatorsku stanicu od 30/5 kV, odnosno od 30/10 kV, koja bi preuzela dio tereta.

Oko 40% distributivnih transformatorskih stanica od 10/0,4 i 5/0,4 kV stare su i dotrajale, a osim toga i građevinski malene i nepropisne za smještaj većih transformatora. Kabelski su izlazi također preslabi za današnje opterećenje, koje se neprestano povećava.

To dolazi naročito do izražaja u središtu grada, gdje je potrošnja najveća, a napon još uvijek 3 × 110 V. Nagla povećanja opterećenja, te ovakovo stanje postrojenja onemogućuju uredno snabdijevanje potrošača električnom energijom, a napose održavanje propisanog napona.

Da bi se otklonili svi ti nedostaci potrebna bi bila velika financijska sredstva, a time se momentano ne raspolaže.[7]

Investiciona problematika

Uspon Rijeke i riječke luke u suvremenim razmjerima započeo je zapravo godine 1873., kada je grad dobio željezničku vezu sa svojim prirodnim zaleđem (25. VI. 1873. otvorena je pruga Rijeka–Pivka i time priključak na Trst i Beč, a 23. X. 1873. Rijeka–Karlovac–Zagreb–Budimpešta.)[8]

Od tada pa sve do prvog svjetskog rata 1914., Rijeka je neprekidno napredovala, favorizirana madžarskom tarifnom politikom u svim oblicima.

Konac prvog svjetskog rata i slom Austro–Ugarske značili su za Rijeku i konac njenog prosperiteta. Rijeka je pripojena Italiji. Kroz svih 27 godina talijanske vladavine Rijeka je konstantno nazadovala i propadala. Italija je svijesno gušila i Trst i Rijeku, favorizirajući svoje velike sjeverne luke Veneziu i Genovu.

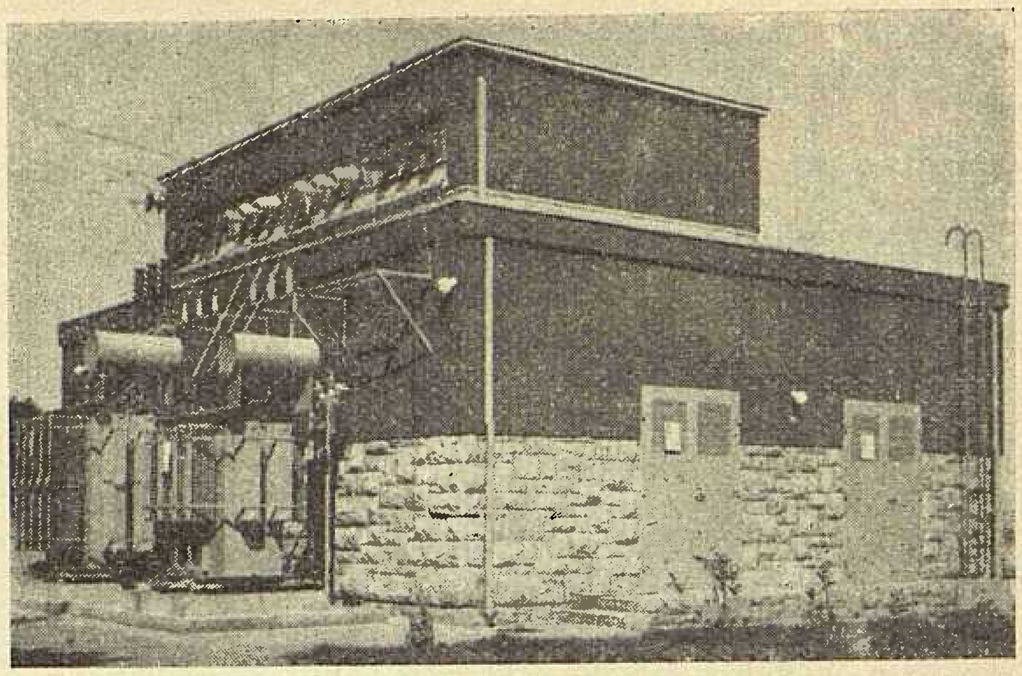
Grad je opet oživio 1945., kada su uklonjene sve umjetno postavljene granice i kad mu je širom otvoreno njegovo prostrano prirodno zaleđe.

Stanje u kojem je zatečen grad i njegova luka 3. svibnja 1945., kada je konačno došao u krilo matere zemlje, bilo je više nego očajno.

Posljednjih mjeseci prije svršetka rata savezničko je anglo-američko zrakoplovstvo svakoga dana, po sistemu sagova, bombardiralo sva industrijska i lučka postrojenja od kolodvora do Kantride i tamo nije, tako reći, ostalo kamena na kamenu.

S druge je strane okupator, Nijemac, u svom razaralačkom bijesu, prigodom povlačenja prvih dana svibnja, sistematskim miniranjem i postavljanjem najtežih avionskih bomba na svakih 40–50 metara obale, potpunoma uništio cijelu luku i sva obalna postrojenja. Od pristaništa na Brajdici, sva obala u sušačkom bazenu, cijeli riječki bazen sa zaštitnim gatovima, pretrolejska luka, bazen Tvornice torpeda i brodogradilišta »3. maj«, uništeni su do temelja. Četrdeset dizalica, sva operativna obala, sva skladišta, svi silosi, sve je to dignuto u zrak.

Kako je nakon svih tih razaranja s jedne i s druge strane izgledala riječka električna mreža i pred kakvim se zadacima našlo poduzeće – nije teško zamisliti.



Sl. 5. Nova transformatorska stanica Opatija 30/10 kV

Napori koje su u tom pravcu, u pravcu obnove, izvršili elektroprivredni kolektivi, teško bi se dali opisati.

Odmah prvih godina iza oslobođenja u riječku privredu uložena su ogromna sredstva. Računa se, da je za prvih osam godina uloženo oko 80 milijardi dinara, od čega u elektroprivredu oko 4 milijarde, što je svakako bilo premalo.

Kritična situacija, koja je zbog toga nastala i dosegla svoju kulminaciju 1954., kada su štete koje je pretrpjela riječka privreda zbog pomanjkanja električne energije, zauzele katastrofalne razmjere, živo je zainteresirala sve mjerodavne faktore ne samo u gradu nego i u republici.[9]

Već iz same literature o elektroenergetskoj problematici riječkoga područja, koju citiramo u ovome prikazu, razabiremo, da se rješavanju toga problema pristupilo s mnogo intenziteta i s mnogo zalaganja.

Problem opskrbe električnom energijom Rijeke i riječkoga bazena, nije doduše još uvijek riješen, ali je naročito

Sl. 6. Stara transformatorska stanica Ganz, kod rodilišta

---

[7] 110 V mreža postoji još u uskom središtu grada Rijeke t. zv. Starom Gradu. U svemu ima oko 7000 kućanstava. U predgrađu Škurinje postoji također 110 V mreža, no kako je to periferna mreža lakše se rješava, nego centar koji traži daleko veće investicije. Rješenje toga pitanja trajat će još barem 4 do 5 godina.

Velik su problem i kućne instalacije, koje su i dotrajale i slabo dimenzionirane. To doduše rješavaju u svojoj nadležnosti kućni savjeti pojedinih zgrada, no problem je tu!

Problem rekonstrukcije mreže postoji i na području seoske elektrifikacije, naročito u Gorskom kotaru, gdje je sva mreža građena pod pretpostavkom opterećenja od 100 W po domaćinstvu. Danas, međutim, opterećenje već znatno premašuje tu vrijednost i približuje se opterećenju u gradu.

[8] Madžari su Rijeku smatrali svojom, madžarskom, lukom i investirali u njezinu gradnju preko 50 milijuna zlatnih kruna. Prema nekima ta svota premašuje i stotinu milijuna kruna.

[9] Riječki bazen daje 1/20 društvenoga produkta čitave FNRJ, odnosno 18% društvenog produkta NR Hrvatske.

nakon kritične 1954. godine, u mnogome ublažen. Od 1953. do 1958. u mrežu riječkog područja uloženo je 1.185,871.000 dinara.[10]

Ulaganja su, nažalost, tekla veoma nepravilno. Stanje mreže je, u odnosu na potrebe, takovo, da bi bilo potrebno momentano uložiti daleko veća sredstva, nego što su uložena, kako bi se stanje jednom definitivno normaliziralo. Nakon toga mogla bi ulaganja biti iz godine u godinu sve manja, odnosno takova, da mreža slijedi povećanje potreba.

To međutim nije bilo moguće do sada izvršiti ne samo radi nedostatka potrebnih sredstava, nego i radi nedovoljnih kapaciteta za izvođenje radova tako da još uvijek postoji neravnoteža između mogućnosti mreže s jedne strane i potrebe konzuma s druge strane.

Za godinu 1958. iz raznih izvora osigurana sredstva za investiciona ulaganja iznose preko 800 milijuna dinara.

Tako je *iz OIF-a dobiven t. zv. »turistički zajam« za rekonstrukciju mreže na teritoriju Opatije,* odnosno opatijske rivijere, od 397 mil. dinara.

S obzirom na financiranje i organizaciju rada ovaj je teren razdijeljen na 5 sektora i to Volosko, Centar, Kolova, Ika i Lovran.

U Voloskom će se izgraditi 2 transform. stanice 10/0,4 kV, položiti 2.100 m visokonaponskog i 1.100 niskonaponskog kabela, 1.100 m kabela za javnu rasvjetu sa željeznim stupovima i živinim armaturama.

Sl. 7. Opatija

U Centru: 1 transf. stanica 10/0,4, 1.100 m visokonaponskog i 4.800 m niskonaponskog kabela, te 1.680 m kabela za javnu rasvjetu sa stupovima.

U Kolovi: 3 transf. stanice 10/0.4 kV, 3.868 m visokonaponskog i 1.500 m niskonaponskog kabela, te 2.200 m kabela javne rasvjete.

U Iki: 2 transf. stanice 10/0,4 kV, 1.600 m v. n. i 4.980 m n. n. kabela, te 1950 m kabela javne rasvjete.

U Lovranu: 2 transf. stanice 10/0,4 kV, 1.600 m v. n. i 4.980 m n. n. kabela, te 1.950 m kabela javne rasvjete.

Iz KIF-a dobiven je zajam od 124 mil. dinara za izgradnju dalekovoda 30 kV »Nikola Tesla« - Malinska - Košljun na Krku.

Izgradnjom ovog dalekovoda omogućuje se elektrifikacija otoka Krka i kasnije, Cresa i Lošinja. Radovi na izgradnji prve dionice od HE N. Tesla do buduće TS Malinska započeli su 1958., a dovršeni dne 15. VI. 1959. Radovi su kolaudirani, a cijena koštanja iznosi 118 mil. dinara. U toj svoti nije uračunata vrijednost podmorskog kabela, dugog 860 metara, koji su poklonili iseljenici Krčani.

Sl. 8. Crikvenica, javna rasvjeta

Budući da još nije izgrađena 30/10 kV TS Malinska, ova dionica 30-kilovoltnog dalekovoda provizorno je priključena pod naponom 10 kV, a na mjestu buduće TS Malinska spojena je preko novoizgrađenih 10 kV vodova na postojeću 10 kV mrežu otoka Krka. Radi velike udaljenosti od izvora i malih presjeka postojećih 10 kV dalekovoda, nameće se potreba hitne izgradnje druge dionice dalekovoda Malinska—Košljun i izgradnje TS 30/10 kV Malinska. Projekti za jedan i drugi objekt postoje i do sada je osigurano 40 mil. dinara iz RIF-a. Međutim još uvijek nedostaje oko 48 mil. dinara.

Dalekovod 30 kV HE TESLA - Crikvenica - Novi - Senj. Prema prvobitnom planu preko ovog dalekovoda trebalo je napajati električnom energijom područje Crikvenice, Novog, Senja i gradnju HE Senj. U toku izgradnje prve i druge dionice ovog dalekovoda plan je izmijenjen, pa je odlučeno da se izgradnji HE Senj pristupi odmah i da se gradilište HE Senj napaja novim 110 kV dalekovodom izravno iz HE Nikola Tesla.

Na taj je način otpala izgradnja dionice 30 kV od Novoga do Senja, jer će se područje Senja snabdijevati električnom energijom iz provizorne transform. stanice 110/30 kV u Grabovi, koja će biti izgrađena na samom gradilištu i povezana preko oko 6 km dugog 30 kV dalekovoda sa transform. stanicom 30/10 kV »Senj«.

Radovi na prvoj i drugoj dionici dalekovoda N. Tesla—Crikvenica—Novi počeli su u veljači ove godine. Dne 30. VI. dovršen je dalekovod N. Tesla—Crikvenica i pušten u pogon.

Sl. 9. Sjednica Upravnog odbora

---

[10] Ulaganja u riječku mrežu od 1953. do 1958. izgledaju ovako:

godina	opterećenje MVA	porast MVA	izvršena ulaganja Din
1953	12,8	1,3	163,177.000
1954	15,2	2,4	140,067.000
1955	18,7	3,5	187,688.000
1956	20,4	1,7	119,490.000
1957	22,3	1,9	277,121.000
1958	23,5	1,2	298,328.000
			1.185,871.000

Druga dionica od Crikvenice do Novoga bila je završena do konca listopada. Za dovršenje radova osigurano je iz KIF-a 78 mil. dinara.

Elektrifikacija otoka Cresa, Lošinja i Raba. U planu je predviđeno, da se u toku 1960. započnu radovi na elektrifikaciji otoka Cresa, Lošinja i Raba. U toku je izrada investicionog programa i projekata za koje su osigurana novčana sredstva. Međutim sredstva za samu gradnju još nisu osigurana.

Transformatorska stanica 30/10 kV Školjić–Rijeka. Ova se transformatorska stanica ima izgraditi kao glavna pojna točka centra grada Rijeke. Cjelokupna oprema i montaža stajat će oko 415 milijuna dinara. Gradnja je počela u siječnju ove godine, a građevinski će radovi biti dovršeni do konca ožujka 1960.

Što se tiče opreme, do sada su osigurana sredstva za nabavu 4 transformatora u visini od 84 mil. dinara, a još se imaju osigurati sredstva za nabavu 10 i 30 kV sklopki, te uvozne opreme u vrijednosti od 62 mil. dinara.

Transform. stanica 30/10 kV Vrata. Ova stanica ima poslužiti za snabdijevanje električnom energijom pumpnih stanica Fužine i Lič, da pokrije potrebe državnih željeznica i da osigura opskrbu Gorskog Kotara. Iz OIF-a osigurano je 56 mil. dinara i to samo za postrojenje koje će napajati pumpne stanice.

Transform. stanica 30/10 kV Senj. Za izgradnju i montažu ove transform. stanice osigurano je iz RIF-a 26 mil. dinara. Predviđa se da će građevinski dio biti dovršen do konca ove godine, a montaža do 1. svibnja 1960.

Transform. stanica 30/10 kV Crikvenica. Iz sredstava poduzeća osigurano je za ovu stanicu 13,5 mil. dinara i to za građevinski dio, koji bi trebao biti gotov do konca ove godine, dok bi montaža uslijedila tokom naredne godine.

Smatrali smo potrebnim, da se u ovom dijelu našega prikaza ne ograničimo samo na konstataciju da poduzeće ima osigurana financijska sredstva u visini od 802 milijuna dinara, nego da i nabrojimo objekte, kojima su namijenjena, jer su svi ti objekti, počevši od unapređenja turizma, preko priključka naših još neelektrificiranih otoka, do napajanja gradilišta nove HE Senj, od prvorazredne važnosti.

Zaključak

Ekonomska zakonitost, geografski položaj i prirodni uvjeti stvorili su od Rijeke našu najjaču i najprometniju luku.

Devedeset je godina prošlo što je bila otkinuta od matere zemlje. Umjetno otuđivana, prolazeći kroz sve moguće peripetije, ona je konačno u krvavom grču drugoga svjetskoga rata, dočekala svoje oslobođenje i pripojenje matici zemlji.

Danas je ona u punom cvatu. Njezin promet raste, njena se industrija širi. Njezino joj područje postaje pomalo pretijesno. Nema više Rijeke »od Rečine do Kantride«.

Pokojni domorodac, akademik Milan Marjanović, izradio je odmah po oslobođenju plan »Velike Rijeke«, koja bi sezala od Mošćenica do Kraljevice. Od Mošćenica do Kantride bio bi turistički dio grada, od Kantride do Martinšćice luka i trgovački dio, od Martinšćice na istok industrija i brodogradnja.

Kako će se kretati daljnji razvoj grada nije ovoga časa moguće predvidjeti. U svakom slučaju Rijeci je u narodnoj njenoj državi osigurana lijepa i svijetla budućnost. Nikakvi umjetni sokovi, nikakve tampon-kombinacije, ne mogu joj pružiti ono što joj može pružiti njezino pravo prirodno zaleđe.

Ali da bi se razvila do suvremenog velikog pomorskog, trgovačkog i industrijskog centra, potrebno je da joj se u prvom redu osigura i ona primarna pokretna snaga svake industrije i svakog prometa – *električna energija.*

Da taj zadatak izvrši pozvana je elektroprivreda. U prvom redu kolektiv Elektroprimorja, koji je, kako smo i iz ovog letimičnog prikaza razabrali, u stanju da taj svoj zadatak časno i savjesno ispuni.

Naslov pisca: Ernest Radetić, Institut za elektroprivredu u Zagrebu, Proleterskih brigada 37,

Dvanaesto redovito zasjedanje upravnog odbora ZEPH održano dne 30. VII. 1959.

Izvještaj o izgradnji HE Gojak i TE Konjščina

Kako su izvještaji bili ranije dostavljeni članovima Upravnog odbora, to se na samom zasjedanju provela samo diskusija. Iz diskusije koja je bila prilično duga proizlazi, da su neka prekoračenja neopravdano velika, pogotovo kod Gojaka rok dovršenja, prekoračenje normi materijala i sl. Na kraju je konstatirano, da nedostaci uočeni kod gradnja svih objekata imaju poslužiti kao iskustvo kod gradnje drugih objekata. Nakon završene diskusije donijet je zaključak da se u povodu puštanja u pogon HE Gojak izda posebna edicija u opsegu jednog dvobroja časopisa »Energija« analogno izdanju prigodom puštanja u pogon TE Konjščina.

Prihvaćena energetska bilanca za 1959.

Nakon prilične diskusije i niza datih obrazloženja na upite pojedinih članova UO, donesen je zaključak da se predložena energetska bilanca za 1959. prihvati, s napomenom da je TE Jertovec previsoko planirana u proizvodnji za drugo polugodište 1959. Ostale primjedbe koje su date u vezi visine proizvodnje za pojedina poduzeća otklonjene su obrazloženjima.

Ugovori između udruženih i distributivnih poduzeća i ZEPH-e za 1959.

Na prijedlog komisije upravnog odbora prihvaćen je privredni plan kao i kolektivni ugovor elektroprivrede Hrvatske za godinu 1959. time, da se u predloženom tekstu izvrše neke izmjene.

Tako će poduzeća moći staviti pred komisiju zahtjev za naknadu odgovarajućeg financijskog rezultata, koji su ostvarili svojim utjecajem kod skraćivanja rokova remonta, te omogućenja iskorištavanja ekonomičnijih pogonskih jedinica.

Planirana sredstva Fonda zajedničke potrošnje ZEPH-e za godinu 1959., osim sredstava za akumulaciju HE Peruča, te premiranja radova na izgradnji tunela HE Split mogu se trošiti tek po odobrenju upravnog odbora. Komisija je također zadužena, da prouči ekonomske odnose između udruženih i distributivnih poduzeća i ZEPH-e te da na jednom od slijedećih zasjedanja podnese prijedlog za premiranje natplanskih financijskih rezultata.

Izvještaj o izvršenim radovima na dispečerskom centru i UKV-vezama

Na temelju izvještaja koji je podnijet UO o toku radova i priprema na dispečerskom centru i UKV-vezama provedena je opširna diskusija poslije koje je zaključeno da uprava Zajednice preradi investicioni program za dispečerski centar te ga podnese na diskusiju tehničkim rukovodiocima udruženih poduzeća, a potom na odobrenje komisiji Jugela.

»Elektroprenos« Split i Zagreb dostavit će upravi Zajednice prijedlog rješenja UKV-veza koji će se financirati iz dijela sredstava dalekovoda 220 kV Split–Senj–Mraclin. Investitori će nakon suglasnosti Zajednice poduzeti potrebne mjere za nabavu odabranih uređaja.

Osiguranje sredstava za radove na HE Rječini

Kako je izgradnja HE Rječina postala aktuelna s obzirom na odobreni investicioni program, to je potrebno odobriti dio sredstava na ime pozajmice do dobivanja kredita za izgradnju, za pripremane radove u godini 1959. Upravni odbor je zaključio da Zajednica iz svojih sredstava odobri pozajmicu Kvarnerskim elektranama koje su investitor HE Rječina.

Investitoru je preporučeno da se građevinski radovi izdaju čim prije u okviru raspoloživih sredstava. Istovremeno je odobreno investitoru da odmah pristupi sklapanju ugovora za isporuku opreme, kako bi se mogla isporučiti na vrijeme.

Izvještaj komisije o pregledu poslovanja za 1958. u poduzećima u izgradnji HE Gojak, Dalmatinske hidroelektrane i Toplane Zagreb

Po upravnom odboru specijalno formirana komisija za pregled poslovanja poduzeća u izgradnji, podnijela je izvještaj nakon završenog rada.

Poslije diskusije prihvaćen je podneseni izvještaj kao i zaključci koje je komisija predložila. Istovremeno je preporučeno poduzećima da nastoje čim prije otkloniti griješke koje je komisija uočila i iznijela u svom izvještaju.

Na ovome zasjedanju data je suglasnost za podizanje akontacija za HE Senj, te ovlaštenje za potpis ugovora o zajmu. Pored toga raspravljano je o investitorstvu dalekovoda Split–Zagreb, o problemima projektiranja u NRH te još o nizu važnijih problema iz elektroprivrede. *M. J.*

Ispitivanje zamkastih razvodnih mreža na analizatoru

Nagla izgradnja i razvoj grada Skopja zahtijevaju i modernu električku razvodnu mrežu. Kako bi ta mreža potpuno udovoljila svim zahtjevima, skopsko poduzeće »Elektrodistribucija« u dva je navrata angažiralo Institut za elektroprivredu u Zagrebu da na istosmjernom mrežnom analizatoru ispita mogućnost projektirane mreže.

Čitava razvodna mreža 380/220 V budućeg Skopja razdijeljena je na nekoliko zona, koje se napajaju sa 4 ili 5 kabela 10 kV iz TS 35/10 kV. Unutar svake zone mreža 380/220 V će biti izvedena z a m k a s t o. Stoga je ispitivanjem na analizatoru trebalo utvrditi, da li je ispravno odabran jedinstveni presjek kabela 70 mm² Cu, jedinstvena snaga transformatora 10/0,4 kV u iznosu 400 kVA, te da li je dovoljan broj i ispravna lokacija razvodnih kabela 380 V. Mjerenja je trebalo obaviti za slučaj normalnog pogona kada su svi napojni kabeli 10 kV u pogonu, te za svaki defektni slučaj kada ispadne iz pogona bilo koji od kabela 10 kV. Na kraju još je istražen tropolni kratki spoj.

Godine 1958. ispitana je četvrta zamka, koja je imala 27 TS 10/0,4 kV, 140 kabela i 63 čvora. Godine 1959. ispitana je sedma zamka sa 37 transformatorskih stanica, 187 kabela i 95 čvorova.

Ova ispitivanja ponovno su dokazala, da se komplicirane zamkaste mreže mogu projektirati samo pomoću mrežnog analizatora. Mjerenja na analizatoru su naime pokazala, da je konačni najpovoljniji oblik mreže znatno drugačiji od prvotno projektiranog. *M. B.*

Izvršenje plana proizvodnje i kupnje električne energije u NR Hrvatskoj

za razdoblje od 1. I. do 30. IX. 1959.

Količinski plan proizvodnje i kupnje na pragu ostvaren je sa 100,8 %.

Plan proizvodnje po strukturi je ostvaren povoljnije, jer su hidroelektrane radile sa povećanom proizvodnjom radi povoljnijih hidroloških prilika za izvještajno razdoblje, a i radi veće akumulacije bazena Peruča, dok je u termoelektranama smanjena proizvodnja. Plan proizvodnje hidroelektrana ostvaren je sa 103,1 %, a kod termoelektrana sa 92,7 %. Osim toga povećana je dobava iz Slovenije i BiH. Plan je ostvaren sa 102,2 %.

Gubici električne energije kod distribucije u odnosu na plan smanjeni su. U toku ovih 9 mjeseci došlo je u par navrata do teže energetske situacije zbog niskih vodostaja na hidroelektranama. Tako je u mjesecu veljači unatoč maksimalne proizvodnje termoelektrana došlo do redukcije dijelom kod specijalne velepotrošnje, a dijelom kod široke potrošnje. U mjesecu travnju je također došlo do redukcije specijalne velepotrošnje u Dalmaciji uslijed remonta 110 kV voda Mostar–Jablanica, te do redukcije potrošnje na području Dubrovnik, uslijed remonta 110 kV voda Mostar–Bileće.

Konzum je ponovno reduciran u drugoj polovici mjeseca rujna, najprije specijalna velepotrošnja, zatim industrija (30–40 % dnevne potrošnje) i naposljetku široka potrošnja.

U toku ovih 9 mjeseci započeo je probni pogon, odnosno korištenje dvaju novih elektroenergetskih objekata i to:

u mjesecu svibnju je ušla u probni pogon HE »Gojak« sa dva agregata, te iskoristivši svu raspoloživu vodu u toku mjeseca svibnja i lipnja proizvela ukupno 25,4 GWh.

U mjesecu travnju je djelomično korištena akumulacija Peruče, ali je uslijed hitnih radova ispod brane prekinuto ispuštanje vode, pa je ova akumulirana energija korištena istom za mjesec lipanj do mjeseca rujna, što je znatno utjecalo na ostvarenje plana proizvodnje.

Plan predaje potrošačima ostvaren je sa 101,4 %, a ostvarena struktura je nešto povoljnija od planirane. Prodaja općoj velepotrošnji je za cca 17 milijuna kWh veća nego u planu, dok su specijalna velepotrošnja i grupa kućanstvo neznatno ispod plana. Ukupna predaja potrošačima je svega za 1,4 % veća od planirane.

Karakteristično je da potrošnja grupe kućanstva stagnira i da je manja od planirane. Porast ove potrošnje u odnosu na 1958. godinu je 19 % za razliku od 36 % u 1958. i 27% u 1957. godini. Udio kućanstva u ukupnoj potrošnji je 25,3 % pa i u tom pogledu stagnira (ovaj udio je iznosio u 1954. godini 16,2; u 1955. godini 17,2; u 1956. godini 20,9; u 1957. godini 21,9; i u 1958. godini 25,9 %).

Predaja električne energije (u MWh)

	plan	ostvarenje	%
specijalna	319.020	313.856	98,4
opća i komunalna	414.820	431.523	104,0
malopotrošnja	420.160	418.657	99,6
(kućanstvo)	(308.490)	(305.771)	99,1
izvoz	40.000	46.826	117,1
U k u p n o	1,194.000	1,210.862	101,4

Ukupni troškovi za period siječanj–rujan 1959. ostvareni su sa 10.899 milijuna dinara. Od toga na troškove proizvodnje iz vlastitih elektrana, hidroelektrana i termoelektrana, otpada 3.609 milijuna dinara ili 33,1 %, na troškove prijenosa 781 milijun dinara ili 7,2 %, na troškove distribucije 4.083 milijuna dinara ili 37,4 %, na troškove nabave električne energije od ostalih elektroprivrednih zajednica, 2.087 milijuna dinara ili 19,2 %, na nabavu od industrije 242 milijuna dinara ili 2,2 %, te na troškove režije Zajednice 96 milijuna dinara ili 0,9 %, dakle ukupno 100 %, odnosno 10.899 milijuna dinara.

Planirani brutoprodukt od 12.925 milijuna dinara ostvaren je ukupno s 12.337 milijuna t. j. za 588 milijuna dinara manje nego u planu, odnosno s 95,5 % od plana.

U ovom razdoblju realizirano je po jedinstvenim tarifama od potrošača 11.183 milijuna dinara – dok će se iz Fonda za pokrivanje manjka našoj Zajednici dotirati iznos od 1.154 milijuna dinara.

NOVE KNJIGE

U nakladi poduzeća TEHNIČKA KNJIGA, Zagreb, Jurišićeva ul. 10., izašle su ove knjige:

Prof. dr. ing. Davorin BAZJANEC: *Tehnička mehanika, I. dio – Statika.* Knjiga je sveučilišni udžbenik, a cijena joj je u poluplatnu Din 1.500.–

Prof. dr. Juraj JUSTINIJANOVIĆ: *Nacrtna geometrija, II. izdanje.* Cijena broširano Din 640.–

Prof. ing. Antun MIRKOVIĆ: *Tehnička mehanika, IV. izdanje.* Cijena broširano Din 580.–

Obje knjige, *Nacrtna geometrija* i *Tehnička mehanika,* su udžbenici za stručne škole.

Alfred ŽIDAN: *Priručnik za popravak tvorničkih radioprijemnika.* Cijena u poluplatnu Din 900.–

Mihael LECHER: *Modelarica u strojogradnji.* Cijena u poluplatnu Din 480.–

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE LIPANJ I SRPANJ 1959.

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
8. 1958	13998	26018	428	17985	101	276	14527	44279	49614	34654	— 896	142178
9. 1958	7734	37103	259	22783	96	274	8089	60160	53069	25715	— 111	146922
10. 1958	31290	33129	1046	26466	99	262	32435	59857	72636	4997	— 5975	163950
11. 1958	61776	23411	1928	21683	108	266	63812	45360	47405	23991	— 5781	174787
12. 1958	75436	21585	1951	20474	112	319	77499	42378	45197	27059	— 5627	186506
Ukupno 1958	654130	275959	16873	218012	1248	3244	672251	497215	374061	417825	— 53024	1908328
1. 1959	92472	21860	2374	17299	114	317	94960	39476	13942	58082	— 11131	195330
2. 1959	73909	40212	1498	17916	108	310	75515	58438	— 3002	52748	— 2519	181180
3. 1959	70584	30070	1660	19073	102	316	72341	49459	12083	53868	— 1296	186460
4. 1959	63681	24000	2020	16649	100	287	65801	40936	34117	36649	— 6506	170997
5. 1959	60878	20368	1567	20954	108	277	62553	41599	44380	28618	— 8826	168324
6. 1959	67261	12039	1436	19088	101	281	68798	31408	17702	37821	— 8324	167405
7. 1959	61649	16991	969	18093	112	285	62730	35369	43696	27999	— 4605	165189
Ukupno 1. — 7. 1959	490434	165540	11524	129072	745	2073	502703	296685	182919	295785	— 43201	1234885

Napomena: Od mjeseca siječnja 1959 iskazuje se u statističkom izvještaju proizvodnja električne energije svih kod Statističkog zavoda evidentiranih industrijskih i lokalnih elektrana, a ne samo većih industrijskih elektrana kao što je to bilo iskazivano u 1958. g.

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece lipanj i srpanj 1959.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje,[2] %		Utrošak topline kcal/kwh	
				Lipanj	Srpanj	Od početka godine	Lipanj	Srpanj	Od početka godine	Lipanj	Srpanj	Lipanj	Srpanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	79,0	7343	5363	78750	116,3	144,5	91,1	100,0	100,0	—	—
		Gojak	48,0	13686	8227	34903	—	—	—	40,0	38,5	—	—
		Ozalj	5,1	2317	1339	15638	173,3	158,9	98,1	100,0	98,5	—	—
		Kraljevac	62,0	33097	37111	250878	126,8	249,0	103,3	92,4	94,5	—	—
		Manojlovac (Miljacka)	24,0	5934	6354	77191	59,5	101,0	90,6	69,2	96,9	—	—
		Jaruga	5,5	3892	2680	25399	111,1	112,3	103,4	99,5	89,4	—	—
	TE	Zagreb	17,0	5308	5280	39301	102,0	81,7	108,7	43,5	41,9	5880	6000
		Jertovec	39,0	1104	7903	80984	14,7	56,0	112,0	3,9	27,2	4667	4109
		Vlaška	9,5	3003	2647	21887	103,7	127,4	117,9	43,8	37,4	4880	5141
		Rijeka	6,3	2051	—	12225	—	—	1795,0	45,2	—	6236	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,5	4679	4066	31074	303,0	78,4	244,1	37,1	31,3	...	...
		Sladorana, Županja	3,0	—	—	26	—	—	13,6	—	—	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1742	853	11499	136,0	140,7	178,8	40,2	19,1	...	...
		Željezara, Sisak	5,5	3804	3789	21935	116,9	114,6	91,6	96,0	92,6	...	...

1) Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na god. 1958. = 100.
2) Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje instaliranog kapaciteta.

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece lipanj i srpanj 1959.

Elementi energetske bilance	Lipanj		Srpanj		Od početka god.		Indeks 1958 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	lipanj	srpanj	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	79300	42,8	78640	43,5	655974	48,0	124,1	153,4	109,5
Proizvodnja industr. elektrana	20524	11,1	19062	10,5	140596	10,3	123,5	98,0	117,3
Proizvodnja lokalnih elektrana	382	0,2	397	0,2	2818	0,2	122,8	120,1	109.2
Ukupna proizvodnja na generatoru	100206	54,1	98099	54,2	799388	58.5	124.0	138,1	110,8
Nabava el. en. od susjed. zajednica	85248	45,9	82883	45,8	566704	41,4	108,7	93,2	112,1
Nabava el. en. iz inozemstva	—	—	—	—	1664	0,1	—	—	2679,0
Ukupno raspoloživa električna energija	185454	100,0	180982	100,0	1367756	100,0	116,3	113,0	112,4
Vlast. potr. elektrana u sistemu	1891	1,0	2375	1,3	23583	1,7	89,6	86,5	120,7
Vl. potr. industr. i lokal. elektr.	2090	1,1	1946	1,1	14454	1,1	123,2	98,5	118,1
Ukup. raspolož. na pragu elektrana	181473	97,9	176661	97,6	1329719	97.2	116,7	113,6	112,1
(Dobave industr. elektrana sistemu)	(1602)	(0,9)	(2278)	(1,3)	(11250)	(0,8)	(562,0)	(125,3)	(272,0)
(Prag elektrana u sistemu)	(164259)	(88,6)	(161426(	(89,4)	(1210345)	(88,5)	(117,1)	(115,8)	(112,1)
Gubici prijenosa u sistemu	6500	3,5	7774	4,3	51584	3,8	94,9	105,0	83,0
Gubici razvoda u sistemu	13362	7,2	10570	5,8	95481	7,0	113,6	92,3	111,0
Gubici razvoda lokal. elektrana	38	0,0	40	0,0	282	0,0	122,4	121,1	109,2
Ukupna predaja el. en. potrošačima	161573	87,2	158277	87,5	1182372	86,4	118.3	116,0	114,0
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	9725	5.3	11188	6,2	88000	6.4	127,1	120,6	99,1
Predano inostranstvu	8324	4,5	4605	2,5	44851	3,3	120,8	49,3	129,3
Industrijska vlastita opskrba	16870	9.1	14878	8,2	116315	8.4	115,0	94,7	112,2
Lokalna opskrba	306	0,2	317	0,2	2254	0,2	122,8	120,0	109,1
Potrošači u sistemu	126348	68,1	127289	70,4	930952	68,1	117,7	125,1	115,1
Struktura potrošnje u sistemu — Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100%									
Kućanstva (domaćinstva)	31013	24,6	31945	25,1	241138	25,9	117,0	124,5	120,6
Rasvjeta poslov. prostorija	2873	2.2	2771	2,2	27125	2,9	130,8	122,0	114,7
Rasvjeta društv. prostorija	641	0,5	594	0,5	6230	0,6	134,5	131,5	112.3
Motori i aparati	4220	3,3	4221	3,3	30590	3,3	125,2	115,1	120,6
Poljoprivredni motori	607	0,5	658	0,5	4401	0,5	112,8	102,8	116.6
Javna rasvjeta	1383	1,1	1364	1,1	11667	1,2	118.6	124,7	115,0
Preprodavaoci	1089	0,9	1142	0,9	8907	1,0	98,7	88,0	91,7
Ukupna potrošnja na malo	41826	33,1	42695	33,6	330058	35,4	118,5	121,9	118,7
Vodovod	3922	3,1	4443	3,5	26003	2.8	104,9	119.1	108.3
Gradska električna vuča	1363	1,1	1371	1,0	9134	1,0	120,3	114,0	108,8
Ukupna komunalna velepotr.	5285	4,2	5814	4,5	35137	3,8	108,3	110,3	108,3
Ugljenokopi	5963	4.7	5835	4,6	40961	4,4	115,3	113,5	100,1
Tvornice cementa	8121	6,4	8558	6,7	52915	5,7	123,4	128.9	126,1
Ostala opća velepotrošnja	28531	22,6	27423	21,6	204906	22,0	122,8	121,3	116,7
kod elektrokemije	(1301)	(1,0)	(2163)	(1,7)	(9472)	(1,0)	(52,5)	(285,0)	(64,8)
kod elektrometalurgije	(12914)	(10,2)	(12893)	(10,1)	(86560)	(9,3)	(121,7)	(117,4)	(140,2)
kod ostalih	(14316)	(11,4)	(12367)	(9,8)	(108874)	(11,7)	(143,0)	(113,8)	(110,6)
Ukupna ostala velepotrošnja	42615	33.7	41816	32,9	298832	32,1	122,1	122,0	115,5
Karbid	12747	10,1	10375	8,2	82630	8,9	127,0	208.0	104,2
Aluminij	12914	10,3	12893	10,1	86559	9,3	121,8	117,4	127,0
Ostala elektrokemija	1301	1,0	2164	1,7	9477	1,0	52,4	285,0	64,5
(Ukupno elektrokemija)	(26962)	(21,4)	(25432)	(20,0)	(178666)	(19,2)	(116,4)	(152,1)	(110,0)
Ferolegure el. metalurgije	5801	4,6	7525	5.9	61675	6,6	95,7	101,2	109,5
Elektrotoplina	2680	2,1	2809	2,2	19103	2,1	128,0	121,9	140,6
Željeznička električna vuča	1070	0,9	1130	0,9	7082	0,8	127,0	159,9	111,2
Melioracija	109	0,0	68	0,0	399	0,0	—	680,0	63,3
Ukupno specijal. velepotrošači	36622	29.0	36964	29,0	266925	28,7	114,0	136,1	111,6

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece lipanj i srpanj 1959.

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	6. 1959	567	417	150	67	12	67	60	162	30	91	42	27	5	3	1
	7. 1959	559	380	179	62	17	62	71	156	38	77	43	21	9	2	1
Indeks na bazi	6. 1958	116	111	132	141	75	128	104	101	104	98	573	139	81	130	113
	7. 1958	116	137	100	218	74	196	98	94	105	147	94	99	161	185	74

Proizvodnja ugljena u NR Hrvatskoj za mjesece lipanj i srpanj 1959.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1958 = 100		
		Lipanj	Srpanj	Od početka godine	Lipanj	Srpanj	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi		74350	69860	493840	115,9	106,1	105,2
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	7222	7150	46933	107,7	102,7	96,5
	Rudnik Pregrada	5458	5854	35762	122,3	117,4	106,3
	Ostali	6475	4549	32023	110,1	78,4	77,0
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	16666	15976	114379	101,2	99,5	96,6
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Dalmacija: Rudnik Siverić	11027	11699	80472	111,6	102,6	97,9
	Ostali	628	655	3903	115,2	154,1	106,6
	Ostala područja	90	1539	16356	4,5	181,0	105,7
	Ukupno mrki	47566	47422	329828	103,7	99,9	96,0
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečki ugljenokopi	19119	19280	122645	209,1	162,4	136,4
	Konjšćinski ugljenokopi	20461	20007	144092	110,0	112,1	99,8
	Rudnik Ladanje Donje	12255	12550	90315	100,0	101,6	98,1
	Stubički ugljenokopi	15400	15563	106495	122,0	111,3	112,3
	Ostali	1934	1423	12073	94,9	86,5	81,1
	Bilogora — Podravina: Koprivnički ugljenokopi	10492	11594	76184	103,1	113,5	90,0
	Križevački ugljenokopi	5261	4961	39572	134,3	128,4	122,9
	Ostali	7398	6602	49082	123,2	104,2	105,8
	Ostala područja	744	817	4608	94,8	62,3	31,9
	Ukupno lignit	93064	92797	645066	123,4	116,9	105,1
Ukupno sve vrste ugljena		214980	210079	1468734	115,9	109,0	103,0

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece lipanj i srpanj 1959.

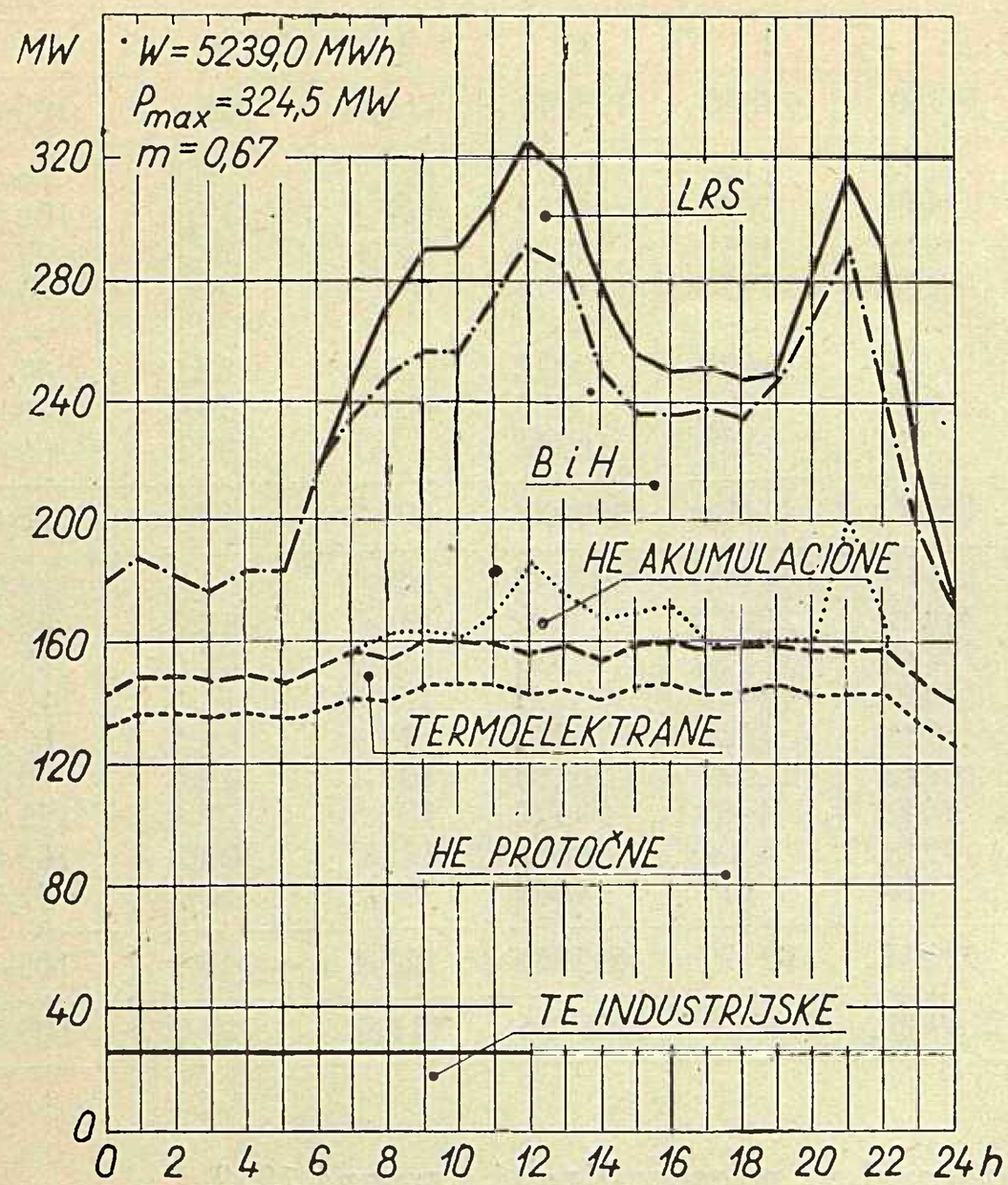
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						kok-sara	pli-nara
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
Proizvodnja u 1000 t	6. 1959	1691	111	741	839	417	215	356	687	0,8	15,6	89	1,5
	7. 1959	1631	105	696	830	416	210	336	652	0,4	15,9	97	1,5
Indeks na bazi	6. 1958	124	121	121	127	131	116	108	133	100	137	103	75
	7. 1958	116	113	112	120	111	109	125	124	80	126	110	72

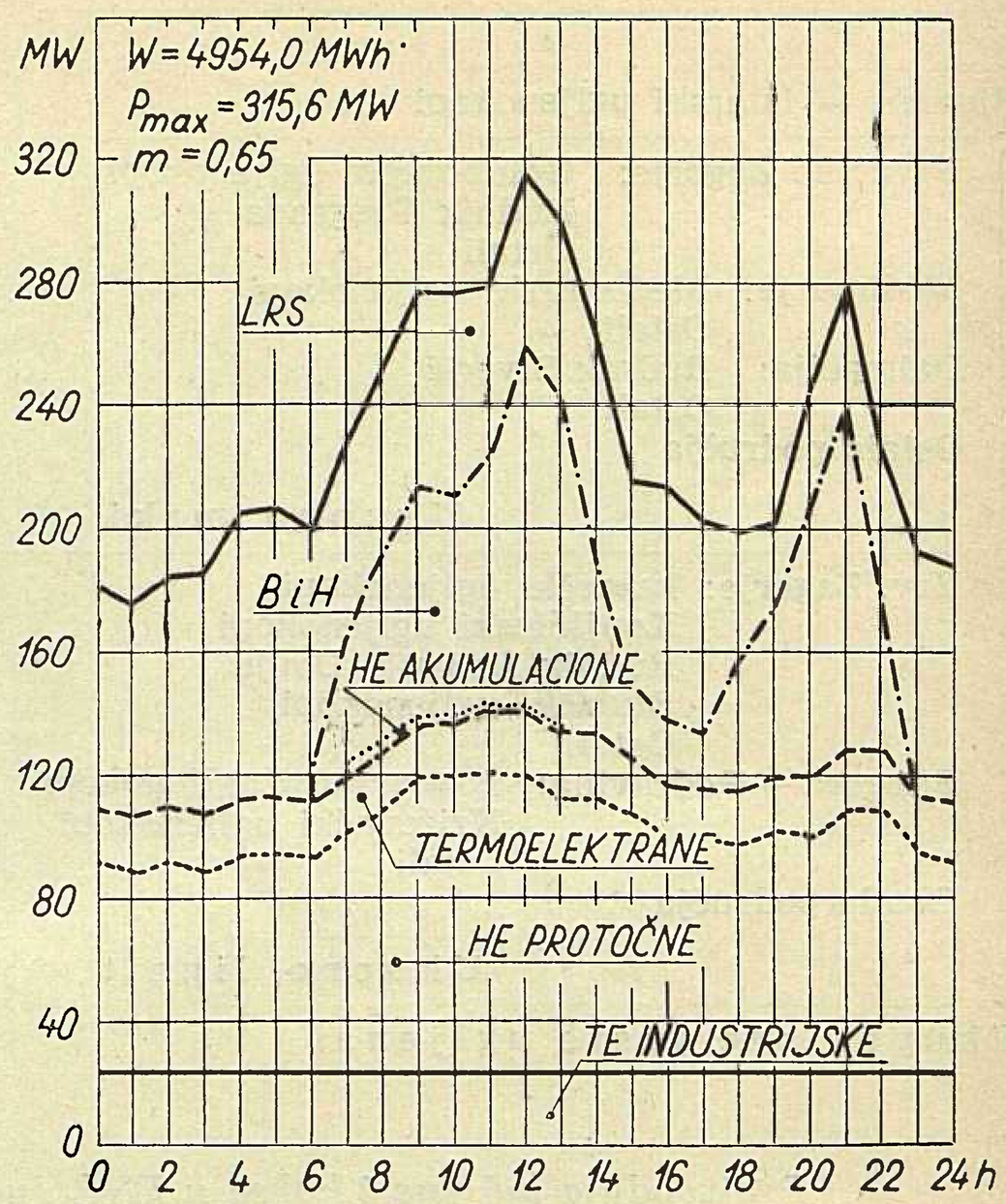
Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece lipanj i srpanj 1959.

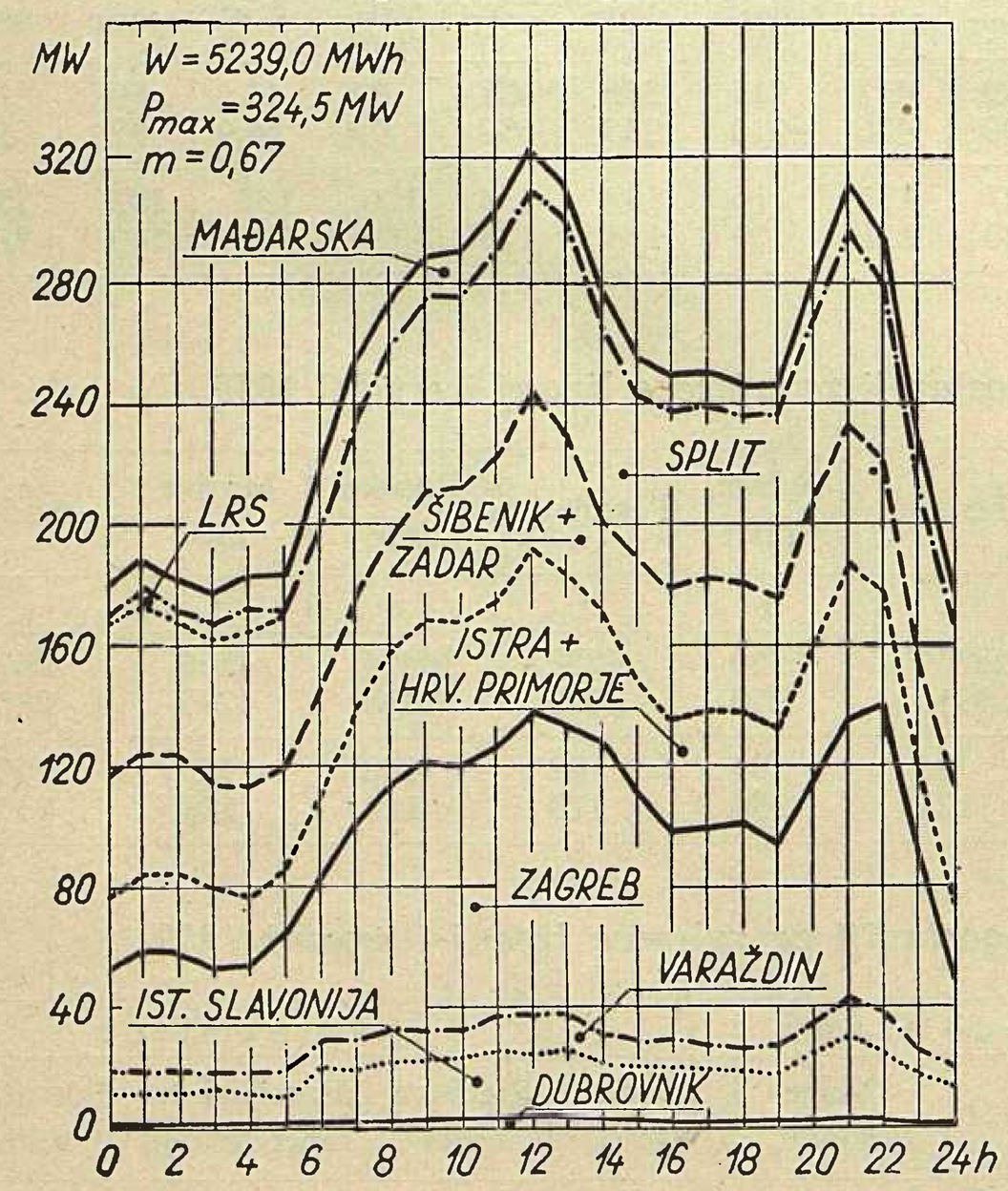
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	6. 1959	48823	3962	102257	18406	560	5239	30416	4830	267
	7. 1959	51935	3486	108135	27910	950	5835	31638	4245	280
Indeks na bazi	6. 1958	125	108	105	84	104	82	108	140	162
	7. 1958	120	100	109	121	350	119	112	129	135

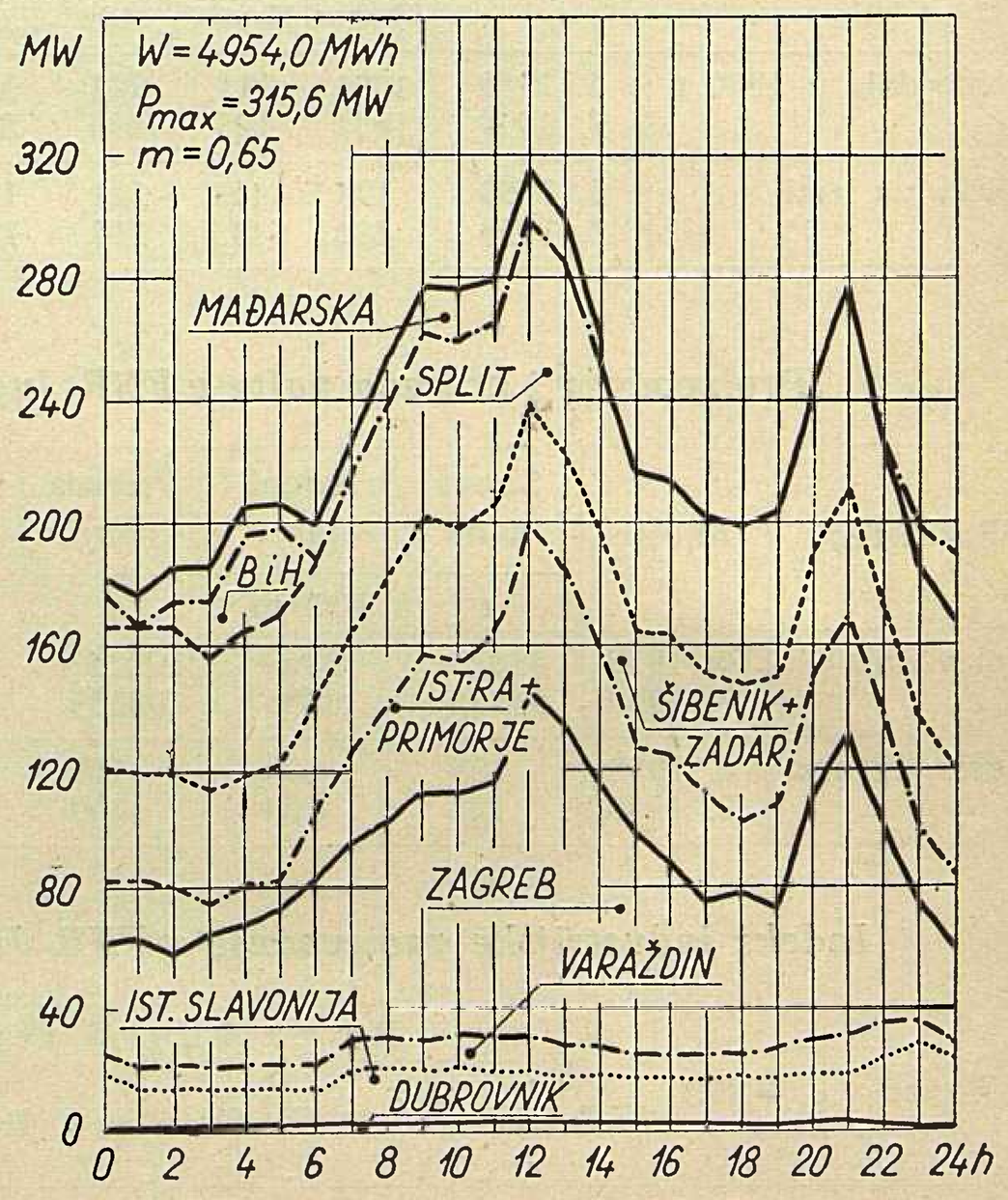
Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece lipanj i srpanj 1959.

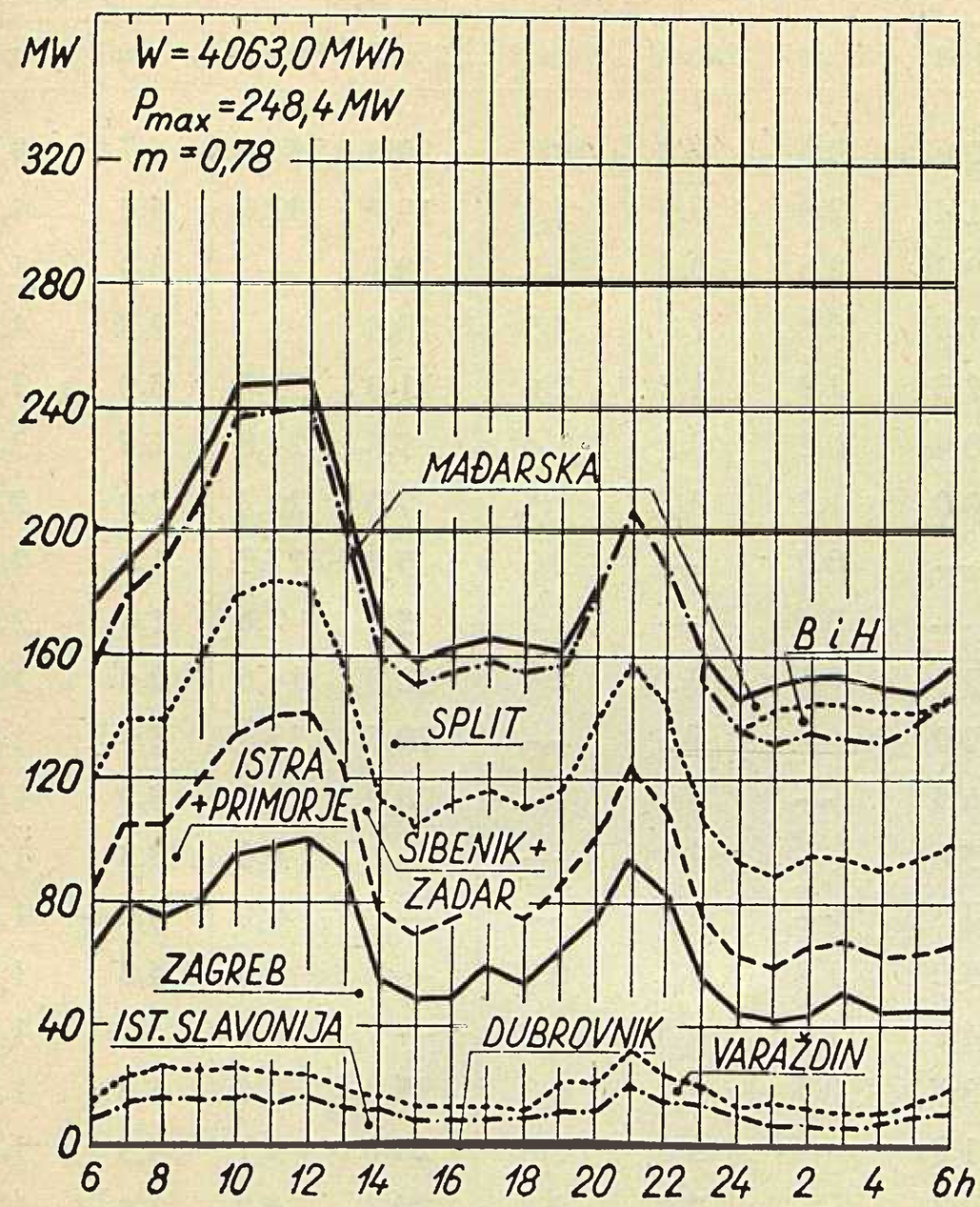
Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
6. 1958	101	103	101	100	98	105	95	111	101	95
7. 1958	91	89	91	94	90	102	91	92	96	82
6. 1959	119	121	117	117	120	119	118	135	117	112
7. 1959	104	104	99	105	110	104	117	105	109	93

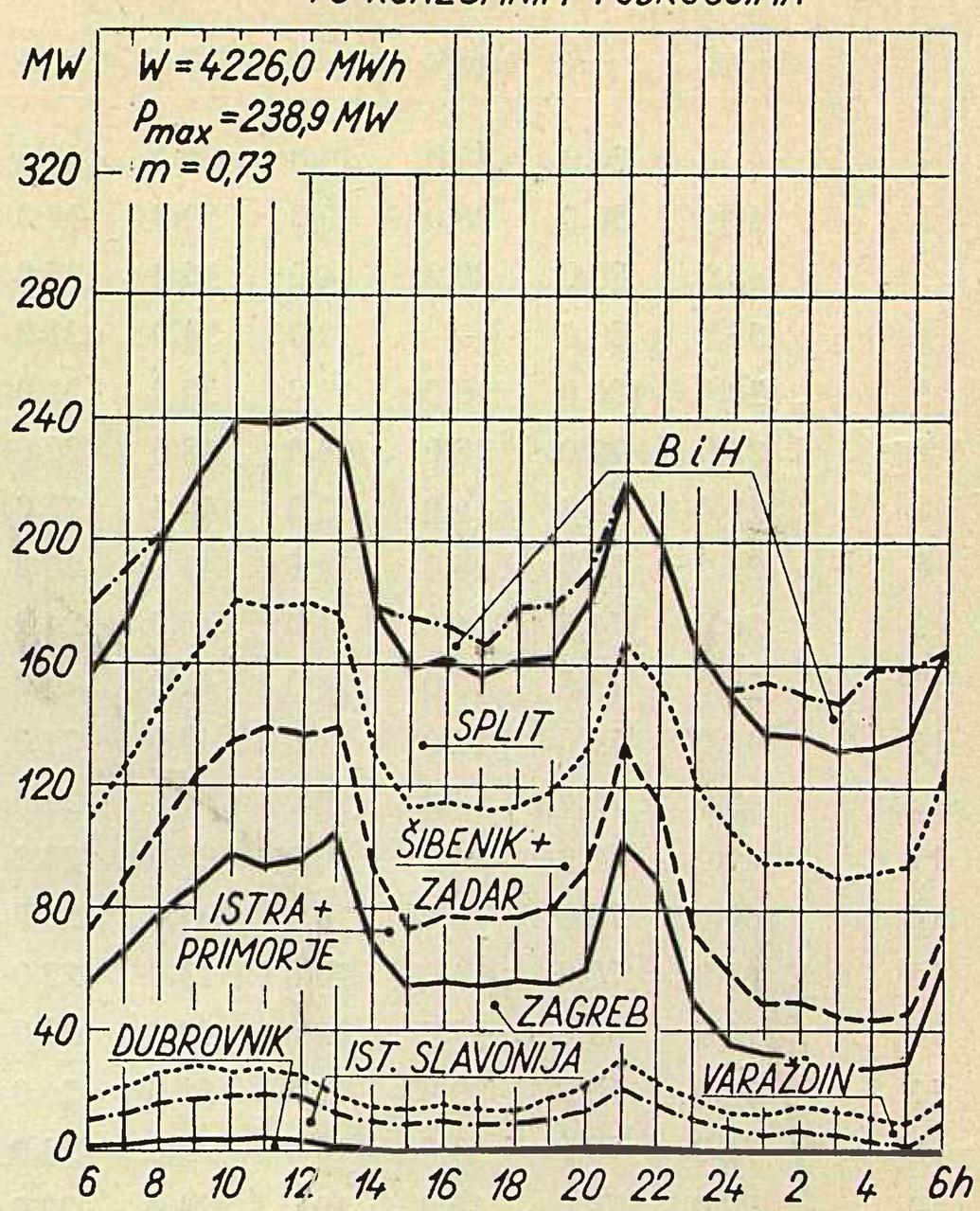

SRIJEDA 17. VI. 1959.
PO IZVORIMA ENERGIJE
MW
W = 5239,0 MWh
Pmax = 324,5 MW
m = 0,67
320
280
240
200
160
120
80
40
0
LRS
B i H
HE AKUMULACIONE
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h

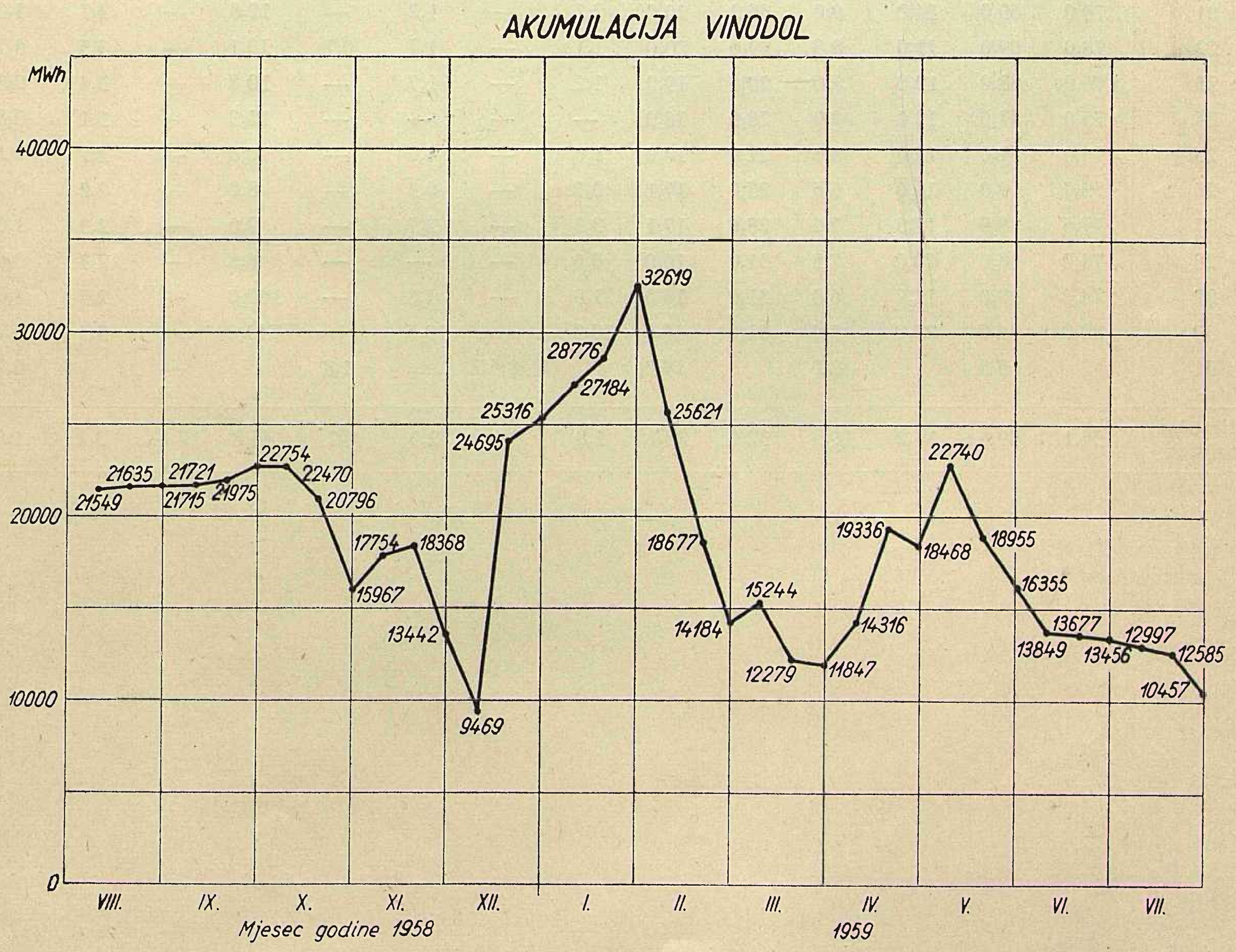

SRIJEDA 15. VII. 1959.
PO IZVORIMA ENERGIJE
MW
W = 4954,0 MWh
Pmax = 315,6 MW
m = 0,65
320
280
240
200
160
120
80
40
0
LRS
B i H
HE AKUMULACIONE
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


SRIJEDA 17. VI. 1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W = 5239,0 MWh
Pmax = 324,5 MW
m = 0,67
320
280
240
200
160
120
80
40
0
MAĐARSKA
LRS
SPLIT
ŠIBENIK + ZADAR
ISTRA + HRV. PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


SRIJEDA 15. VII. 1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W = 4954,0 MWh
Pmax = 315,6 MW
m = 0,65
320
280
240
200
160
120
80
40
0
MAĐARSKA
SPLIT
B i H
ISTRA + PRIMORJE
ŠIBENIK + ZADAR
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


NEDJELJA 21. VI. 1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W = 4063,0 MWh
Pmax = 248,4 MW
m = 0,78
320
280
240
200
160
120
80
40
0
MAĐARSKA
B i H
SPLIT
ISTRA + PRIMORJE
ŠIBENIK + ZADAR
ZAGREB
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
VARAŽDIN
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6h


NEDJELJA 19. VII. 1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W = 4226,0 MWh
Pmax = 238,9 MW
m = 0,73
320
280
240
200
160
120
80
40
0
B i H
SPLIT
ŠIBENIK + ZADAR
ISTRA + PRIMORJE
ZAGREB
DUBROVNIK
IST. SLAVONIJA
VARAŽDIN
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6h


AKUMULACIJA VINODOL
MWh
40000
30000
20000
10000
0
21549
21635
21721
21715
21975
22754
22470
20796
15967
17754
18368
13442
9469
24695
25316
28776
27184
32619
25621
18677
14184
15244
12279
11847
14316
19336
22740
18468
18955
16355
13849
13677
13456
12997
12585
10457
VIII.
IX.
X.
XI.
XII.
I.
II.
III.
IV.
V.
VI.
VII.
Mjesec godine 1958
1959

Srednji dnevni protoci vode za mjesec lipanj i srpanj 1959.

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m³/sec		m³/sec		m³/sek		MW		MW		MW		MW	
	Lipanj	Srpanj	Lipanj	Srpanj	Lipanj	Srpanj	Lipanj	Srpanj	Lipanj	Srpanj	Lipanj	Srpanj	Lipanj	Srpanj
1	41,0	80,0	17,0	20,0	71,0	33,5	2,6	3,5	1,2	10,5	29,0	33,0	4,7	3,5
2	49,0	80,0	28,0	16,0	59,0	34,0	1,4	2,9	0,9	5,7	19,9	32,0	4,0	4,5
3	42,0	80,0	28,0	14,0	56,0	35,0	0,3	2,3	0,2	3,2	18,1	—	3,0	5,0
4	35,7	80,0	—	14,0	54,0	31,0	1,2	2,2	1,8	3,5	10,8	—	2,8	4,7
5	30,9	80,0	18,0	13,0	50,0	31,0	2,3	1,8	1,2	2,6	11,3	33,8	3,0	3,7
6	27,0	77,0	18,0	13,0	48,0	29,0	0,4	0,8	0,2	1,4	7,6	24,8	2,5	3,1
7	23,0	76,0	16,0	13,0	46,4	27,0	0,8	1,2	0,7	1,5	7,0	20,3	2,0	2,6
8	21,0	75,5	14,0	12,5	44,0	26,2	—	0,6	—	1,0	5,4	12,5	1,8	2,3
9	20,0	74,5	14,0	11,0	43,0	24,2	—	0,6	—	1,2	5,0	2,6	1,6	2,0
10	18,0	73,5	15,0	11,0	41,0	25,0	12,0	0,5	12,5	2,6	30,0	14,6	2,0	1,8
11	40,0	73,0	14,0	11,0	43,0	24,0	7,0	—	5,6	—	79,5	3,1	3,9	1,8
12	45,5	71,6	14,0	10,0	36,0	24,0	6,4	—	3,6	—	76,0	6,0	3,9	1,5
13	47,0	71,0	14,0	10,0	35,0	24,0	5,0	—	4,2	—	—	6,0	4,3	1,6
14	60,0	70,0	11,0	10,5	33,0	23,0	4,7	—	4,8	—	—	6,0	4,6	1,4
15	68,0	70,0	14,0	10,0	13,0	22,0	5,0	1,0	3,7	0,7	—	5,5	4,3	1,2
16	70,5	69,0	12,5	11,0	32,3	22,0	4,1	1,0	4,5	1,0	—	6,5	4,7	1,2
17	74,0	70,0	13,0	12,0	31,0	24,0	3,5	0,5	3,7	0,3	35,0	5,4	5,0	1,4
18	71,0	70,0	13,0	10,0	29,0	23,0	1,8	—	3,0	0,8	24,0	5,1	4,5	1,2
19	72,0	70,0	13,0	10,0	24,0	22,0	2,3	—	2,0	0,2	20,3	6,2	3,6	1,0
20	76,0	69,0	13,0	10,0	24,0	21,0	2,3	1,0	2,0	—	16,2	5,0	3,2	1,0
21	70,0	69,0	14,0	9,0	36,2	20,0	2,7	—	1,2	—	12,8	—	3,7	1,0
22	78,0	69,0	11,0	8,5	29,0	20,0	1,1	—	1,7	0,7	13,1	—	3,3	0,7
23	76,0	68,0	12,0	8,0	29,6	19,0	1,2	—	1,7	—	10,8	—	3,4	0,8
24	75,0	67,0	12,0	8,0	28,6	18,0	—	—	—	—	12,3	—	3,1	0,8
25	74,0	51,0	12,0	8,0	27,0	18,0	1,0	—	4,0	—	10,0	—	2,7	2,1
26	73,0	9,0	11,0	6,6	25,0	17,1	0,7	—	0,3	—	8,0	—	2,2	0,7
27	77,6	8,0	11,0	7,6	28,6	17,1	3,3	—	2,7	—	7,0	—	2,3	1,0
28	74,0	8,0	12,0	7,5	31,0	16,0	0,6	—	—	—	6,5	—	2,3	0,6
29	74,0	7,0	11,0	6,0	31,0	16,0	1,9	—	1,8	—	169,0	—	2,5	1,0
30	80,0	6,7	23,0	7,4	31,0	16,2	10,3	—	19,6	—	730,0	—	3,3	0,7
31		5,5		7,0		14,0		8,6		1,8		—		0,7
Mjesečni prosjek	56,1	59,6	14,2	10,5	37,0	23,1	2,8	0,9	2,9	1,2	45,8	17,1	3,2	1,8

GOD. 8 (1959) energija BROJ 11 — 12

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

POLOŽAJ I SVOJSTVA ELEKTROPRIVREDE U SKLOPU DRUŠTVENOG PROIZVODA

Daniel Feöcze, Zagreb

Električna energija je po prirodi same stvari jedan od temelja društvenog proizvoda. Razvitak nauke i tehnike izmijenili su strukturu proizvodnje uopće, pri čemu ugljen i drvo kao klasični energetski faktori sve više napuštaju svoje prijašnje pozicije u proizvodnji i životu čovjeka te postaju važnom polaznom sirovinom u raznim industrijskim, metalurškim i kemijsko-termičkim procesima. Njihovu ulogu energetskog faktora postepeno preuzima električna energija. Nadalje radi značenja, uloge i važnosti koju električna energija ima u razvitku privrede i društva uopće, djelatnost elektroprivrede je zakonom proglašena i javnom službom. Pored ovih svojih uloga, elektroprivreda vrši i funkciju regresnog mehanizma budžeta u politici preraspodjele nacionalnog dohotka društvene zajednice. Navedene uloge elektroprivrede te njen sadašnji stepen razvitka i razvitak industrije te široke potrošnje uopće, nisu više u skladu s postojećim ekonomskim odnosima između elektroprivrede i njenih potrošača. Osnove ovih odnosa uzrokuju disproporcije između cijena za električnu energiju i cijena reprodukcionog materijala, potrebnog elektroprivredi za obnavljanje proizvodnje. Ove okolnosti traže reviziju postojećih odnosa s potrošačima električne energije pa autor predlaže formiranje ekonomskih cijena na temelju kalkulacije dugog roka u skladu s perspektivom razvitka elektroprivrede.

DK 621.311.1 : 330.191.5

UVOD

Struktura naturalnog oblika društvenog proizvoda odražava veličinu proizvodnih snaga, a volumen i način proizvodnje, prosperitet društva. Nemaju međutim sve privredne grane jednaku ulogu u sastavu društvenog proizvoda. Radna osnova pojedine privredne grane zavisit će od važnosti uloge koju ona u danom času vrši.

Elektroprivreda kao energetski faktor jedna je od temeljnih grana industrijske proizvodnje. Ta njena uloga koju ona vrši već i po prirodi same stvari, te važnost koju ima obzirom na to svoje svojstvo, zahtijevaju i odgovarajuću radnu osnovu.

Električna energija kao jedna od osnova društvenog proizvoda uzima sve većeg učešća u privrednom i društvenom životu naše zemlje. U odnosu na 1939. proizvodnja električne energije porasla je za 6,9 puta. Trend proizvodnje električne energije pokazuju indeksi* u sl. 1, a razvoj potrošnje električne energije po stanovniku do danas i u budućnosti** prikazan je u sl. 2.

Porast potrošnje električne energije nije uzrokovan samo potrebama povećanog intenziteta proizvodnje i proširene reprodukcije uopće, već i činjenicom da električna energija — koja se kod nas pretežnim dijelom proizvodi u hidroelektranama — treba, gdje god je to moguće, zamijeniti klasične oblike energije: ugljen i drvo.

Ugljen spada među one oblike energije nastale u dalekoj prošlosti od vegetacionih ostataka, koji se u prirodi ne regeneriraju pa ga treba racionalno koristiti a osim toga naše ukupne zalihe ugljena i treseta (istražene i vjerojatne) mogu — kod maksimalne svjetske potrošnje — trajati još samo oko 60 godina. Nadalje ugljen sve više služi kao polazna sirovina u procesima kemijske industrije i kao sredstvo redukcije u metalurškim i drugim kemijsko-termičkim procesima.**

Drvo kao oblik energije se regenerira no budući da ono predstavlja osnovni građevinski materijal i budući da je u posljednje vrijeme postalo primarnom visokovrijednom sirovinom u mnogim industrijskim procesima to i taj oblik termičke energije sve više zamjenjuje električna energija.***

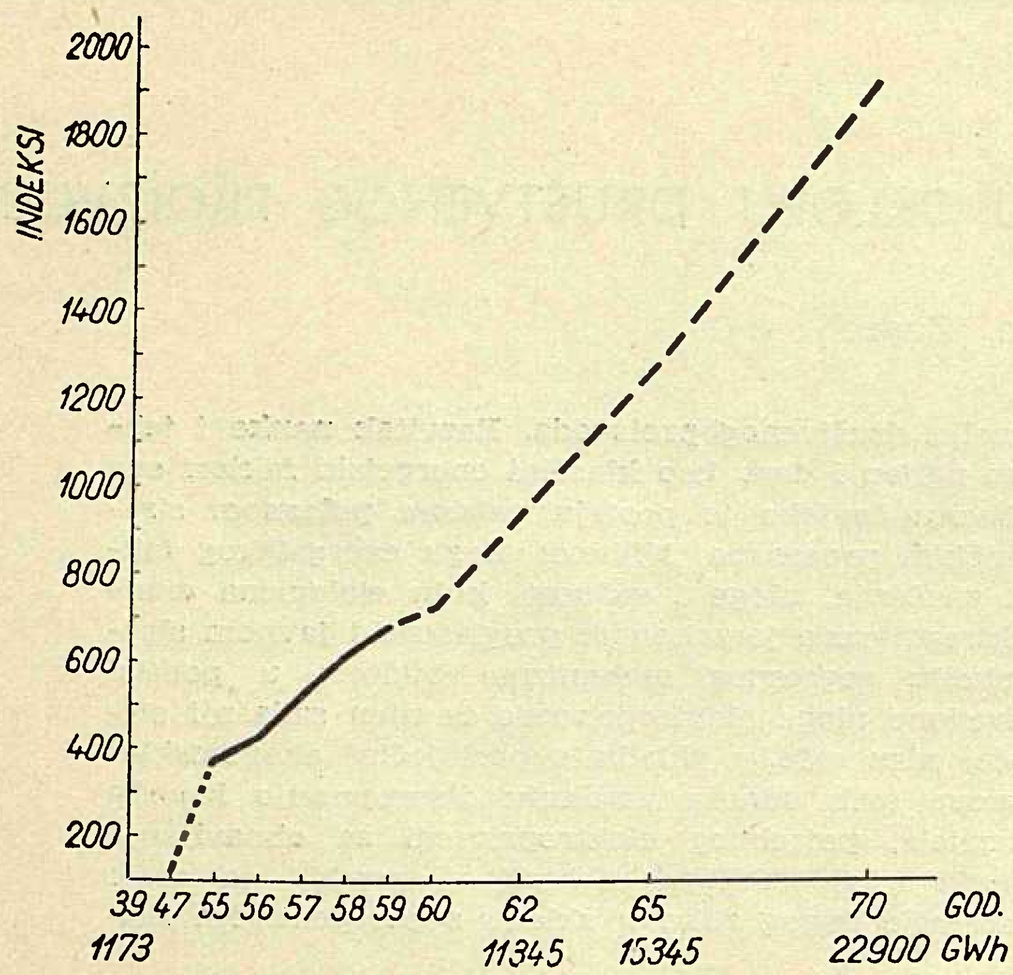
ELEKTRIČNA ENERGIJA KAO EKONOMSKI INSTRUMENT

Radi svojih izvanrednih svojstava primjene u mehanici, termici i kemiji, električna energija je proširila područje svoje upotrebe. Ona je neophodni energetski faktor u privredi, kulturnim i sanitarnim ustanovama, te ostalim društvenim organizacijama, a sve više prodire i u dnevni život čovjeka. Ona je dakle svagdje pa se kao trošak nalazi manje više u svim oblicima društvene proizvodnje i u rashodima ustanova, društvenih organizacija i pučanstva.

Uslijed ovih okolnosti, električna energija služi kod nas još i kao dopunski ekonomski instrument društvene zajednice u politici cijena i u politici preraspodjele nacionalnog dohotka. Osim toga se smatra da elektroprivreda ima monopolski karakter i da je ona prema tome sa svojom proizvodnjom izvan dje-

* Literatura ad 1)
** Literatura ad 11)
*** Literatura ad 2)

lovanja tržišnog mehanizma kao regulatora cijena. Time u vezi valjda i opći nivo cijena za električnu energiju određuje prema čl. 11. Zakona o elektroprivrednim organizacijama Savezna narodna skupština, a tarifu električne energije po pojedinim grupama potrošača na temelju općeg nivoa cijene električne energije propisuje Savezno izvršno vijeće ili organ koji ono odredi.



Sl. 1. Proizvodnja električne energije u FNRJ

Nije međutim problem u tome, da li su shvaćanja o monopolnom karakteru elektroprivrede opravdana ili nisu, (o tome je u svojoj *Studiji o tržnim cijenama električne energije* pisao već i ing. Božidar Filipović) već pitanje realnosti kontrole cijene za električnu energiju od strane organa državne uprave, kao zaštite potrošača od monopolnog karaktera elektroprivrede. Ova zaštita ne bi smjela dovesti elektroprivredu u takav položaj, da nivo cijena za električnu energiju padne u prosjeku ispod nivoa dnevnih cijena onog reprodukcionog materijala, koji služi elektroprivredi za proizvodnju.

Ako se smatra, da ostali nosioci energije, raspoloživi na tržištu nisu dovoljna garancija za reguliranje nivoa cijene za električnu energiju, onda će se naravno vršiti i zaštita potrošača od eventualno neumjerenih cijena električne energije, no u tom slučaju takva zaštita ne smije dovoditi u pitanje onu materijalnu osnovu elektroprivrede, koja omogućuje, organizirano, kontinuirano i prošireno obnavljanje proizvodnje i snabdijevanje potrošača.

Tarifni stavovi u smislu Zakona o elektroprivrednim organizacijama su propisani jedinstveno za sve grupe potrošača. Oni, međutim, nisu ekonomski ni kod jedne kategorije potrošača, a nije ekonomski ni njihov srednji nivo. To znači da postoji diskriminacija tarife i da je opći nivo cijene električne energije ispod njene vrijednosti. (Ekonomskom cijenom se ovdje razumijeva kalkulativna vlastita cijena prodaje u kojoj »troškovi poslovanja« predstavljaju realni vrijednosni izražaj u produkciju utrošenih materijalnih sredstava, te kamati i doprinosi po općim propisima, a dohodak, i to osobni, prema potrebnoj strukturi i kvaliteti radne snage i važnosti grane, a višak rada prema stvarnim potrebama za fondove elektroprivrede i odgovarajućim doprinosima društvenoj zajednici.)

ELEKTROPRIVREDA KAO JAVNA SLUŽBA

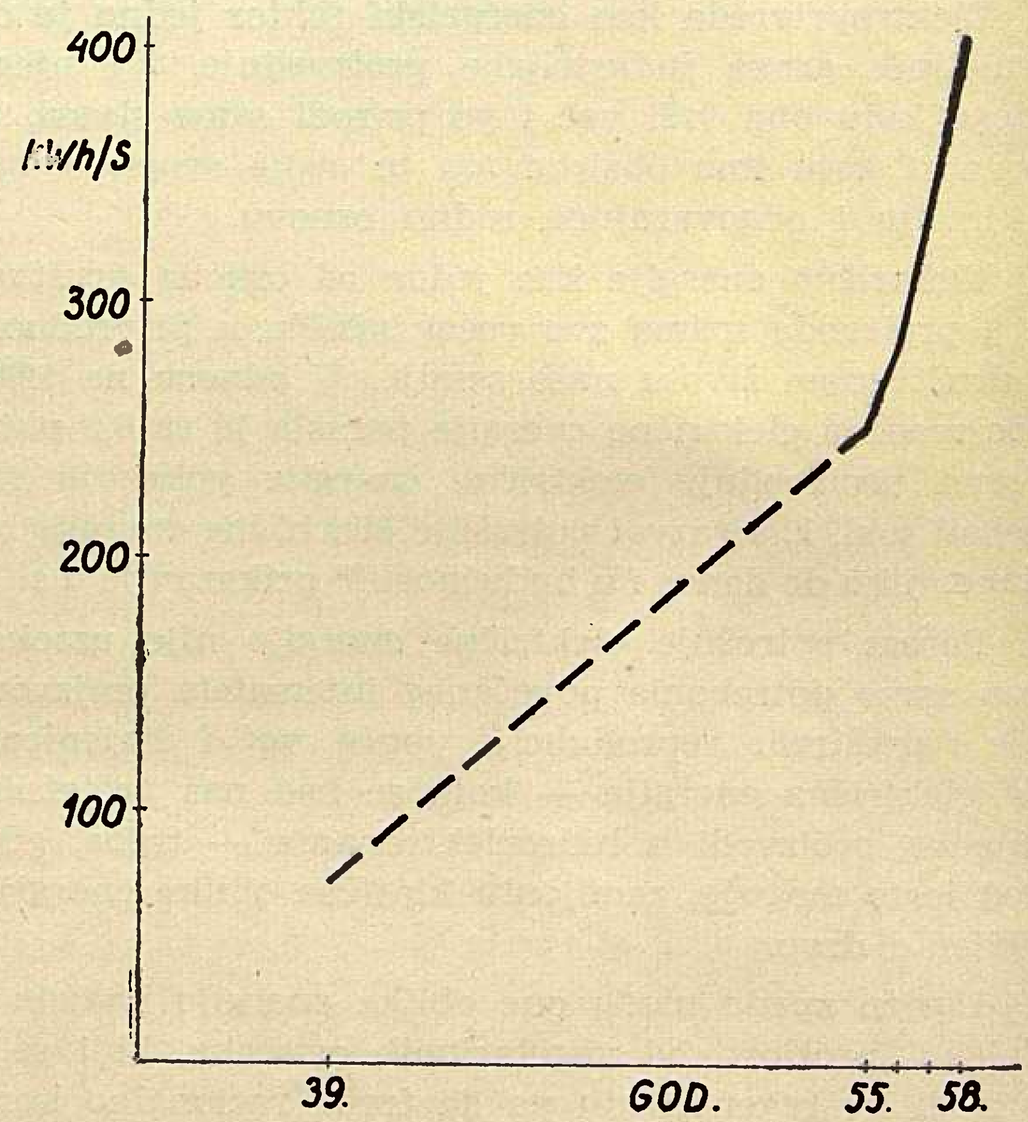
Prema čl. 18. Zakona o elektroprivrednim organizacijama djelatnost koju vrše poduzeća udružena u elektroprivrednim zajednicama, distributivna poduzeća, elektroprivredne zajednice i Zajednica jugoslavenske elektroprivrede smatraju se poslovima javne službe. Međutim prema čl. 1. istog Zakona, poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije su samostalne privredne organizacije a prema čl. 35. istog Zakona opći propisi o privrednim organizacijama primjenjuju se i na elektroprivredne zajednice.

Elektroprivredi je dakle obzirom na njen značaj, važnost i ulogu koju ima u razvitku privrede i društva uopće dano svojstvo javne službe time, da svoju djelatnost organizira i vrši kao samostalna privredna organizacija.

U čemu se međutim ogleda svojstvo javne službe jedne privredne oblasti ili industrijske grane? Saobraćaj je također javna služba privrednog karaktera, pa se za željeznicu, na pr., kaže da se pored ostalog taj karakter ogleda kod nje i u slijedećem:*

a) U obveznosti održavanja saobraćaja na svim prugama bez obzira da li su rentabilne ili ne. Prevedeno na jezik elektroprivrede to bi značilo isporučivati električnu energiju svim elektrificiranim područjima bez obzira da li je ta isporuka rentabilna ili nije.

b) U obveznosti prijema svake robe za prijevoz ukoliko odgovara tehničkim uvjetima i u obveznosti prijevoza svih putnika pod jednakim uvjetima. Kod elektroprivrede to bi značilo dati priključak svakom potrošaču u granicama tehničkih mogućnosti postrojenja ukoliko instalacije njegovih trošila odgovaraju



Sl. 2. Potrošak električne energije po stanovniku (S) u FNRJ

* Literatura ad 4)

tehničkim propisima i dati električnu energiju svima pod jednakim uvjetima što međutim ne znači po jednakim cijenama, jer ovu treba utvrđivati u zavisnosti od vremena i načina potrošnje, te od mjesta sa kojeg se električna energija preuzima.

c) U obveznosti objavljivanja reda vožnje i tarife što bi kod elektroprivrede značilo saopćavati potrošačima energetsku situaciju u vezi raspoložive energije i njenog rasporeda na konzum, te objavljivati tarifu za električnu energiju.

d) U obveznoj brizi o sigurnosti putnika i robe povjerene za prijevoz što bi kod elektroprivrede značilo brinuti se o zaštitnim mjerama kod primjene električne energije i kontinuirano isporučivati električnu energiju onim proizvodnim procesima i javnim funkcijama kod kojih bi prekidi dobave električne energije izazvali štetu ili nesreću.

e) U obveznoj brizi o kulturnom i udobnom prijevozu putnika i robe, bez obzira da li je to ekonomski korisno za željeznicu kao privrednu organizaciju ili nije. Kod elektroprivrede to bi značilo isporučivati kvalitetnu energiju kontinuirano, odnosno biti pogonski sposoban i spreman za zadovoljenje svakodobnog zahtjeva potrošača (uz izuzetak isporuke t. zv. otpadne energije).

Iz nabrojenih primjera mogli bi zaključiti da se karakter javne službe neke privredne djelatnosti očituje u stalnom vršenju određenih zadataka na određeni način bez obzira da li je to u nekom danom času ili mjestu rentabilno ili ne za njezinog organizatora i izvršioca. Dakle djelatnost javne službe je djelatnost od općeg interesa za javnost pa se ona zato i mora vršiti stalno, sigurno čak i kulturno, bez obzira što to u nekim slučajevima može biti i nerentabilno.

JAVNA SLUŽBA I PRIVREDNI RAČUN

Opskrbu električnom energijom, koja ima svojstvo javne službe, organiziraju i vrše elektroprivredna poduzeća i elektroprivredne zajednice kao samostalne privredne organizacije. One posluju po privrednom računu a to znači da realizacijom svoje proizvodnje moraju nadoknaditi u produkciju utrošena sredstva, zatim da moraju platiti propisane društvene obaveze i ostvariti odgovarajući dohodak za radnike i fondove svojih organizacija, kako bi uopće mogle obnavljati svoj proizvodni proces.

Kad javnu službu vrši samostalno privredno poduzeće po principu privrednog računa u okviru svoje registrirane privredne djelatnosti, onda se manjak nastao kod obavljenih nerentabilnih javnih funkcija tih organizacija, koje funkcije one zbog općih javnih interesa moraju izvršavati, ne bi smio pokrivati njihovim sredstvima. Sredstva privrednih organizacija su namjenski određena pa je s time u vezi i njihova količina ograničena. »... *poduzeće ne može pokrivati svoje troškove poslovanja i druge izdatke smanjivanjem povjerenih mu osnovnih i obrtnih sredstava, nego samo prihodima od prodaje vlastitih proizvoda i izvršenih usluga*«.* Prema tome rashodi koji nastaju vršenjem nerentabilnih javnih funkcija ne mogu se pokrivati sredstvima privrednih organizacija, jer su ona namjenski određena za obnavljanje proizvodnog procesa i održavanje povjerenih im sredstava rada.

Princip poslovanja po privrednom računu čini radni kolektiv privrednog poduzeća materijalno odgovornim za povjerenu mu količinu sredstava proizvodnje. On je međutim i stimuliran kroz elemenat dohotka ako radi brigom dobrog privrednika a to znači, da će povećati svoj dohodak za dio ušteđenih vrijednosti materijala usluga i radne snage i uopće za rezultate boljeg poslovanja. Isto tako, radni kolektiv će nužno smanjiti svoj dohodak, ako je u proizvodnji utrošio više a realizirao manje. Logično je stoga da prema ovom sistemu poslovanja naših privrednih poduzeća, privredna organizacija i njen radni kolektiv ne treba da snašaju onaj manjak na realizaciji, koji je nastao uslijed vršenja nerentabilnih javnih funkcija.

Ako elektroprivredu gledamo u cjelini kao jedinstveni proizvodni proces sa širokom teritorijalnom i strukovnom podjelom rada i kao privrednu granu koja svoju djelatnost s karakterom javne službe vrši preko samostalnih privrednih poduzeća i ako osnovne postavke privrednog računa i njegove rezultate tretiramo odvojeno od činjenice da se ta privredna djelatnost vrši i kao javna služba i da uslijed te okolnosti nastaju negativni financijski rezultati, onda ne ćemo supstituirati financijske rezultate privrednog rada s onim financijskim rezultatima, koji su nastali radi vršenja javnih funkcija a niti ćemo vršiti pritisak na prirodni razvoj vlastite cijene prodaje za električnu energiju u težnji da njezin nivo izravnamo s nivoom realizirane cijene, čiji degresivni trend je posljedica postojeće tarifne politike.

Nesumnjivo je da je odgovornost u radu privrednih grana ili oblasti s karakterom javne službe mnogo veća od onih, koje taj karakter nemaju. Isto je tako jasno, da je djelatnost tih industrijskih grana i privrednih oblasti proglašena javnom službom baš radi posebnog značenja, važnosti i uloge, koje njihovi proizvodi i usluge imaju u razvitku privrede i društva uopće. Ove nam činjenice ukazuju, međutim, da ovakvim djelatnostima naročito treba osigurati normalno i nesmetano poslovanje.

Svakoj elektroprivrednoj organizaciji treba osigurati sredstva za održavanje kapaciteta i za odvijanje radnog procesa, a elektroprivredi kao cjelini još i sredstva za njen razvitak i za uklanjanje disproporcija u kapacitetima od generatora do potrošača. Osigurati treba i sredstva za ostvarenje takve organizacije, koja će moći ovladati tim složenim i prostranim proizvodnim procesom. Treba omogućiti uvjete za stabilan poslovni red s ažurnim planom radnih zadataka, odgovarajućom materijalnom osnovom za njihovo izvršavanje i disciplinom rada i učinka. Materijalnu osnovu će osigurati »ažurna« vlastita cijena prodaje za električnu energiju, a to je ekonomska cijena, čijom će se realizacijom preko prodaje električne energije nadoknaditi u proizvodnju utrošena sredstva, održati i unaprijediti rad i radni organizam te omogućiti razvitak.

* Literatura ad 5) strana 13

DISPROPORCIJE CIJENA

Vlastita cijena prodaje (ažurna) za električnu energiju je realni vrijednosni izražaj proizvodnje na mjestima predaje, a prihodi ostvareni prodajom električne energije po propisanim cijenama, samo vrijednosni izraz konkretne politike cijena za električnu energiju, koju za ostvarenje određenih ekonomskih ciljeva vodi društvena zajednica.

Tu dakle imamo dvije sasvim različite cijene i to:

a) vlastitu cijenu prodaje (označimo je sa v_{cp}),

b) srednju cijenu realizacije (označimo je sa c_w).

Ove cijene imaju i različite funkcije. Vlastita cijena prodaje omogućuje obnavljanje proizvodnog procesa u skladu s danim uvjetima rada i dnevnim cijenama za potrebni reprodukcioni materijal, usluge i radnu snagu te za potrebni razvoj proizvodne osnove. Ta se cijena kod privrednih djelatnosti s karakterom javne službe i kod onih čiji proizvod, osim toga, služi još i kao dopunski ekonomski instrument za preraspodjelu nacionalnog dohotka, ne može uvijek realizirati u potpunosti od potrošača, jer su u cilju općeg interesa pojedini korisnici tih proizvoda i usluga povlašćeni. U takvom slučaju nastali manjak na vlastitoj prodajnoj cijeni, trebalo bi pokriti onim sredstvima društvene zajednice, koja su namijenjena za financiranje postupaka i odluka donijetih u cilju ostvarenja nekih općih interesa.

Srednja cijena realizacije je samo posljedica konkretne tarifne politike organa državne uprave u kojoj pojedinačne cijene za električnu energiju vrše ulogu dopunskog ekonomskog instrumenta za preraspodjelu nacionalnog dohotka.

Već je 1956. istaknuto da debalans između vlastite cijene prodaje i srednje cijene realizacije nije pojava okolnosti iz te godine, već da raskorak ovih cijena ima svoju zakonitost. Raspon između ovih cijena je doduše umjetno smanjivan modifikacijom ekonomskih instrumenata društvenog plana no na uštrb elemenata vlastite cijene prodaje.

U strukturi potrošnje električne energije uzimaju sve veći udjel potrošači s privilegiranim niskim tarifama, a u strukturi sredstava rada oni objekti, koji su izgrađeni po cijeni viših specifičnih investicija. Ove cijene rastu kako zbog porasta cijena na tržištu, tako i radi ekonomske različitosti hidroenergetskih objekata, koji su u programu izgradnje. U pravilu izgrađuju se prvo oni ekonomičniji, a kasnije i oni manje ekonomični objekti, pa i ova okolnost utječe na stalni porast vlastite cijene prodaje.

Za ilustraciju kretanja sredstava rada elektroprivrede, vlastite cijene prodaje i srednje cijene realizacije za električnu energiju, neka služe ovi pokazatelji:*

Indeksi izgradnje elektroenergetskih izvora u naturalnim veličinama:

	1955	1956	1957
Hidroelektrane	100	120	152
Termoelektrane	100	128	187
Prosjek	100	123	164

Ovaj porast izgradnje elektroenergetskih izvora po dnevnim cijenama investicija dodatno je opteretio vlastitu cijenu prodaje električne energije, jer su vrijednosti prije izgrađenih objekata neažurne.

Pored ovih objekata izgrađivana su i postrojenja električne mreže. Porast električne mreže u promatrane tri godine kretao se je ovako:

	1955	1956	1957
Vodovi visokog napona	100	150	188
Vodovi srednjeg napona	100	116	121
Vodovi niskog napona	100	105	111
Prosjek	100	111	118

Postrojenja električne mreže su preopterećena, jer zaostaju za izgradnjom elektrana, a konzum električne energije se širi, realizacija proizvodnje opada, jer se vrši po cijenama, koje ne nadoknađuju utrošena i uložena sredstva.

Pritisnuta vlastita cijena prodaje i proizvodnja električne energije na mjestima predaje, kretala su se u tom razdoblju ovako:

	1955	1956	1957
v_{pc} Din/kWh	10,18	10,65	11,86
Indeksi	100	105	117
Indeksi proizvodnje	100	113	139

Dakle vlastita cijena prodaje zaostaje za porastom proizvodnje na mjestima predaje, jer opadaju troškovi energetskog goriva po kWh-u i pored porasta nabavne cijene za ugljen i troškove vozarine kako slijedi:

	1955	1956	1957
Energetsko gorivo Din/kWh	5,50	4,56	4,54
Indeksi	100	83	82

Smanjenje troškova energetskog goriva u tom razdoblju, postignuto je uvrštenjem novih modernih termoelektrana velikog kapaciteta (TE Šoštanj, TE Kakanj, TE Kolubara) u paralelni rad elektroenergetskog sistema FNRJ. Ove elektrane troše manje vrijedni ugljen, a imaju i niži specifični potrošak topline.

Na linearni porast već pritisnute vlastite cijene prodaje utječu troškovi vezani za osnovna sredstva (amortizacija, kamati, premije osiguranja i dr.). Indeksi nabavne vrijednosti osnovnih sredstava kretali su se ovako:

	1955	1956	1957
Nabavna vrijednost osnovnih sredstava	100	117	148

Međutim srednja cijena realizacije je u opadanju, pa raskorak između nje i vlastite cijene prodaje raste:

		1956	1957
Vlastita cijena prodaje	Din/kWh	10,65	11,86
	indeksi	100	111
Srednja cijena realizacije	Din/kWh	9,73	9,08
	indeksi	100	93

Vlastita cijena prodaje u 1957. od Din/kWh 11,86, razvedena na napone i uspoređena s realizacijom električne energije po naponima i propisanim cijenama, izgleda ovako:

	Vlastita cijena prodaje		Realizacija	
	Din/kWh	indeksi	Din/kWh	indeksi
Visoki napon	6,25	100	3,21	51
Srednji napon	10,31	100	12,50	121
Niski napon	20,00	100	10,60	53
Prosječno	11,86	100	9,08	77

* Literatura ad 6)

Debalans između vlastite cijene prodaje i srednje cijene realizacije, izravnat je za 1957. djelomično povišenjem tarifnih stavova, a djelomično modifikacijom nekih ekonomskih instrumenata. No u 1958. došlo je do izmjena u našem privrednom sistemu, pa je vlastita cijena prodaje za 1958. neusporediva s ovim cijenama iz ranijih godina.

PROBLEMI VLASTITE CIJENE PRODAJE

Vlastita cijena prodaje za električnu energiju nema svoju stalno utvrđenu osnovu. Nije riješeno a nije ni raspravljano pitanje što sve ona treba da sadrži. Pored toga što nije riješeno pitanje realnosti amortizacije i njezine realizacije (po vremenu i učinu), nije riješeno ni pitanje dohotka u elektroprivredi, iako se mnogo raspravljalo i još se uvijek raspravlja o onom dijelu koji se odnosi na osobne dohotke. Ostalo je međutim otvoreno pitanje društvene rentabilnosti elektroprivrede. Ovo pitanje traži svoje rješenje. Utvrditi treba jednom koji rentabilitet treba ostvariti elektroprivreda i koji dio svojeg razvitka treba ona financirati vlastitim sredstvima. Da li proširenu reprodukciju u cijelosti od generatora do postrojenja za predaju električne energije, ili samo neke od osnovnih djelatnosti, na pr. električnu mrežu, dok bi se na pr. izgradnja izvora električne energije financirala sredstvima društvene zajednice. Rješenje ovih pitanja zahtijevaju i disproporcije u postojećim sredstvima rada.

Ako se riješe osnove za vlastitu cijenu prodaje u elektroprivredi, pa se pojedini njeni elementi vežu uz indekse kretanja cijena za reprodukcioni materijal, usluge i radnu snagu, onda se ne će svake godine trošiti mnogo snage i vremena na usklađivanje troškova i prihoda kao što se to sada čini, a ni elektroprivredne organizacije ne će dobivati svoje privredne planove s takvim zakašnjenjem kao sada, što svakako nije u skladu s ulogom koju elektroprivreda ima.

AŽURIRANJE VLASTITE CIJENE PRODAJE NA TEMELJU PRINCIPA »ADJUSTMENT PRICE«

Iznalaženje cijene za neki budući period pri nestabilnosti cijena za reprodukcioni materijal i radnu snagu, privredna praksa rješava na osnovu principa »adjustment price«*. Cijena za takvu proizvodnju se prema fluktualitetu njenih sastavnih dijelova rastavlja na odgovarajuće elemente pa se ovi korigiraju indeksnim odnosom tržnih cijena. Za prilagođavanje cijene promijenjenim troškovima upotrebljava se ova osnovna formula

$$\boxed{P_1 = \frac{P_0}{100}\left(a + b \cdot \frac{N_1}{N_0} + c \cdot \frac{M_1}{M_0}\right)}$$

pri čemu je

P_1 = buduća prodajna cijena
P_0 = temeljna prodajna cijena za tekući period
N_1 = indeks troškova radne snage za period za koji se traži buduća prodajna cijena
N_0 = temeljni indeks troškova radne snage
M_1 = indeks troškova materijala za period za koji se traži buduća prodajna cijena
M_0 = temeljni indeks troškova materijala
a, b, c = parametri temeljne strukture cijene P_0
a = parametar fiksnih troškova
b = parametar troškova radne snage
c = parametar materijalnih troškova
$a + b + c = 100$

Prema tome ako je

$$P_0 = 1000;\ a = 40;\ b = 25;\ c = 35;\ N_1 = 105;$$
$$N_0 = 100;\ M_1 = 106;\ M_0 = 100,$$

onda je

$$P_1 = \frac{1000}{100} \cdot \left(40 + 25 \cdot \frac{105}{100} + 35 \cdot \frac{106}{100}\right)$$

$$P_1 = 1.033{,}5$$

Temeljni indeksi ne moraju biti 100. No za polazni period oni jesu 100. U ovom primjeru temeljni indeks je uzet za 100 radi boljeg pregleda primjene ovog principa na cijenu električne energije, jer »objektivna mjerila troškova«, koja se sada razmatraju u elektroprivredi sadrže niz naturalnih i vrijednosnih veličina zavisnih od proizvodnje i postrojenja pa u odnosu na kretanje tržnih cijena imaju statički karakter.

Struktura vlastite cijene prodaje za električnu energiju je nešto složenija i ima svoje osobitosti, pa je treba rastaviti na više elemenata. Za primjer bi se mogli uzeti ovi elementi:

K = troškovi vezani uz osnovna sredstva
U = troškovi za ugljen i ostalo energetsko gorivo
E = troškovi za nabavljenu električnu energiju
M = ostali materijalni troškovi s troškovima investicionog uzdržavanja
R = troškovi radne snage s normiranim osobnim dohotkom
D = dohodak elektroprivredne zajednice.

Za vrijednosne veličine neka posluži struktura planirane vlastite cijene prodaje za električnu energiju na području Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske iz 1958. godine. Ta cijena daje u zaokruženim veličinama u milijardama dinara ove elemente:*

$$K = 4{,}2;\ U = 1{,}8;\ E = 3{,}15;\ M = 2{,}62;\ R = 2{,}03;\ D = 1{,}2;$$
$$P_0 = 15{,}0 \text{ (vlastita cijena prodaje } v_{cp})$$

Ova vrijednost (za utvrđivane kondicije) daje predaju od TWh 1,5. Prema tome temeljna (polazna) predviđena prodajna cijena za količine na mjestima predaje iznosi:

$$p_0 = (c_{w_1}) = \frac{\text{Din } 15{,}000{,}000.000}{\text{kWh } 1{,}500{,}000.000} = \text{Din/kWh } 10{,}0$$

Parametri za ovu polaznu predviđenu prodajnu cijenu su:

$$k = \frac{4{,}2}{15} = 0{,}28$$

$$u = \frac{1{,}8}{15} = 0{,}12$$

$$e = \frac{3{,}15}{15} = 0{,}21$$

$$m = \frac{2{,}62}{15} = 0{,}175$$

$$r = \frac{2{,}03}{15} = 0{,}135$$

$$d = \frac{1{,}2}{15} = 0{,}08$$

* Literatura ad 7)

* Literatura ad 8)

Parametri su konstante, »k« je fiksni trošak. Pretežni dio je amortizacija i upravo ona čini najviše neprilika u kretanju jedinične cijene radi toga što je zadana vremenski, a ne učinski. Ona je prije našeg novog privrednog sistema sudjelovala u cijeni električne energije proporcionalno jedinici proizvodnje, pa je cijena po kilovatsatu bila manje izložena devijacijama uslijed kolebanja proizvodnje. Postojeći sistem proračuna godišnje amortizacije po propisanim stopama za pojedine grupe osnovnih sredstava ne daje veličinu, koja bi bila adekvatna opadanju vrijednosti osnovnih sredstava prouzrokovanog njihovim radom. Elektroprivreda ima jedan proizvod, električnu energiju, pa bi za nju bilo mnogo jednostavnije, a i realnije, kad bi mogla primjenjivati princip učinske amortizacije u zavisnosti od strukture njenih osnovnih djelatnosti t. j. u zavisnosti od proizvodnje u hidroelektranama i termoelektranama, te od prijenosa i distribucije električne energije. Osim toga uvažiti bi trebalo i kretanje cijena osnovnih sredstava na tržištu. Ovo kretanje cijena moglo bi se izraziti zbirnim indeksom cijena za građevinske usluge i za nekoliko grupa opreme prema cijenama dobavljača.

Za plan naredne godine, t. j. prema ovom primjeru za 1959., proračunati treba vlastitu cijenu prodaje na temelju proizvodnog plana i utvrđenih normativa po čvrstim odnosno obračunskim cijenama. Zatim treba utvrditi indekse kretanja cijena za ugljen i ostalo energetsko gorivo te za troškove materijala i radne snage. Pretpostavimo da vlastita cijena prodaje proračunata na temelju normativa po čvrstim obračunskim cijenama iznosi za:

$$K_{59} = 4{,}9;\ U_{59} = 2{,}3;\ E_{59} = 3{,}0;$$
$$M_{59} = 2{,}81;\ R_{59} = 2{,}09;\ D_{59} = 1{,}35;$$

te da najavljeno povišenje cijena energetskom gorivu iznosi 13 %, materijalnim troškovima 5 % i troškovima radne snage 5,25 %. Proizvodni zadatak za mjesta predaje neka je kWh 1,,639,000.000. Za ove se pretpostavke traži buduća cijena »p_1«. Do nje se može doći primjenom principa »adjustment price« uz stanovitu izmjenu opće formule. Za bilanciranje budućih makro-proporcija cijena u elektroprivredi, potrebna je jedinična cijena za električnu energiju. Za iznalaženje buduće jedinične cijene treba opću formulu za »adjustment price« nešto modificirati.

Ustanoviti treba indekse za pojedine parametre, odnosno indekse za elemente strukture vlastite cijene prodaje, kao i indeks proizvodnje na mjestima predaje. Ove indekse možemo označiti sa I_k, I_u, I_e, I_m, I_r, I_d, I_w. Prema tome je

$$I_k = \frac{4{,}9 \cdot 100}{4{,}2} = 116{,}67.$$

Veličina $K_{59} = 4{,}9$ nije u ovom primjeru korigirana za porast cijena na tržištu osnovnih sredstava, iako taj elemenat predstavlja trošak glavnog faktora proizvodnje u elektroprivredi. Kroz ovaj elemenat cijene elektroprivreda vrši zamjenu svojih postrojenja. Ako on nije u skladu s tržnim cijenama onda u stvari dolazi do postupnog gubitka postrojenja, jer su troškovi za njihovu zamjenu viši od realizacije za tu zamjenu. Amortizaciju bi svakako trebalo vezati uz indeks kretanja cijena za onaj materijal i usluge, čiju sintezu predstavlja. U gornjem primjeru ovo je zanemareno iz razloga da prikaz izračunavanja buduće cijene bude što jednostavniji. Međutim u vezi amortizacije treba još spomenuti da hidrograđevinski dio ne ulazi u osnovicu za amortizaciju već se samo knjigovodstveno otpisuje. Otplate iz anuiteta međutim sadrže puni iznos investicionog kredita i plaćaju se sredstvima amortizacije, pa se time ona smanjuju na štetu zamjene postrojenja.

$$I_u = \frac{2{,}3 \cdot 1{,}13 \cdot 100}{1{,}8} = 144{,}44.$$

Za energetsko gorivo je, osim povišenja mase troškova, izračunate po normativu za povišeni proizvodni zadatak, pretpostavljeno i jedno najavljeno povišenje cijena ugljenu za 13 %

$$I_e = \frac{3{,}0 \cdot 100}{3{,}15} = 95{,}23.$$

Za veličinu $E_{59} = 3{,}0$ nije u ovom primjeru uzet korekcioni faktor promjene nabavnih cijena. Taj će elemenat cijene u praksi također biti varijabilan naročito kod promjena cijena za reprodukcioni materijal.

$$I_m = \frac{2{,}81 \cdot 1{,}05 \cdot 100}{2{,}62} = 112{,}60.$$

Za elemenat ostali materijalni troškovi s troškovima za investiciono uzdržavanje u ovom primjeru je osim povišenja mase tih troškova izračunatih na temelju normativa primjenom čvrstih obračunskih cijena, pretpostavljeno i povišenje tržnih cijena tom materijalu za 5 %,

$$I_r = \frac{2{,}09 \cdot 1{,}0525 \cdot 100}{2{,}03} = 108{,}37.$$

Za troškove radne snage (MOD + doprinosi + normirani dohodak), pretpostavljeno je pored povišenja troškova izračunatih na temelju normativa još i povišenje plaća za 5,25 %.

$$I_d = \frac{1{,}35 \cdot 100}{1{,}2} = 112{,}50.$$

Dohodak zajednice je zidani elemenat cijene. On je uglavnom funkcija zadataka elektroprivredne zajednice za naredni period pa se ne utvrđuje na temelju normativa.

$$I_w = \frac{1{,}639 \cdot 100}{1{,}5} = 109{,}27.$$

Na temelju izračunatih veličina, buduća cijena p_1 bila bi:

$$p_1 = \frac{p_0}{I_w} \cdot (k \cdot I_k + u \cdot I_u + e \cdot I_e + m \cdot I_m + r \cdot I_r + d \cdot I_d)$$

$$p_1 = \frac{10{,}0}{109{,}27} \cdot (0{,}28 \cdot 116{,}67 + 0{,}12 \cdot 144{,}44 + 0{,}21 \cdot 95{,}23 +$$
$$+ 0{,}175 \cdot 112{,}6 + 0{,}135 \cdot 108{,}37 + 0{,}08 \cdot 112{,}5)$$

p_1 = Din/kWh 10,37.

Prilikom donošenja privrednih planova pojedinih privrednih grana za narednu godinu, poznat je i nivo njihovih cijena. Osim toga poznato je i kretanje nivoa minimalnih osobnih dohodaka, pa nema poteškoća za korekturu pojedinih elemenata bruto-produkta električne energije. Korigirana vlastita cijena prodaje za električnu energiju naredne 1959., daje prema gornjem

primjeru indeks od 103,7. Za izračunati porast vlastite cijene prodaje treba automatski povisiti i srednju cijenu realizacije i sve tarifne stavove.

Veličine p_0, k, u, e, m, r, d, su stalne za sve buduće godine uzetog vremenskog razdoblja. One pokazuju volumen i strukturu cijene polazne godine. Indeksi I_w, I_k, I_u, I_e, I_m, I_r, I_d, pokazuju u svakoj daljnjoj godini, kako promjene obujma i strukture proizvodnje te promjene tržnih cijena reprodukcionog materijala i radne snage, utječu na cijene električne energije. U formuli su sadržani: kontinuitet i proporcije vrijednosti bruto-produkta. Za bolji pregled razvoja vlastite cijene prodaje, trebalo bi razdvojiti indeks za svaki pojedini parametar na dio koji pokazuje promjenu normativa troškova po obračunskim cijenama i na dio koji pokazuje promjenu izazvanu kretanjem tržnih cijena. Pod pretpostavkom da se od 1960. uvedu indeksi za pojedine elemente cijene, formula bi u 1970. izgledala ovako:

$$p_{70} = \frac{p_{60}}{I_{w_{70}}} \cdot (k_{60} \cdot I_{k_{70}} \cdot T_{k_{70}} + u_{60} \cdot I_{u_{70}} \cdot T_{u_{70}} + \ldots)$$

Vidljiv bi dakle bio razvoj strukture proizvodnje nezavisno od kretanja tržnih cijena a posebno bi bio vidljiv i utjecaj tržnih cijena. Indeks I_w pokazuje količinu proizvodnje u odnosu na polaznu godinu dok indeksi I_k, I_u itd, pokazuju sredstva proizvodnje i njihov razvoj a veličine T_k, T_u itd, pokazuju utjecaj tržnih cijena.

SADAŠNJA PRAKSA U DONOŠENJU PRIVREDNOG PLANA ELEKTROPRIVREDE

Nesumnjivo je da privredni plan treba prethoditi proizvodnji, a u elektroprivredi on već dvije godine zaostaje za njom. Ova se okolnost obrazlaže time da su prijedlozi pojedinih dijelova elektroprivrednog plana nerealno doneseni. Očito je da privredni plan koji prethodi proizvodnji ne može biti tako realan kao onaj koji je sastavljen nakon završetka proizvodnje i njene realizacije, a naročito ne kod jedne privredne grane u čijem radu djeluje mnogo nepredvidivih faktora kao hidrološke prilike i masovni raznorodni konzum.

Retrogradno donošenje privrednog plana elektroprivrede poklapa se s periodom povećanog raskoraka između vlastite cijene prodaje i srednje cijene realizacije, a ovaj raskorak s izmjenom strukture konzuma i porasta tržnih cijena. Prije tog perioda nije se postavljalo pitanje nerealnih planova elektroprivrede, iako su u to vrijeme metode planiranja energetske bilance i njenih troškova bile mnogo nepotpunije od sadašnjih. Struktura potrošnje električne energije ima tri karakteristične grupe i to specijalnu velepotrošnju, opću velepotrošnju i široku potrošnju. U prvoj dominiraju elektrokemija i elektrometalurgija s jako povlašćenim cijenama, a u trećoj domaćinstvo pa povećani potrošak energije kod tih grupa izaziva konstantno opadanje prihoda. Ovaj manjak ne mogu pokriti ni viši tarifni stavovi za opću velepotrošnju a niti uobičajene modifikacije ekonomskih instrumenata za elemente vlastite cijene prodaje.

Treba nastojati da planovi cijene u okviru danih mogućnosti budu što realniji, jer cijene donesene na temelju nerealnih planova utječu negativno na raspodjelu nacionalnog dohotka. No budući da privredni plan pojedine privredne organizacije predstavlja ujedno i radnu osnovu svake privredne djelatnosti, dakle podlogu radnog reda, podjele rada i materijalne odgovornosti, discipline trošenja sredstava proizvodnje i dobrog gospodarenja, ukratko organizacioni radni program neposrednih proizvođača pa u tom smislu i društveni ugovor odnosnog radnog kolektiva, to je potrebno, da se kod donošenja planova privrednih organizacija uvaže i ova druga svojstva privrednog plana

Budući da u planiranju nema apsolutne točnosti, to bi trebalo utvrditi toleranciju odstupanja. Tolerancija odstupanja je utvrđena i za najpreciznije mehaničke instrumente mjerenja. Ona je utvrđena i za naša električna brojila pa i za svaku vagu kao zakonski utvrđenog realnog sredstva za odmjeravanje količine u razmjeni. Utoliko više bi trebalo utvrditi toleranciju odstupanja i za planove privrednih organizacija u elektroprivredi. Za električna brojila tolerancija odstupanja je utvrđena u procentima. Isto bi se tako mogla izraziti i tolerancija odstupanja privrednih planova u elektroprivredi. U tom slučaju ne bi trebalo plan elektroprivrede donositi retrogradno i držati odluke radnog kolektiva u pogledu organizacije proizvodnje »in suspenso«. Već i sam naš privredni sistem rješava posljedice nerealnih privrednih planova svojim ekonomskim instrumentima za zahvatanje viška rada, jer se apsolutno točno planiranje ne očekuje ni u drugim industrijskim granama odnosno privrednim oblastima. Ovim se instrumentima zahvaća sav onaj višak dohotka koji treba akumulirati za ponovnu raspodjelu. U tom zahvaćenom višku dohotka sudjeluju, prema postavkama postojećeg privrednog sistema, komune, republike i federacije. Elektroprivredne zajednice, kao teritorijalne ekonomske nadgradnje za eksploataciju kooperativnog rada koncentriranih i u jedinstveni tehnološki proces ujedinjenih temeljnih elektroprivrednih organizacija, ostvaruju radi jedinstveno propisanih tarifnih stavova za cijelo područje FNRJ, pozitivne i negativne razlike između vlastite i realizirane cijene. Ove teritorijalne razlike između vlastite prodajne cijene i realizirane cijene po propisanim tarifnim stavovima (i kod izbilanciranih vrijednosti bruto-produkta elektroprivrede FNRJ kao cjeline) nisu se u smislu pozitivnih propisa (Uredba o pokrivanju manjkova i viškova elektroprivrednih zajednica) mogle izjednačiti kroz privredni plan elektroprivrede prije ekonomskih instrumenata privrednog sistema, dakle prije obračuna ostvarene proizvodnje. Prema tome ne bi trebalo retrogradnim planiranjem bruto-produkta, odnosno retrogradnim korekcijama plana vršiti preraspodjelu dohotka elektroprivrede prije ekonomskih instrumenata privrednog sistema i društvenog plana mimo komuna, republika i federacije. Ne bi dakle trebalo izvan postojećeg privrednog sistema uvoditi nikakve nove instrumente, jer se koncepcija pretkorekture, nadograđena na korekturni mehanizam postojećeg privrednog sistema, nužno reflektira sve do temeljnih elektroprivrednih organizacija, pa im osnovni instrument rukovođenja — plan — čini nesigurnim. Ovdje se nužno nameće pitanje za slične okolnosti izvan elektroprivrede! Što bi se dogodilo, kad bi se tako radilo i u svim ostalim privrednim granama odnosno oblastima?

Elektroprivreda FNRJ se jako razvila. Ona je usavršila mnoge svoje radne metode, pa i metode planiranja energetske bilance. Međutim ne postoji takva metodika za planiranje energetske bilance, koja može zajamčiti plan strukture proizvodnje i potrošnje, približan ostvarenju tih struktura. No ta točnost plana elektroenergetske bilance na strani izvora i potrošnje energije, nije za dane uvjete toliko ni važna, jer devijacije između plana i ostvarenja ovih struktura (uz odvajanje adekvatnog dijela dohotka elektroprivrednih organizacija s naslova efekta njihovog učina) treba pripisivati ili otpisivati fondu rizika strukture proizvodnje i potrošnje, koji je za elektroprivredu osnovan kao t. zv. »VODNI FOND«, a koji uopće nije ni dostigao potrebnu visinu za pokriće rizika. Nije nemoguće postaviti metodu za obračun energetske bilance, a niti mehanizam za raspodjelu obračunatih rezultata.

PERSPEKTIVA VLASTITE CIJENE PRODAJE

Vlastita cijena prodaje za električnu energiju nema svoju perspektivu. Ona se rađa svake godine kao rezultat raznih predvidivih i nepredvidivih faktora. Struktura proizvodnje se mijenja kako uključenjem novo izgrađenih elektroenergetskih objekata, tako i organizacionim promjenama. Mnoga elektrificirana područja traže uključenje u elektroenergetski i tarifni sistem FNRJ. Osim toga na nivo cijene utječu i promjene u strukturi konzuma a i promjene tržnih cijena za reprodukcioni materijal i radnu snagu. Cijena električne energije koleba iz godine u godinu pa se uslijed toga ne može dobro poslovati samo na temelju godišnjih privrednih planova, koji se osim toga donose još i retrogradno. Ekonomsko gledanje elektroprivrede samo kroz godišnje privredne planove, je kratkog dometa.

Mi imamo već dosta opširno razrađene perspektivne elektroenergetske bilance. No što znače ovi naturalni pokazatelji bez njihove valorizacije? Mi znamo razvoj konzuma čak za 10 i više godina unaprijed, znamo i energetske izvore s kojima ćemo taj konzum pokriti. Znamo čak i proizvodne cijene za te buduće energetske izvore, ali ne znamo kako će njihove cijene djelovati na nivo vlastite cijene prodaje niti znamo perspektivu srednje cijene realizacije pa time u vezi ni odnos ovih dviju cijena. Bez perspektive financijskog plana i bez perspektive bilance svojih cijena, elektroprivreda parcijalno rješava debalans svojih cijena iz godine u godinu na način, koji bi otpao kod kalkulacije cijene za »dugi rok«. Kratkoročno gledanje bilance cijena nije u skladu s razvitkom elektroprivrede. Elektroprivreda zna trend svog razvitka pa mora znati i trend svojih cijena. Bilancu cijena treba znati unaprijed za onoliko godina za koliko godina je utvrđena energetska bilanca. Na temelju tih veličina mogle bi se pripremiti i odgovarajuće odluke za dani čas. Perspektivnu bilancu svojih cijena elektroprivreda bi morala izraditi već i za potrebe organa društvene zajednice, u čiju nadležnost spadaju odgovarajuće odluke.

Za perspektivni plan cijene trebalo bi prvo riješiti pitanje osnove vlastite cijene prodaje (o čemu je bilo govora u dijelu *PROBLEMI VLASTITE CIJENE PRODAJE*). Na temelju utvrđene osnove, perspektivno planiranje bi se moglo vršiti sa stalnim (obračunskim) cijenama i drugim uobičajenim veličinama za odgovarajuće elemente vlastite cijene prodaje. Perspektivni plan po obračunskim cijenama prikazat će devijacije strukture proizvodnje i potrošnje nezavisno od kretanja tržnih cijena. Vidljivo će dakle biti kretanje odnosa ovih cijena u promatranom »dugom roku«, pa će se već unaprijed moći razmotriti i odgovarajuća rješenja te pripremiti prijedlozi za donošenje potrebnih odluka. Dobivene elemente vlastite cijene prodaje trebalo bi vezati uz indekse onih cijena materijala, usluga i radne snage, posredstvom kojih su pojedini elementi proračunati. Pomoću ovih indeksa koji su manje više poznati već na početku svake godine, korigirala bi se vlastita cijena prodaje. Uz skupni indeks vlastite cijene prodaje trebalo bi vezati i nivo srednje cijene realizacije, kako ne bi dolazilo do disproporcija između prodajnih cijena za električnu energiju i cijena za reprodukcioni materijal i radnu snagu, koje elektroprivreda treba za svoju proizvodnju. Osim toga, valorizacijom perspektivne elektroenergetske bilance (struktura proizvodnje i struktura potrošnje), dobile bi se veličine za društveni rentabilitet elektroprivrede u perspektivi a i veličine za provjeravanje ekonomičnosti i rentabiliteta pojedinih objekata iz investicionog plana u kooperativnom radu elektroenergetskog sistema FNRJ. Pitanje je naime, da li će pojedinačni računi ekonomičnosti i rentabiliteta za objekte iz investicionog plana perspektive, imati isti bonitet u skupnom računu elektroprivrede kao cjeline. Pripis vrijednosti novih objekata vrijednostima u eksploataciji i pripis efekta iz učina novih objekata učinu objekata u eksploataciji dat će veličine za ekonomičnost i rentabilitet elektroenergetskog sistema FNRJ kao cjeline.

Treba svakako proučiti pitanje valorizacije perspektivne elektroenergetske bilance i dati elektroprivredi ovaj ekonomski instrument.

MOŽE LI SE ELEKTRIČNA ENERGIJA OSLOBODITI OD FUNKCIJE EKONOMSKOG INSTRUMENTA

Električna energija je radi svojih odličnih energetskih svojstava našla široku primjenu u privrednom i društvenom životu zemlje. Ona je uslijed toga i vrlo pogodno sredstvo organa državne uprave u politici cijena i politici preraspodjele nacionalnog dohotka društvene zajednice. Električna energija nije međutim jedini proizvod u našoj zemlji, koji pored svoje upotrebne vrijednosti ima i vrijednost ekonomskog instrumenta. Značajne su kod nas u tom smislu i druge privredne djelatnosti, a naročito željeznički saobraćaj. Poznato je da je i cijena željezničke saobraćajne usluge u disproporciji s tržnim cijenama pa s time u vezi ni za željeznicu nije moglo biti riješeno pitanje rentabiliteta.

Ovakvim privrednim djelatnostima s karakterom javne službe, prodajne cijene utvrđuju organi državne uprave. U skladu s postojećom privrednom politikom ove cijene mogu biti čak i ispod nivoa ostalih tržnih cijena. To praktički znači, da se sredstva potrebna za proizvodnju ovih djelatnosti nabavljaju po tržnim cijenama, a zatim se, pretvorena u električnu energiju ili recimo saobraćajnu uslugu, vraćaju tržištu ispod tih nabavnih cijena. Uslijed toga (ukoliko nije riješen regres) dolazi do poteškoća u vezi radne osnove tih djelatnosti pa je prirodno da one teže za izjednačenjem

svojih prodajnih cijena s tržnim cijenama onih proizvoda i usluga, koji čine sastavni dio njihove proizvodnje. Logično je da neposredni proizvođači kao materijalno odgovorni organizatori proizvodnje teže za stabilnošću svoje radne osnove. Razumljivo je u vezi toga, da neposredni proizvođači — bez obzira na to što njihov proizvod ima i vrijednost društvenog ekonomskog instrumenta — žele isključiti svoj proizvod iz ekonomskog instrumentarija društvene zajednice. Postavlja se dakle pitanje, da li bi se obzirom na sadašnji privredni razvoj mogli neki od ovih proizvoda, odnosno usluga, osloboditi svoje funkcije društvenog ekonomskog instrumenta. Na ovo će pitanje teško odgovoriti odnosna privredna grana ili oblast jer sadrži niz elemenata, koji su izvan njihovih domena. Prema tome ovo se pitanje može razmatrati samo hipotetski. Razmotrimo ovo pitanje u dvije alternative.

Alternativa ekonomskih cijena u tarifi električne energije

Ako bi elektroprivreda mogla utvrđivati ekonomske cijene za električnu energiju na mjestima potrošnje, onda bi se ona riješila svih onih problema, koji za nju nastaju uslijed stalnog opadanja realizacije električne energije po cijenama, koje nisu odraz njenih troškova. Osiguran bi bio prirodni razvoj vlastite cijene prodaje za električnu energiju u zavisnosti od kretanja sredstava rada elektroprivrede i tržnih cijena za reprodukcioni materijal, usluge i radnu snagu. Pri tome bi se nivo cijene za električnu energiju mogao regulirati stopom viška rada elektroprivrede, što znači da bi ta stopa odmjeravala onaj obujam proširene reprodukcije, koji elektroprivreda treba financirati vlastitim sredstvima.

Ako bi elektroprivreda trebala u cijelosti financirati svoju proširenu reprodukciju vlastitim sredstvima, onda bi se u cilju zaštite cijene električne energije od nepoželjnih periodičnih kolebanja, uzrokovanih neravnomjernim investicijama, trebao propisati odgovarajući obračun dohotka s društvenom zajednicom. Pri tome bi društvena zajednica mogla posredstvom različitih kamatnih stopa i rokova otplata investicionih zajmova voditi i politiku nivoa cijene za električnu energiju. Ovaj regulativ bi u tom slučaju trebalo odmjeravati u zavisnosti od razvoja strukture konzuma za električnu energiju.

Pitanje obračuna dohotka s društvenom zajednicom, trebalo bi riješiti na osnovu kalkulacije cijene »dugog roka«, što znači da bi i tarifu električne energije trebalo izgraditi na kalkulaciji dugog roka. Devijacije dohotka pojedinih godina, ne bi trebale ući u osnovicu za obračun s društvenom zajednicom, jer one niti ne predstavljaju dohodak.

Iz naredne kalkulacije vlastite cijene prodaje dugog roka po čvrstim ili obračunskim cijenama je vidljivo, da u prvom periodu nema u toj cijeni Din/kWh 4,0 dohotka već samo Din/kWh 2,0, a da je preostalih Din/kWh 2,0 samo periodični višak, koji treba rezervirati za onaj budući period uzetog dugog roka kad će u kalkulaciji nastati manjak istog karaktera, a to su drugi i četvrti period.

Isto tako u drugom periodu dohodak u ovoj cijeni nije Din/kWh 2,0 već Din/kWh 2,5 jer je Din/kWh 0,5 samo periodični manjak, koji treba pokriti periodičnim višcima onih perioda u kojima oni nastaju a to su prvi i treći period.

Dobici odnosno gubici devijacija* vlastite cijene prodaje su dakle samo razlike između statičke cijene (cijene za dugi rok) i dinamičke cijene (cijene za pojedini period). Unutar planske kalkulacije uzetog dugog roka, devijacije se izravnavaju. One su u pojedinim periodima samo odraz promjene strukture proizvodnje i njenog neravnomjernog volumena.

Prilikom obrade i obračuna pojedine godine uzetog dugog roka, strukturu i volumen vlastite cijene prodaje treba korigirati pomoću ustanovljenih indeksa kretanja tržnih cijena. S ovim indeksima korigirane veličine vlastite cijene prodaje primijenjene na izmijenjenu proizvodnju odnosne godine (jer proizvodnju ne će biti moguće sasvim točno predviditi) dat će i devijacije različite od onih, koje su dobivene u planskoj kalkulaciji. Saldo devijacija na koncu dugog roka ne

* Literatura ad 9)

Primjer za kalkulaciju cijene dugog roka

A. Predviđanje vlastite cijene prodaje na dugi rok

Vremenska razdoblja	1	2	3	4	Suma
Proizvodnja GWh	6.000	8.000	12.000	14.000	40.000
Vlastita cijena prodaje po čvrstim cijenama					
1. Troškovi Din 10^6	48.000	80.000	114.000	154.000	396.000
2. Dohodak Din 10^6	12.000	20.000	24.000	28.000	84.000
Ukupno Din 10^6	60.000	100.000	138.000	182.000	480.000
Jedinične cijene					
Dinamički					
1. troškovi Din/kWh	8,0	10,0	9,5	11,0	9,9
2. dohodak Din/kWh	2,0	2,5	2,0	2,0	2,1
Vlastita cijena prodaje dinamički Din/kWh	10,0	12,5	11,5	13,0	12,0
Vlastita cijena prodaje statički Din/kWh	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Dobitak devijacije vlastite cijene prodaje	+ 2,0		+ 0,5		
Apsolutni iznos Din 10^6	+ 12.000		+ 6.000		+ 18.000
Gubitak devijacije vlastite cijene prodaje		— 0,5		— 1,0	
Apsolutni iznos Din 10^6		— 4.000		— 14.000	— 18.000
Suma devijacija vlastite cijene prodaje Din 10^6	+ 12.000	— 4.000	+ 6.000	— 14.000	

B. Predviđanje realizacije na dugi rok

Vremenska razdoblja	1	2	3	4	Suma
Proizvodnja GWh	6.000	8.000	12.000	14.000	40.000
Iznos realizacije prema tarifi	57.000	110.000	138.000	175.000	480.000
Dinamička cijena realizacije Din/kWh	9,5	13,75	11,5	12,5	12,0
Statička cijena realizacije Din/kWh	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Dobitak devijacije realizacije proizvodnje					
Din/kWh		+ 1,75		+ 0,5	
Dinara 10^6		+ 14.000		+ 7.000	+ 21.000
Gubitak devijacije realizacije proizvodnje					
Din/kWh	— 2,5		— 0,5		
Dinara 10^6	— 15.000		— 6.000		— 21.000
Suma devijacije realizacije proizvodnje Din 10^6	— 15.000	+ 14.000	— 6.000	+ 7.000	0

C. Bilanca devijacija

Vremenska razdoblja	1	2	3	4	Suma
Devijacija vlastite cijene prodaje	+ 12.000	— 4.000	+ 6.000	— 14.000	0
Devijacija realizacije proizvodnje	— 15.000	+ 14.000	— 6.000	+ 7.000	0
Saldo devijacija	— 3.000	+ 10.000	0	— 7.000	0

predstavlja nikakovu smetnju. Devijacije bi trebalo sabirati na posebnom računu kod banke. Ova sredstva bi u principu služila za financiranje odstupanja od statičke cijene. U periodima pozitivnog salda na bankovnom računu, elektroprivreda bi taj neangažirani periodični višak mogla koristiti uz dnevni kamatnjak za financiranje svojih obrtnih sredstava, dok bi se periodični manjak pokrivao obrtnim kreditima, također uzetim po dnevnom kamatnjaku. Dakle umjesto da se pozitivne devijacije samo rezerviraju negdje, one mogu po cijeni dnevnog kamatnjaka kolati unutar elektroprivrede kao obrtno sredstvo. Bitno je samo da se ne obračunavaju kao dohodak, jer to i ne predstavljaju. Uslijed izmjena planskih proporcija kalkulacije dugog roka s planovima pojedinih godina uzetog dugog roka, račun devijacija kod banke će na kraju tog dugog roka završiti bilo s pozitivnim bilo s negativnim saldom. Saldo bi trebalo prenositi u naredni period ili ga obračunati s društvenom zajednicom.

Slična kalkulacija za dugi rok sastavljala bi se i za realizaciju električne energije u okviru vlastite cijene prodaje, odnosno prema uzetom primjeru u okviru od Din/kWh 12,0. Dinamika strukture konzuma ima sasvim drugo kretanje pa će i devijacije izazvane tim kretanjem biti različite pa čak i oprečne onima iz strukture vlastite cijene prodaje. Različite cijene u tarifi za električnu energiju te njihova dvojnost obzirom na stalnu uplatu i radnu cijenu samo još potenciraju odstupanja od statičkih proporcija iz kalkulacije dugog roka.

Ekonomika elektroprivrede ne može biti ravnodušna na odnos između stalne uplate i radne cijene u okviru statičke srednje cijene realizacije, jer se kroz veći udio za stalnu uplatu, financijski rezultati veće proizvodnosti elektroprivrede prelijevaju potrošačima električne energije. Ako bi taj odnos bio jednak odnosu fiksnih i promjenljivih troškova iz strukture vlastite cijene prodaje, onda bi se financijski rezultati povećane proizvodnje u cijelosti prelili potrošačima električne energije. Takav odnos je međutim nemoguć i sa stanovišta tarifiranja kod elektroprivreda s velikim udjelom hidroproizvodnje, čiji troškovi vlastite cijene prodaje imaju uglavnom fiksni karakter. Dvojnost cijene u tarifi ima svrhu, da način potrošnje prilagođava jednom racionalnom dijagramu opterećenja, a ne da zadovoljava neki kameralistički aspekt pokrića fiksnih i varijabilnih troškova elektroprivrede. No pri odabiranju odnosa između stalne uplate i radne cijene u okviru statičke cijene dugog roka, u vidu treba imati i elemenat proizvodnosti elektroprivrede. Kod veće radne cijene, elektroprivreda će manji dio financijskog rezultata povećane proizvodnje preliti potrošačima.

Alternativa neekonomskih cijena u tarifi električne energije

Ako elektroprivreda ne bi mogla utvrđivati pojedine tarifne stavove za električnu energiju u okviru svoje vlastite cijene prodaje po naponima i načinu njezine potrošnje iz razloga što organi državne uprave nemaju adekvatni instrumenat za vođenje politike cijena društvene zajednice, onda bi iz osnove trebalo izmijeniti dosadašnji način bilanciranja vlastite cijene prodaje i srednje cijene realizacije.

Vlastitu cijenu prodaje trebalo bi graditi na isti način kao za alternativu ekonomskih cijena. Elektroprivreda bi dakle za odmjereni joj rentabilitet u vezi obujma vlastitog financiranja proširene reprodukcije, utvrđivala visinu svoje cijene prodaje i prema kretanju tržnih cijena za materijalne troškove, usluge i radnu snagu, a u skladu s razvojem svojih sredstava rada, bez obzira na nivo srednje cijene realizacije, kao rezultata konkretne politike cijena društvene zajednice.

Na početku svake godine planom bi trebalo utvrditi za svaku pojedinu grupu potrošača razliku između

a) ekonomske cijene za njegovu potrošnju i

b) cijene iz tarife.

Na temelju ovih planskih razlika između vlastite i realizirane cijene, trebalo bi vršiti regresno financiranje povlašćenog konzuma preko elektroprivrede kao pogodnog regresnog mehanizma, odnosno kao čistog dostavljača regresa iz sredstava budžeta, jer ove razlike u cijeni samo su posljedica ekonomske

politike društvene zajednice, a ne manjak proizveden u elektroprivredi. Financiranje bi trebalo vršiti periodično za svako obračunsko mjesečno razdoblje na temelju žurnala izlaznih faktura. Time u vezi u osnovicu za odmjeravanje obrtnih kredita, uvrstiti bi trebalo i iznos razlika u cijeni, korigiran za koeficijent obrtaja sredstava.

Pri takvom postupku elektroprivreda bi normalno realizirala u proizvodnju utrošena sredstava i bez smetnji bi mogla organizirano obnavljati svoj proizvodni proces. Ovaj bi način međutim imao i druge ekonomske prednosti. Za svakog potrošača bi se znao iznos regresa, a njegove ekonomske slabosti ne bi bile zamagljene kao sada. Organi društvene zajednice bi točno znali, koja privredna organizacija je regresirana iz budžeta preko elektroprivrede, a i radni kolektiv te organizacije bi znao da je podupiran sredstvima budžeta pa bi vodio i više računa o štednji i o potrebnoj racionalizaciji svog proizvodnog procesa. Isto tako ne bi bilo dvojbeno s kojom cijenom električne energije treba ući u investicione elaborate za izgradnju onih industrijskih objekata, čiji proizvodni procesi troše velike količine električne energije. Realnost te cijene ima presudni značaj u računu njihovog rentabiliteta. Sadašnja tarifa s diskriminacijom svojih stavova, izgrađena u okviru devalvirane vlastite cijene prodaje, to nije omogućavala. Osim toga realniji bi bio i račun dohotka za potrošače iz t. zv. široke potrošnje.

Spomenuti treba još da i regresiranje potrošača preko cijene električne energije na opisani način, treba imati svojih granica. Cijena električne energije je važan instrumenat rada i same elektroprivrede kao organizatora proizvodnje. Elektroprivredi treba ostaviti mogućnost, da svojom politikom cijene regulira količinu i vrijeme potrošnje. To je važno i s nacionalno-ekonomskog stanovišta, jer izjednačeni dijagram opterećenja elektroenergetskih postrojenja snizuje vlastitu cijenu prodaje. Osim toga neumjereno povlašćena cijena (kad se na nju gleda samo kao na regresni instrumenat) omogućuje neracionalno trošenje električne energije, pa čak i njeno rasipanje.

Elektroprivreda predstavlja pogodni regresni mehanizam budžeta radi toga što njen proizvod električna energija ima najširu primjenu. Vrijednost potroška električne energije se nalazi manje više u svim proizvodima industrije, a i u rashodima pučanstva elektrificiranih područja. Radi toga je sa stanovišta organizacije i provedbe regresiranja mnogo jednostavnije koristiti već postojeću organizaciju elektroprivrede, umjesto da se vrši direktni regres iz budžeta na tako širokom području. Međutim to široko područje regresiranja moglo bi se suziti na najmanju mjeru, pa bi se preostatak mogao regresirati i direktno iz budžeta. Najšire područje regresa su potrošači domaćinstva. Njima bi se za razliku u cijeni električne energije mogli povisiti minimalni osobni dohoci, kao što se to već i činilo prigodom povišenja nekih cijena. Međutim u račun povišenja mogli bi ući samo minimalni osobni dohoci domaćinstava u elektrificiranim područjima, a za utvrđeni % trebalo bi povisiti samo minimalne osobne dohotke potrošača električne energije, dakle slični postupak kao kod povišenja stanarine. Svaki onaj tko ima priključak na predajnim mjestima elektroprivrede, odnosno svaki potrošač domaćinstva koji prima fakturu za potrošak električne energije, dobio bi na temelju predočene fakture ili potvrde elektroprivrede, propisani postotak povišenja svog minimalnog osobnog dohotka. Prema tome nema zapreke da se osobni dohoci povise i za razliku između ekonomske i povlašćene cijene za električnu energiju, čime bi se uklonile sve komplikacije oko indirektnog regresiranja. Osim toga revalvirana cijena bi podstrekavala na razumnije trošenje električne energije u domaćinstvima.

Industrijska velepotrošnja ne treba regresa, jer kroz diskriminaciju tarife za električnu energiju, ovi potrošači regresiraju jednim dijelom sve ostale potrošače (drugim dijelom regres vrši elektroprivreda za razliku između svoje pritisnute i ekonomske vlastite cijene prodaje).

Time bi područje regresa bilo suženo samo na specijalne velepotrošače: elektrokemiju i elektrometalurgiju te još neke druge. Svi ovi bi bez ikakvih organizacionih poteškoća mogli prijeći na kontrolirani direktni regres iz budžeta u kojem se sada nalazi elektroprivreda i to za račun potrošača električne energije ali u svoje ime. Dok je elektroprivreda u ovim odnosima prisiljena ulagati maksimalni napor na sniženju svojih troškova u korist potrošača, dotle ovi to rade radi vlastitog dohotka i vlastitih fondova i to proizvoljnim intenzitetom. Nadalje dok se nivo cijene za električnu energiju administrira, čime se sputava njen prirodni razvoj, dotle se proizvodi mnogih potrošača električne energije realiziraju na tržištu po komercijalnim i konjunkturnim cijenama.*

Postojeći odnosi s potrošačima električne energije u kojima elektroprivreda vrši i ulogu regresnog mehanizma i direktnog regresora na uštrb prirodnog razvitka svoje vlastite cijene prodaje, kao vrijednosnog izražaja sredstava rada i proizvodnje, nisu više u skladu niti sa stupnjem razvitka elektroprivrede a niti s razvitkom industrije i široke potrošnje. Zato ove odnose treba izmijeniti i postaviti ih na ekonomske temelje.

Literatura

[1] Savezni zavod za statistiku: *Statistički godišnjak.*

[2] Ing. Juraj Mihajlov: *Svjetska energetika i energetske prilike u našoj zemlji.*

[3] *Zakon o elektroprivrednim organizacijama 1957.*

[4] Dr. Stojan Novaković: *Teorijske osnove željezničke tarife i tarifne politike.*

[5] Prof. Dr. Šimun Babić: *Uvod u ekonomiku privrednih poduzeća.*

[6] D. Feöcze: *Problemi cijene električne energije,* »Elektroprivreda«, br. 1, 1957.

[7] Dr. S. Obradović: *Tehnika spoljne trgovine.*

[8] *Privredni plan Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske za 1958. i 1959.*

[9] D. Feöcze: *Dinamika cijene električne energije,* »Energija«- br. 1–2, 1958.

[10] D. Feöcze: *Racionalizacija prodajne službe u elektroprivredi,* »Energija« br. 11–12, 1958.

[11] Ing. Božidar Filipović: *Rentabilnost izvoza električne energije za Jugoslaviju.* Studija Instituta za elektroprivredu, Zagreb, 1959., str. 7.

* Literatura ad 10)

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

INVESTIRANJE U ELEKTROPRIVREDU U NR HRVATSKOJ

Radoslav Planić, Zagreb

U usporedbi s planom Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske za 1957.—1961. u protekle dvije godine prijenosna postrojenja 220 i 110 kV, kao i razvodna postrojenja 30 i 35 kV pokazuju znatno manji, a postrojenja 10 kV i nižih napona, znatno viši porast od planom predviđenog. Izgradnja izvora energije će se znatno pojačati, tako da će u narednim godinama trebati ukupno investirati u elektroprivredu Hrvatske godišnje 21 do 27 milijardi danara.

DK 332.67 : 621.311.1(497.13)

Društveni plan NR Hrvatske za razdoblje od 1957.—1961. godine postavlja kao osnovne zadatke: brz porast proizvodnje i narodnog dohotka, smanjenje deficita u plaćevnoj bilanci, i porast lične potrošnje i društvenog standarda stanovništva.

Planom se predviđa povećanje društvenog bruto-proizvoda od 904 milijarde dinara u g. 1956. na 1.429 milijardi u g. 1961., a narodnog dohotka od 390 milijardi dinara u g. 1956. na 626 milijardi u g. 1961.

Da bi se postigao takav tempo privrednog razvoja, potrebno je bilo povećati investiciona ulaganja, pa se predviđa, da će se privredna i ostala investiciona ulaganja u razdoblju 1957.—1961. povećati u odnosu na prethodno petogodišnje razdoblje za 63 %, odnosno od prosječno 120 milijardi bruto-investicija godišnje u razdoblju 1952.—1956. ulaganja će se povećati u razdoblju 1957.—1961. na prosječno 197 milijardi godišnje.

Konstatiravši, da u prethodnom razdoblju porast proizvodnje u oblasti energetike i saobraćajnih usluga nije pratio niti poticao u dovoljnoj mjeri porast potreba privrede i stanovništva, petogodišnji plan u više navrata ističe, da u tom razdoblju treba težište razvoja industrije staviti na elektroprivredu zajedno s još nekim granama industrije.

Prve dvije godine ostvarenja petogodišnjeg plana pokazale su, da je razvoj privrede ponovno nadmašio predviđeni godišnji prosjek porasta proizvodnje, prometa i usluga u glavnim oblastima privrede, kao i prosjek porasta iz prijašnjih godina.

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske izradila je u junu 1957. petogodišnji plan razvoja elektroprivrede NR Hrvatske.

Prema tom planu, da bi se zadovoljile rastuće potrebe na električnoj energiji odnosno, da bi se mogli ostvariti zadaci predviđeni petogodišnjim planom NR Hrvatske, potrebno je u tom razdoblju investirati u elektroenergetska postrojenja ukupno 79.612 milijuna dinara, uključujući u ta ulaganja i udio stanovništva u nestručnoj radnoj snazi, materijalu i sprezi pri priključivanju pojedinih naselja na mrežu.

Ovim investiranjem postizava se dovršenje izgradnje HE Gojak, HE Peruča i TE Konjščina, potpuna izgradnja Toplane Zagreb i dovršenje najvećeg dijela radova na izgradnji HE Split I. etape. Prijenosni vodovi će se produžiti za 84 %, vodovi 26 — 50 kV za 64 %, vodovi 3 — 20 kV za 62 %, a niskonaponski vodovi za 103 %. Transf. stanice 110/30 kV povećat će se: njihov broj za 118 %, a snaga 168 %, transf. stanice 35 — 30/10 — — 6 kV i 50/27 — 6 kV povećat će se: broj za 85 %, a snaga za 65 %, dok će se broj transf. stanica sa donjim naponom 0,4 kV povećati za 63 %.

Time će se između ostalog postići, da se postotak elektrificiranih naselja u Hrvatskoj povisi od 40 % u g. 1956. na 63,6 % u g. 1961., a broj elektrificiranih domaćinstava od 48,2 % u g. 1956 na na 70,4 % u g. 1961.

U tablicama je dan pregled plana elektrifikacije NR Hrvatske 1957.—1961. iz juna 1957., i potrebnih investicionih ulaganja za ostvarenje toga plana. Ujedno je dana usporedba sa ostvarenjem u prve dvije godine 1957.—1958.

Iz tablice o naturalnom izvršenju petogodišnjeg plana elektrifikacije Hrvatske u prve dvije godine, kao i iz tablice o investicionom izvršenju vidljivo je, da je razvoj elektrifikacije u protekle dvije godine tekao kako slijedi:

Prijenosna postrojenja 220 i 110 kV, kao i 30—35 kV-ni vodovi pokazuju znatno manji tempo porasta od planom predviđenog. Izvršenje zadataka u

Sl. 1. Pogled s brane Peruča na akumulaciono jezero u lipnju 1959.

Plan elektrifikacije NR Hrvatske 1957. — 1961. i ostvarenje koncem 1958.

	Jed. mjere	Stanje 1956. ostvareno	Stanje 1961. prema planu iz VI. 1957.	Stanje 1958. ostvareno	% izvršenja petogodišnjeg plana
Vodovi 220 kV	km	—	233	50	22
Vodovi 110 kV	km	813a	1.256	998	42
Stanice 110/30 kV	MVA/kom	304/11	816/24	404/14	20/23
Vodovi 26-35 kV	km	1.526	2.595	1.730	19
Vodovi 50 kV	km	140	140	140	—
Stanice 35-30/10-6 kV	MVA/kom	187/68	378/131	222/81	19/21
Stanice 50/27-6 kV	MVA/kom	27/5	19/4b	27/5	—
Vodovi 3-20 kV	km	4.734	7.596	6.364	57
Stanice sa nižim naponom 0,4 kV	kom	2.371	3.863	3.116	50
Niskonaponski vodovi	km	8.717	17.707	13.013	48
Teritorij	km²	56.553	56.553	56.553	
Broj stanovnika	1000 st.	4.091	4.324	4.182	
Broj naselja	naselje	6.746	6.746	6.746	
od toga elektrificirano	%	40	63,6	50,7	45
Broj domaćinstava	1000 dom	1.075	1.136	1.099	
od toga elektrificirano	%	48,2	70,4	58,3	45
Vodovi 26-50 kV	m/km²	29,5	49,5	33,1	18
Vodovi 3-20 kV	m/km²	83,7	134	112,5	57
Vodovi 3-20 kV	m/nas.	702	1.128	943	57
Niskonaponski vodovi	m/dom.	8,1	15,6	11,8	48

a) Ovdje je iskazan DV 110 kV Matulji-Podlabin, koji je još bio pod naponom 50 kV.
b) Prijelaz TS Pula na napon 35 kV.

Opaska: Protekle 2 godine su 40 % vremena od ukupnog 5 god. razdoblja.

prve dvije godine kreće se oko 20 % od petogodišnjeg iznosa. Kako kriterij za izvršenje plana iznosi oko 40 %, to se pokazuje znatno zaostajanje razvoja ovih postrojenja.

Nasuprot tomu, postrojenja 10 kV i nižih napona, koja se grade iz lokalnih fondova, samodoprinosa, kućanskih budžeta i iz sredstava elektroprivrede, pokazuju znatno veći porast od planom predviđenog. Tu se izvršenje kreće između 50 i 60 %. Razvoj postrojenja ove vrste zauzeo je razmjere preko očekivanja te pokazuje još jaču tendenciju porasta.

Postotak elektrificiranih naselja g. 1958. iznosio je 50,7 %, a postotak elektrificaranih domaćinstava 58,3 %, pa se ovdje izvršenje petogodišnjeg plana u prve dvije godine iskazuje sa 45 %, što je primjetno više od planom predviđenog.

Ovi podaci su vidljivi iz godišnjih izvještaja distributivnih poduzeća 1955.—1958., kao i edicije Zavoda za statistiku 1954.

Usvajajući pretpostavku, da je 100 % domaćinstava u gradovima priključeno na mrežu, slijedi, da su domaćinstva u seoskim naseljima elektrificirana sa 38,7 %.

Ovaj podatak može doživjeti nužne korekcije fiksiranjem pojma »domaćinstva« i »potrošača« naročito u gradovima, gdje postoji akutno pitanje vezanog stanovanja.

Stupanj elektrifikacije gradskih i seoskih domaćinstava koncem 1958.

	Ukupno	Elektrificirano	Postotak
Domaćin. u gradovima	352.000	352.000	100
Domaćin. seoska	747.000	288.700	38,7
Ukupno domaćinstava u Hrvatskoj	1,099.000	640.700	58,3

Pregled ostvarenih investicija u elektroenergetska postrojenja 1957.-1958. i usporedba sa planiranim investicijama za razdoblje 1957.-1961.

	Investicije za razdoblje 1957.-1961. prema planu iz VI. 1957. milijuna Din	Ostvarene investicije u 1957. i 1958. milijuna Din	% izvršenje predviđenih petogodišnjih investicionih ulaganja
DV 220 kV	3.139a)	570	*
DV 110/220 kV Una-Zagreb	320	255	*
TS 220/110 kV Mraclin	900b)	5	*
DV 110 kV	2.882	592	20,5
TS 110/30 (50) kV	5.280	1.243	23,5
DV 30 kV	4.558	616	13,5
TS 30 kV	3.413	591	17,3
DV 10 kV prijenosni	605		
DV 10 kV razdjelni nadzemni	5.170	3.060	50,6
DV 10 kV razdjelni kabelski	278		
TS 10/0,4 kV gradske	1.650	1.061	64,3
TS 10/0,4 kV seoske zidane	1.540	944	61,3
TS 10/0,4 kV na stupu	390	134	34,3
Razvodni nadzemni vodovi	10.767	2.024	
Razvodni kabelski vodovi	86	589	24,1c)
Kuć. instal. sa priključcima	3.655	450	d)
Brojila	1.584	882	55,7
HE Vinodol	38	61	*
HE Gojak	4.317	4.016	*
HE Peruča	8.507	5.247	*
HE Split	13.300	2.067	*
TE Konjšćina	586	466	*
TO Zagreb	6.647e)	758	*
Ostale HE		298	—
Ostale TE		4	—
	79.612	25.933	32,6

a) Iskazane investicije DV Split—Zagreb predstavljaju do konca g. 1961. 73 % od ukupnih investicija (jednostruki 220 kV 10^6 Din 3.700)

b) Iskazane investicije TS Mraclin predstavljaju do konca g. 1961. 78 % od ukupnih investicija 10^6 Din 1.144.

c) Niskonaponska mreža je u petogodišnjem planu uzeta sa jediničnim cijenama prema gore. Ostvarene jedinične cijene su znatno niže (do 50 %), pa niski postotak izvršenja investicija ne odgovara naturalnom postotku izvršenih radova.

d) U sumi od 450 milijuna dinara sadržani su samo kućni priključci, a ne i kućne instalacije, pa ovaj podatak nije usporediv sa predviđenim iznosom od 3.655 milijuna dinara.

e) Investiciona svota TO Zagreb u času sastavljanja plana 1957. — 1961.

* Procenat izvršenja nije indikacija, jer je izgradnja objekata po posebnom višegodišnjem operativnom planu.

Opaska: Protekle 2 godine su 40 % vremena od ukupnog 5 god. razdoblja.

Isto tako će trebati ponovno službeno statistički utvrditi broj domaćinstava, koja su priključena na lokalne izvore.

Danas se može zaključiti, da je stupanj elektrificiranosti negradskih domaćinstava od 38—39 % istodobno stupanj razvoja distributivne mreže na šira područja, upućujući na daljnju investicionu djelatnost elektroprivrednih i drugih društvenih faktora.

Iskazane investicije u izvoru električne energije kod nekih postrojenja ne zahvaćaju kompletno razdoblje investiranja odnosno cjelokupne investicije, a i investiranje teče prema pojedinačnim planovima izgradnje, pa su postoci izvršenja uslijed toga izostavljeni iz tabelarnog prikaza.

Izgradnja izvora električne energije teče uglavnom prema predviđanjima plana, osim što predviđeni rok puštanja u pogon HE Gojak nije bio ostvaren. U međuvremenu je na području NR Hrvatske počela i izgradnja HE Dubrovnik kao i HE Senj, pa će ukupna investiciona ulaganja u izvore električne energije na području NR Hrvatske biti primjetno veća od onih, koja su predviđena planom Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Investicije u elektroenergetska postrojenja, koje nastaju povećanjem potrošnje (prema uvjetima izgradnje u Hrvatskoj od 1904—1958.)

	110-120 kV (predaja Madarskoj, BiH-u, industriji karbida, gubici u prijenosu i potrošak elektrana)	*26-50 kV* (predaja industriji aluminija, elektrokemije, ind. ferolegura, elektrotoplini, elektrovuči, ugljenokopima, cementarnama, gubici distrib. i potrošak elektrana)	*5-20 kV* (predaja melioracijama, ugljenokopima, cementarnama, preradivačkoj industriji, vodovodima, tramvajima, gubici distribuc.)	*0,4 kV* (predaja malopotrošnji)	Ukupno
	u milijunima kWh				
Potrošnja 1958. izvršena (preuzeta) na naponu	*381,6*	*556,7*	*415,3*	*496,5*	*1.850,1*
Postoci, uključivo 110 kV	*20,7*	*30,1*	*22,4*	*26,8*	
Postoci, uključivo 50 kV		*37,9*	*28,3*	*33,9*	
Postoci, uključivo 20 kV			*45,6*	*54,4*	
Novonabavna vrijednost postrojenja za potrošno područje Hrvatske, po cijenama 1958.	u milijunima dinara				
	%	%	%	%	%
Izvori u Hrvatskoj i u susjednim republikama u dijelu, potrebnom za Hrvatsku	15.068 84,0	21.911 73,5	16.305 53,2	19.508 33,1	72.792 *52,7*
Prijenosna postrojenja	2.874 16,0	4.180 14,0	3.110 10,1	3.722 6,3	13.886 *10,1*
Postrojenja 26-50 kV		3.802 12,5	2.839 9,0	3.391 5,6	10.032
Postrojenja 5-20 kV			8.597 27,7	10.255 17,3	18.852 *37,2*
Postrojenja 0,4 kV, priključci i brojila				*22.303 37,7*	*22.303*
	17.942	*29.893*	*30.851*	*59.179*	*137.865*
Povećanjem potrošnje potiču se nove investicije (iskazano u specifičnim investicijama)	*Din/kWh 47,—*	*Din/kWh 53,7*	*Din/kWh 74,3*	*Din/kWh 119,2*	
	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh	Din/kWh	
i to u: izvorima	39,5	39,5	39,5	39,5	
prenos. postroj.	*7,5*	7,5	7,5	7,5	
	postroj. 26-50 kV	*6,7*	6,7	6,7	
		postroj. 5-20 kV	*20,6*	*20,6*	
			postroj. 0,4 kV	*44,9*	

Uz održavanje operativnih planova izgradnje izvora i odgovarajućeg razvoja mreže, ova intenzivna izgradnja zahtijevat će godišnje investicije od 21—27 milijardi dinara.

Predviđanje investiranja 1959.—1964. po cijenama sa kupovnom moći 1958.

u milijunima dinara

	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.
Hidroelektrane	6,546	7,053	9,530	10,000	10,000	10,000
Termoelektrane	3,415	3,500	2,436			
DV i TS 220 kV	1,600	3,180	4,734	3,000	2,500	2,500
DV i TS 110 kV	1,916					
DV i TS 35 kV	1,404	2,367	3,000	4,000	3,000	2,000
DV i TS 10 i 0,4 kV	6,500	7,000	7,500	8,000	8,500	8,000
	21,381	23,100	27,200	25,000	24,000	22,000

Predviđanje porasta potrošnje u područjima sa nedovoljno razvijenim gospodarstvom kao što je u Jugoslaviji (i Hrvatskoj), u znatnoj je mjeri otežano. Puštanjem u pogon većih izvora energije koncem 1955. nastale su mogućnosti za iznenadni porast potrošnje, koji je premašivao predviđanja.

Takve skokove treba očekivati i ubuduće, ukoliko represivnim mjerama od nužde ne budu silom sprečavani.

Porast potrošnje izazvao je i izaziva investicije u prijenosnu i distributivnu mrežu uzimajući u obzir, da izgradnja izvora energije ostaje kao konstanta kojoj bi trebalo pristupati na temelju dugoročnih predviđanja, a ne na temelju neposrednih potreba pojedinih skupina potrošača.

Predviđanja idu k cilju, da na temelju iskustava sprečavaju iznenađenja u investiranju u budućem razvoju.

U tu svrhu uspoređene su tabelarno novonabavne vrijednosti elektroenergetskih postrojenja za potrošno područje Hrvatske sa potrošnjom na tom području, preuzetom odnosno izvršenom na pojedinim naponima.

Pregled pokazuje specifične investicije, koje su izravno i posredno izazvane potrebom povećanja potrošnje. One se u tom obliku nikada istovremeno ne javljaju iz razloga, što pri rješavanju pitanja dobave energije pojedinom pogonu, odnosno području, iskrsavaju samo izravne investicije priključka odnosno izgradnje razdjelne i razvodne mreže pretpostavljajući, da su izvori, a dobrim dijelom i prijenosna mreža, već izgrađeni. Postoji dakle vremensko stepenovanje pri investiranju, koje ide k cilju pokrića rastuće potrošnje. Ovo pak investiranje u cjelini iznosi prema današnjim uvjetima dobave toliko koliko je iskazano u tabeli.

Specifične investicije se pokazuju u slijedećim visinama:

Predaja na naponu 110 — 120 kV Din/kWh 47, od toga izravne investicije Din/kWh 7,5.
Predaja na naponu 26 — 50 kV Din/kWh 53,7, od toga izravne investicije Din/kWh 6,7.
Predaja na naponu 5 — 20 kV Din/kWh 74,3, od toga izravne investicije Din/kWh 20,6.
Predaja na naponu 0,4 kV Din/kWh 119,2, od toga izravne investicije Din/kWh 44,9.

U iskazanim specifičnim investicijama Din/kWh 47 do 119,2 sadržana je konstanta investiranja u izvore

sa Din/kWh 39,5. Ona predstavlja novonabavnu vrijednost svih elektrana, koje su bile izgrađene u Hrvatskoj od početka ovog stoljeća (i nešto prije toga) pa do danas prema tadašnjim stupnjevima privrednog razvoja i prema tada dostignutim tehničkim mogućnostima. Jasno je, da do te novonabave danas ne će doći (nego tek do potrebnih rekonstrukcija i održavanja), jer postoje mogućnosti izgradnje većih, ekonomičnijih jedinica, uz primjetno niže investicije.

Koliko u ukupnoj masi današnja ekonomičnija izgradnja utječe na sniženje konstantnih specifičnih investicija izvora, vidi se iz narednog prikaza.

Novonabavne vrijednosti današnjih izvora za potrošno područje Hrvatske

	MW	Specifične investicije 1952. Din/kW	Novonabavna vrijednost po cijenama 1958. 10^6 Din
Predratne hidroelektrane, korišćeni učin	68,8	98.500	22.600
Hidroelektrane izgrađene 1945.—1955.	87,9	153.800	
Ukalkuliranje izvora u Sloveniji i BiH 792 GWh	100	180.000	20.042
Predratne termoelektrane, korišćeni učin	48,4	200.000	
Termoelektrane izgrađene 1945.—1955.	47,3	129.200	24.800
195 lokalnih pogona, uključivo industrijskih	13,4	250.000	
HE Miljacka rekonstrukcija (1956.)	21		1.826
CHE Fužine (1957.)	3,9		520
TE Konjščina II. etapa (1958.)	25		2.770
Rekonstrukcije (1956.)			234
	415,7	175.000	72.792

Hidroelektrane i termoelektrane u izgradnji 1959.—1964.

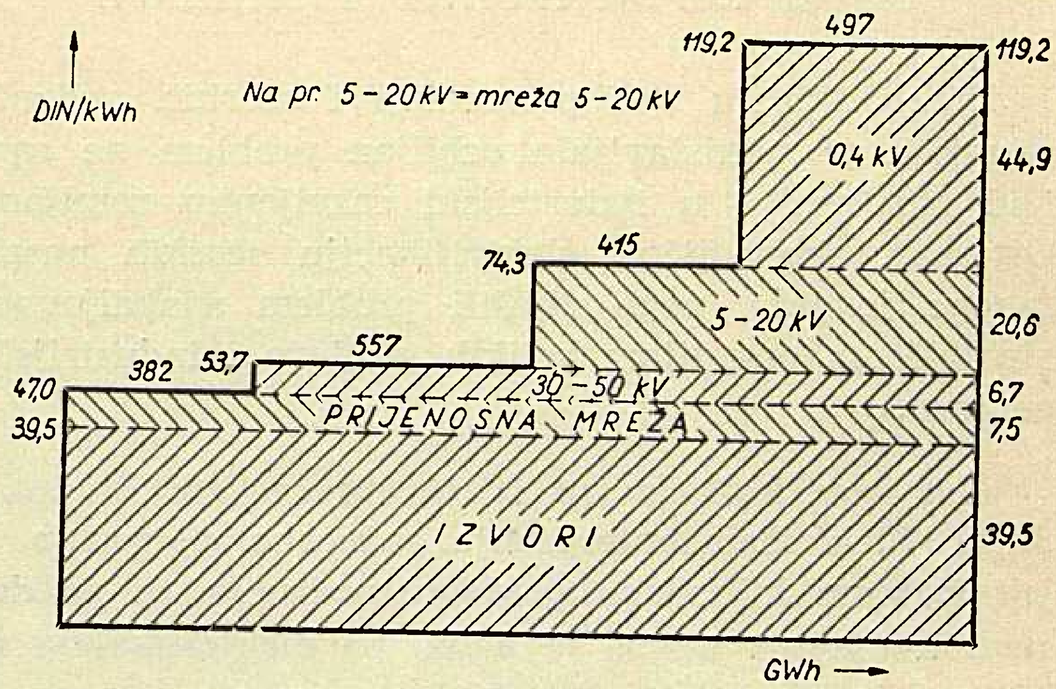
	MW	Investicije po današnjim cijenama	
			10^6 Din
HE Split I. i Peruča	257		29.223
TE Zagreb II	64		10.000
HE Gojak	48		9.000
HE Senj	216		20.000
	585		68.223
Ukupno	1.000,7	141.000	141.015

Do 1964. će se udio izvora sniziti prema tomu za 19,5 ili zaokruženo za 20 %.

Specifične investicije, izazvane povećanjem potrošnje u razdoblju 1960.—1970. mogu dakle biti kalkulirane sa stavkama, iskazanima u tablici, uz smanjenje konstantne stavke izvora od Din/kWh 39,5 na Din/kWh 31,5.

U odnosu na izdašnu proizvodnju HE Split i Senj ovo sniženje će u stvari biti veće.

No, polazeći od stanovišta, da je predviđanje onda dobro, ako mu je ostvarenje što bliže, ne bi trebalo koristiti ovu mogućnost daljnjeg sniženja od naznačenog, uzimajući u obzir okolnost, da investicioni val, koji će biti znatan u idućim godinama — ulaganjem u planom predviđene izvore i mrežu 220 kV — utječe u primjetnoj mjeri na visinu samih investicija.



Sl. 2. Dijagram investicija, koje nastaju povećanjem potrošnje (prema stanju u Hrvatskoj koncem 1958.)

Iz ovih pobuda zanemareno je ispuštanje iz računa relativno ekonomičnih izvora na Dravi, HE Jablanice, Jajca i TE Šoštanj i Kakanj, koji — kompenzaciono — poslije g. 1962. predvidljivo ne će ulaziti u račun elektroenergetskih investicija, potrebnih za potrošno područje Hrvatske.

Ukratko, pri predviđanju potrošnje u Hrvatskoj u razdoblju 1960.—1970. treba računati, da će povećanje potrošnje izazvati investicije u elektroenergetska postrojenja kako slijedi:

u bazičnoj industriji	Din/kWh	45,7;
u prerađivačkoj industriji	Din/kWh	66,3;
u obrtu i malopotrošnji	Din/kWh	111,2.

Izravne investicije su već naprijed prikazane. One ostaju interesantne za same potrošače.

Zaključak

I ponovno se ukazuje, kao i ranijih godina na potrebu intenzivnijeg ulaganja u elektroprivredu NR Hrvatske, kako bi mogla udovoljiti rastućoj potrebi na električnoj energiji. Potrebno je stalno analizirati ovisnost između planova industrijalizacije, podizanja društvenog standarda, te povećanja potrošnje električne energije s visinom investicionog ulaganja u elektroprivredu.

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

UTJECAJ INVESTIRANJA U RAZVODNE MREŽE I POTROŠKA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PRIVREDNI RAZVOJ NEKIH PODRUČJA HRVATSKE

Željko Vodopija, Zagreb

(Svršetak)

DK 338.924 : 621.31

PODRUČJE SLAVONIJE I BARANJE

Elektrifikacija poljoprivrednih i seoskih područja oduvijek je predstavljala ozbiljan problem ne samo kod nas, već i u industrijski razvijenim zemljama. Ostvariti ekonomičnu elektrifikaciju seoskih naselja mnogo je teže, nego riješiti problem snabdijevanja električnom energijom velikih gradova i industrijskih centara.

Ove poteškoće izviru iz karaktera seoskih potrošača. Električno opterećenje, odnosno potrošnja po kvadratnom kilometru površine područja, ili po dužnom kilometru mreže je mala, pa elektrifikacija zahtijeva tolike investicije, da često treba u prvom periodu elektrifikacije zanemariti princip ekonomičnosti ili ga tretirati sa posebnog stanovišta. Na promatranom području se spomenute poteškoće javljaju u donekle ublaženom obliku, s obzirom da se radi o nizinskom bogatom području, sa pretežno velikim naseljima.

Osim toga ovo područje posjeduje znatne industrijske kapacitete i velike, danas još gotovo neiskorištene, mogućnosti za daljnji razvoj prerađivačke industrije.

Velike površine poplavljenog područja od cca 35.000 ha i gotovo dvostruko veće površine kojima svakako treba osigurati navodnjavanje, govore o tome, da je unapređenje poljoprivrede na ovom području usko povezano sa elektrifikacijom.

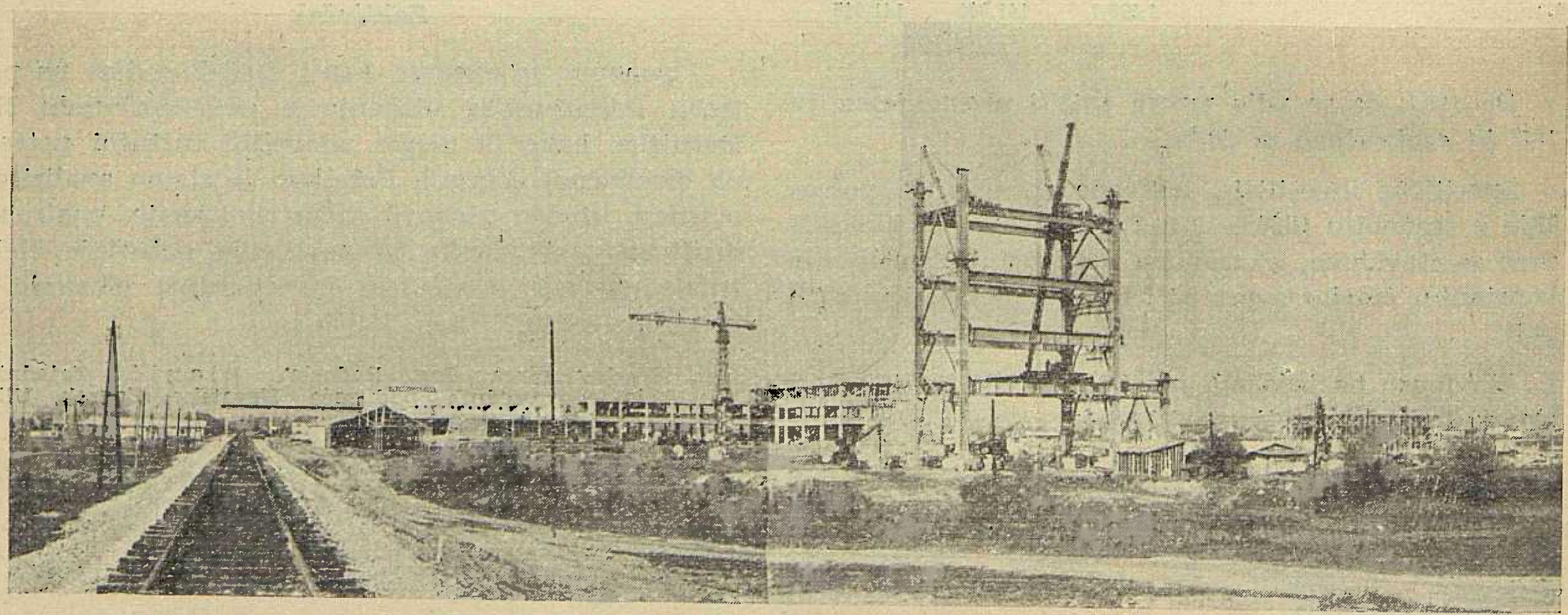
Opći stepen elektrifikacije ovog područja je vrlo nizak. Krajem godine 1957. od ukupno 1024 sela bilo je elektrificirano 124 ili 12 %, odnosno od ukupno 176.592 domaćinstava bilo ih je elektrificirano 68.588 ili 38,8 %.[1] U to isto vrijeme na području Hrvatske bilo je elektrificirano 54,4 % domaćinstava. Međutim, ovakav odnos rezultat je intenzivnog širenja elektrifikacije na području Slavonije za posljednje 3 godine. Raniji odnos bio je daleko nepovoljniji za Slavoniju. Tako je bilo elektrificiranih domaćinstava (% od ukupnog broja, zaokruženo)

u ist. Slavoniji	u god.	1953. 14 %,	1954. 16 %
u Hrvatskoj	u god.	1953. 42 %,	1954. 44 %

Ovi podaci uzeti su iz analize ing. Planića. U elaboratu za perspektivni plan izgradnje 35 kV mreže na području Hrvatske (izrađen u ZPP i ZEPH-u 1958.) za godinu 1956. navodi se, da je u Hrvatskoj bilo elektrificirano 46,2 % domaćinstava, od toga samo 28,4 % iz mreže elektroenergetskog sistema, a 17,8 % iz lokalnih elektrana.

Razloge ovakvom stanju, osim već spomenutih treba tražiti i u nedovoljnim izvorima električne energije na spomenutom području. Do studenog 1956. kada je dalekovodom 110 kV povezano sa bosanskim elektroenergetskim sistemom, ovo je područje bilo samostalni elektroenergetski bazen. Izvori električne energije bili su nedovoljni da pokriju potrebe konzuma, a specijalno da omoguće njegov normalni razvoj. Od značajnih javnih izvora treba spomenuti TE Osijek (3,6 MW), TE Županju (turboagregat AEG od 4 MW pušten u pogon 1954., vlasništvo »Elektroslavonije«) i TE Đakovo (0,8 MW). Osim ovih postojao je i veći broj lokalnih javnih elektrana, ali malih snaga.

[1] Podaci iz članka Stj. Kragujevića: *Organizacija poduzeća »Elektroslavonija« i razvoj elektrifikacije u Slavoniji,* Energija br. 8/58. Prema jednoj analizi ing. Planića, u istom razdoblju bilo je elektrificirano 35% domaćinstva na području ist. Slavonije.



Gradilište Toplane Zagreb u XI. 1959.

Tako je u godini 1956. bilo u pogonu 37 lokalnih elektrana, od čega 14 dizelskih, 8 parnih, 12 na upojni plin i 3 hidroelektrane. Ukupna instalirana snaga ovih lokalnih elektrana iznosila je 3.038 kW, a godišnja proizvodnja 1.998 MWh. Prosječna proizvodna cijena iznosila je oko 45 Din/kWh.

Znatno jače po snazi, a posebno po količini proizvedene električne energije, bile su industrijske elektrane ovog područja.

Privredna poduzeća na području Slavonije i Baranje u svojim elektranama, odnosno agregatima, proizvela su u godini 1957.:

Proizvodnja industrijskih elektrana ist. Slavonije i Baranje god. 1957.

	MWh
Radlovac, ind. kamena i građ. materijala Slav. Orahovica	99
DIP Đurđenovac	3.021
Poduzeće za promet žitarica, Čačinci	32
»Dilj« tvornica opeke i crijepa, Vinkovci	21
»Slavonski hrast«, drvna industrija, Vinkovci	29
Vukovarska tekstilna industrija	434
Tvornica kudelje, Vukovar	677
»Boris Kidrič« tvor. šećera, Županja	8.745
»Borovo« Jugoslavenski kombinat	21.585
»Boris Kidrič« tvornica kože, Vinkovci	38
»Borovik« drvni kombinat, Osijek	100
»Drava« tvornica žigica, Osijek	579
DIP Belišće	4.393
Lanara i kudeljara, Vladislavci	622
Lanara i kudeljara, Viškovci	71
»Orlovnjak« — kudeljara, P. Antunovac	459
Tvor. šećera, Branjin vrh	1.359
Tvor. šećera, Osijek	3.524
»Karašica« Valpovo	429
Tvornica kože, Osijek	207
»Đuro Đaković«, Slav. Brod	8.115
»Slavonija« drvna industrija, Slav. Brod	600
Ostali sitniji	123
	55.262

Proizvodnja pojedinih industrijskih elektrana veća je od vlastitih potreba, pa su opskrbljivale i druge potrošače, preuzimajući na taj način djelomično i funkcije javnih elektrana.

Uspoređivanjem količina električne energije, proizvedene u industrijskim elektranama, sa energijom koja je potrošačima predana iz republičke mreže putem poduzeća »Elektroslavonija« (u 1957. god. 47.529 MWh) i sa proizvodnjom u lokalnim elektranama, dobiva se slika o udjelu i značaju industrijskih elektrana za područje Slavonije i Baranje. Ovaj momenat treba imati u vidu kod ocjenjivanja porasta konzuma odnosno efekata, postignutih ulaganjima u elektroprivredna postrojenja.

U razdoblju od 1954.—1957. investirano je u 110 i 30 kV mrežu na području istočne Slavonije:

Investiranje u 110–30 kV-nu mrežu istočne Slavonije tokom 1954.—1957.

	10^3 Din
1954.	
DV 30 kV Županja–Vinkovci 30,8 km	78.850
TS 30/10 kV Županja 2,28 MVA	62.400
1955.	
TS 30/10 kV Osijek–istok 2 MVA	75.600
TS 30/6,3 kV Vinkovci 0,5 MVA	66.600
1956.	
DV 110 kV Brod-granica BiH 4 km	27.480
DV 110 kV Brod–Osijek 70,2 km	314.221
TS 110/30 kV Brod 20 MVA	365.774
DV 30 kV Osijek–Našice 47,4 km	128.886
TS 30/10/0,4 kV Gunja 0,5 MVA	11.980
TS 30/10 kV Našice 2,5 MVA	49.311
1957.	
TS 110/30 kV Osijek 20 MVA	340.811
DV 30 kV Brod–Požega 38,5 km	129.777
DV 30 kV Brod–Brod 2,7 km	11.343
TS 30/10 kV Požega 1 MVA	32.985
TS 30/10 kV »Đuro Đaković« 2 MVA	37.626

(Godišnjaci Zajednice i Instituta 1955.–1957.)

Ovim investicijama postignuto je u razdoblju od 1954.—1957., da je 110 kV mreža u dužini od 74,2 km u potpunosti novoizgrađena, dok je mreža 30 kV povećana od 94,8 km na 214,2 km.

Istovremeno je došlo i do adekvatnog porasta 10 kV-ne, 3 kV-ne i niskonaponske mreže. Tako je 10 i 3 kV-na mreža porasla u razdoblju od 1954. do 1957. sa 335 km na 630 km, a niskonaponska mreža sa 430 km na 720 km.

Područje Slavonije i Baranje bit će razmatrano po kotarevima. Razlog leži u želji da se ovo prilično heterogeno područje, gledano sa stanovišta stepena i vrste elektrificiranosti i industrijske razvijenosti, pokuša analizirati prema tim svojim parcijalnim osobitostima.

Već unaprijed treba napomenuti, da ovakav način ima ozbiljnih slabosti. U prvom redu metoda izračunavanja indeksa fizičkog obujma proizvodnje, primijenjena u ovom razmatranju, odgovara za obuhvaćanje makroekonomskih pogona u proizvodnji. Ona postaje sve nepodesnija ukoliko je manja masa industrije, koja se obuhvaća obračunom. Slučajne varijacije u proizvodnji, u velikim se masama gube ili se ublažava njihov utjecaj. U malim masama, kao što je industrija na području jednog kotara, ovi momenti dolaze do izražaja sa daleko većom snagom. S druge strane, neovisno od primijenjene metode, na navedenom području postoji nekoliko vrlo krupnih industrijskih poduzeća, koja imaju velik udio u ukupnoj industrijskoj proizvodnji toga područja, pa svojim trendom bitno utječu na trend industrijske proizvodnje čitavog područja. Usprkos gornjim nedostacima smatralo se je boljim pokušati ostati kod pojedinačnog razmatranja po kotarevima, nego ulaziti u prosjeke nehomogenog područja.

Kotar Osijek

Po veličini dohotka na jednog stanovnika i po stepenu proizvodnih snaga, kotar Osijek spada u razvijene kotareve. Krajem godine 1955. po stepenu proizvodnih snaga nalazio se je na 11., a po veličini dohotka na 12. mjestu od ukupno 107 kotareva u FNRJ.[2]

Ovaj svoj položaj zahvaljuje nivou industrijske i poljoprivredne proizvodnje, kao i općoj privrednoj razvijenosti.

U 1956. godini 55 % od ukupnog prihoda ostvareno je u industriji a 45 % u ostalim privrednim granama; najvećim dijelom u poljoprivredi. Petogodišnjim planom razvoja kotara Osijek u razdoblju od 1957. do 1961. najveći porast proizvodnje izražen u vrijednosti ukupnog prihoda, predviđa se baš u ovim privrednim oblastima.

Indeks industrijske proizvodnje u 1961. godini (1956 = 100) iznosi: industrija 208, poljoprivreda 206;

[2] Prema podacima Saveznog zavoda za privredno planiranje.

ukupno za sve privredne oblasti 195. Da bi se postigao planom postavljeni nivo proizvodnje, potrebna investiciona ulaganja u privredu iznose 39,6 milijardi dinara.

O izvorima električne energije bilo je već govora u uvodu za čitavo slavonsko područje.

Distributivna mreža današnjeg kotara Osijek građena je postepeno počevši od godine 1921., kada je u Đakovu puštena u pogon elektrana na parni pogon. Nešto kasnije, godine 1926., puštena je u pogon osječka električna centrala, tada sa snagom 1,6 MW. Nekoliko sitnih izvora električne energije postojalo je već i prije toga na području grada Osijeka. Paralelno s puštanjem u pogon centrala, građene su i gradske mreže Đakova i Osijeka. U Osijeku je razdjelni napon bio 3 kV. Tek u najnovije vrijeme počelo se je sa prijelazom na 10 kV. Niskonaponska mreža Osijeka, građena za osnovni stupanj elektrifikacije t. j. uglavnom samo za rasvjetu, danas ne zadovoljava ni po stanju u kojem se nalazi ni po presjecima. Prema podacima ing. Mudrinića[1] 76 % svih transformatorskih stanica široke potrošnje i 71% svih izvoda niskog napona kritično je opterećeno. Pojačanje i rekonstrukcija postojeće niskonaponske mreže, prema istom autoru, zahtijeva investicije od 540 10^6 Din, a potrebne investicije za izgradnju i uređenje mreže u bližoj perspektivi (6 godina) 1.200 10^6 Din. Ovaj posljednji podatak bliz je podatku iz jedne ranije studije o istoj problematici,[2] gdje se orijentaciona potreba investiranja za petgodišnju obnovu i proširenje mreže Osijeka ocjenjuje sa 1080 10^6 Din.

Investiranje u elektroenergetska postrojenja na području kotara Osijek iznosilo je (u tekućim cijenama)[3]

1955.	146.781	10^3 Din
1956.	319.746	10^3 Din
1957.	407.989	10^3 Din

Ovdje nije uzeto u obzir investiranje u 110 kV postrojenja.

Intenzitet investiranja u odnosu na površinu i broj stanovnika iznosio je

	1955.	1956.	1957.
na 1 stanovnika Din	696	1.517	1.936
na 1 km² Din	54.719	119.261	152.175

Investiranjem u spomenutim okvirima postignuto je u okviru distributivnog poduzeća:

Razvoj elektroprivrede osječkog kotara 1955.–1957.

	1955.	1956.	1957.
Predano potrošačima MWh	20.252	24.328	31.546
Broj potrošača	23.704	25.997	28.804

Promatranjem vrijednosti osnovnih sredstava distributivnog poduzeća i količine električne energije predane potrošačima, pokazuje se izvjesna pravilnost u ovim nizovima. Izraženo u indeksnim brojevima to izgleda ovako:

	1955.	1956.	1957.
Vrijednost osnovnih sredstava	100	130,1	168,4
Količina predane elektr. ener.	100	120,1	155,7

Obzirom da je vrijednost osnovnih sredstava izražena u tekućim cijenama, to bi se preračunavanjem na stalne cijene ovi indeksi još više približili.

Ovo poklapanje indeksa govori o niskom stupnju elektrifikacije i o prigušenom konzumu.

Broj potrošača raste sporije od količine predane električne energije. Odavde rezultira da količina električne energije na 1 potrošača raste:

1955.	854 kWh
1956.	936 kWh
1957.	1.095 kWh

Ako promatramo samo grupu »kućanstva« — dobivamo ovakav prikaz:

1955.	211 kWh po kućanstvu
1956.	300 kWh po kućanstvu
1957.	380 kWh po kućanstvu

Interesantno je međutim pregledati strukturu predaje:

	1955.		1956.		1957.	
	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Indust. potroš.	10.337	51,0	10.483	43,1	15.721	49,9
Kućanstva	3.945	19,5	6.648	27,3	9.452	30,0
Poljopriv. motori	33	0,2	381	1.6	397	1,2
Ostale potr. grupe	5.937	29,3	6.816	28,0	5.976	18,9
Ukupna predaja	20.252	100	24.328	100	31.546	100

Kao »industrijska potrošnja« u ovoj je tablici iskazana potrošnja grupe »opća velepotrošnja« i grupe »motori i aparati«.

Podaci po grupama potrošnje za godinu 1955. nisu potpuno čvrsti, jer je tada realizacija praćena po drugim potrošačkim grupama, nego u 1956. i 1957., pa su navedeni podaci za 1955. dobiveni sumiranjem potrošačkih grupa iz 1955., koji međutim u takvom postupku ne daju sasvim čiste grupe iz kasnijeg razdoblja. Ovo se naročito odnosi na ovdje premalo iskazanu potrošnju grupe »poljoprivredni motori«.

Industrijska proizvodnja kotara Osijek, praćena u 44 poduzeća iz 10 industrijskih grana, pokazivala je u promatranom razdoblju slijedeće stanje:[4]

Industrijska proizvodnja kotara Osijek tokom 1955.–1957.

	1955.	1956.	1957.
Bruto-produkt Din 10^6	26.011	25.899	32.379
Nacionalni dohodak Din 10^6	11.931	11.574	13.751
Amortizacija Din 10^6	980	983	1.214

Indeks fizičkog obujma industrijske proizvodnje kretao se je za navedeno razdoblje:

1955.	1956.	1957.
100	105,3	134,9

[1] »*Problem mreže grada Osijeka*« — Energija 11–12 iz 1957.
[2] »*Napori oko obnove i proširenja gradskih mreža u Hrvatskoj*«, Ing. Planić i ostali. Energija 9–10, 1957.
[3] Pod investiranjem se misli na kompletna investiciona ulaganja, bez obzira na vrstu i sredstva. Registracija ovih ulaganja uzeta je na bazi knjigovodstvenog iskaza o povećanju vrijednosti osnovnih sredstava distrib. poduzeća.
[4] Podaci za godinu 1956. i 1957. proračunati su na vrijednosti iz god. 1955.

Potrošak goriva za industrijsku proizvodnju bio je po godinama:

Godine	Elektro-energija hWk	Koks tona	Kameni ugalj tona	Mrki ugalj tona	Lignit tona	Ogrjevno drvo pr. m	Tekuće gorivo
1955.	18.058.988	3.365	1.097	59.761	32.655	62.717	16.971
1956.	18.671.200	3.742	5.013	53.309	34.567	60.041	14.601
1957.	22.928.800	4.352	1.797	77.772	37.782	31.425	25.264

Ako ove podatke radi uspoređivanja ukupnog potroška goriva za proizvodnju po pojedinim godinama svedemo na istu bazu (uslovni mrki ugalj od 4.000 kcal) dobivamo slijedeće veličine:

Potrošnja goriva u industriji kotara Osijek 1955.—1957. u uslovnim tonama

	1955.	1956.	1957.
Ukupna potrošnja goriva za proizvodnju (usl. mrki ugalj) t	213.861	206.360	260.996

Broj zaposlenog osoblja u spomenuta 44 industrijska poduzeća kretao se je:

1955.	1956.	1957.
13.332	13.395	14.840

Prije pristupanja analizi, odnosno izvlačenju zaključaka iz danih podataka, potrebno je navesti još neke momente, koji su utjecali na ove podatke. Industrija Osijeka u znatnoj mjeri ima karakter industrijske prerade poljoprivrednih proizvoda. Od 44 industrijska poduzeća 15 ih je iz grane 127 (prehrambena industrija) a 9 iz grane 124 (tekstilna industrija), od toga 5 kudeljara i jedno poduzeće koje se uz preradu kudjelje bavi još i preradom vune. Prema tome otprilike 50 % od ukupnog broja industrijskih poduzeća bavi se isključivo preradom poljoprivrednih proizvoda, dok u ostalim industrijskim poduzećima poljoprivredni proizvodi kao sirovine industrijske prerade također dolaze u obzir u većoj ili manjoj mjeri. Odavde rezultira određena zavisnost nivoa industrijske proizvodnje od nivoa poljoprivredne proizvodnje u pojedinoj godini.

Godina 1956. bila je sušna, pa je poljoprivredna proizvodnja u Jugoslaviji bila ispod desetgodišnjeg prosjeka. Godina 1957. bila je povoljna u poljoprivrednom smislu. Naročito se je to odrazilo na rezultatima industrijske proizvodnje kod šećerana, koje u ukupnom bruto-produktu osječkog kotara sudjeluju sa preko 27 % (u 1957. — povoljnoj godini). Šećerane su u 1957. povećale svoju proizvodnju u odnosu na 1956. i 1955. za 81 %.

Želi li se pokazati, koje su efekte dala određena investicioma ulaganja u elektroprivredi, odnosno, u kojoj se mjeri postignuti rezultati u industrijskoj proizvodnji mogu pripisati poboljšanom snabdijevanju električnom energijom iz republičke mreže, dolazi se do slijedećeg:

Već je naprijed bila pokazana čvrsta veza između nivoa energetske potrošnje i veličine bruto-produkta, odnosno naturalne proizvodnje. U iznesenim podacima za kotar Osijek ova uzajamna veza je također očita. Prema tome moguće je i ovdje konstatirati, da nivo proizvodnje zavisi od ukupne energetske potrošnje i da su pojedini energetski izvori u ukupnoj proizvodnji predstavljeni onim istim odnosima u kojima učestvuju u ukupnoj energetskoj potrošnji.

Udio električne energije u energetskom alimentiranju industrije kotara Osijek iznosio je

1955.	1956.	1957.
15,8 %	17,0 %	16,3 %

Prema tome 1 kWh električne energije predan industriji Osijeka stvorio je vrijednost bruto-produkta

Vrijednost 1 kWh u bruto-produktu industrije kotara Osijek 1955.—1957.

1955.	Din 227.—
1956.	Din 235.—
1957.	Din 230.—

Iz danog pregleda strukture predaje električne energije proizlazi, da je u godini 1957. predaja električne energije iz republičke mreže industriji povećana za 5.238 MWh. Uslijed pomaka u odrazu, ovo povećanje promatramo kao rezultat ulaganja u 1956. U toj godini osnovna sredstva distributivnog poduzeća »Elektroslavonija«, PU Osijek i PU Đakovo povećana su za 319.746 10^3 Din.

Valoriziranjem količine električne energije od 5.238 MWh sa Din/kWh 230 dobivamo, da je veća predaja električne energije industriji Osijeka putem sistemske mreže omogućila, da se u njoj stvori povećani bruto-produkt od 1.207 10^6 Din. Odavde rezultira da je na području Osijeka investiranje od 1 milijun dinara u elektroprivredne objekte izazvalo povećanje bruto-produkta u industriji od 3.775 10^3 Din godišnje.

Kotar Vinkovci

Po veličini dohotka na jednog stanovnika i po stupnju proizvodnih snaga, kotar Vinkovci nalazi se među prvom trećinom kotareva u FNRJ i spada u razvijenije. Tako se je krajem godine 1955. po veličini dohotka nalazio na 19. a po stupnju proizvodnih snaga na 22. mjestu od ukupno 107 kotareva u FNRJ.* Ova relativno visoka mjesta treba pripisati u prvom redu poljoprivrednoj proizvodnji, jer predstavlja jedan od najrazvijenijih kotareva u poljoprivrednom smislu. Industrijska proizvodnja, izuzev kombinata Borovo, najvećim je dijelom orijentirana na preradu poljoprivrednih proizvoda (mlinovi, kudeljare), ili na zadovoljenje lokalnih potreba u građevnom materijalu (ciglane). Od ukupno 22 industrijska poduzeća, 17 ih je iz grana 121 (građevinski materijal), 124 (tekstilna industrija) i 127 (prehrambena industrija).

Električna mreža vinkovačkog kotara ima ove karakteristike:

1. Mreža Vinkovaca, ima napon 6 kV, a dimenzionirana je za potrošnju u doba izgradnje, t. j. pred 30 godina. Zato ova mreža predstavlja danas »usko grlo« za opskrbu potrošača električnom energijom.

---

[1] Prema podacima Saveznog zavoda za privredno planiranje. Kriteriji za stepenovanje bili su: nacionalni dohodak na 1 stanovnika, osnovna sredstva na 1 stanovnika, % zaposlenih, gustoća željezničke i cestovne mreže, struktura stanovništva i katastarski dohodak.

Niskonaponska mreža je u znatno boljem stanju od razdjelne mreže.

Koncem godine 1956. i u toku 1957. početo je sa pregradnjom mreže 6 kV na 10 kV. Uspjelo je 3 TS pregraditi na 10 kV napon, čime je njihovo konzumno područje osposobljeno za redovnu dobavu električne energije. U toku 1957. vršeni su i znatni radovi na niskonaponskoj mreži.

2. Razdjelna mreža Županje izgrađivana je postepeno od godine 1953., te je u dobrom stanju. Kapacitet izvora i transformacije zadovoljava, ali je niskonaponska mreža slaba i predstavlja kočnicu dobave energije potrošačima. U godini 1955. bilo je pojedinih strujnih krugova, gdje su gubici iznosili do 35%. U 1955. i 1956. praktično nije ništa učinjeno na uređenju i proširenju mreže, ali je u 1957. učinjeno mnogo tako, da je mreža te godine gotovo udvostručena.

3. Mreža Vukovara građena je godine 1909., pa danas ne zadovoljava. U godini 1955. gubici su iznosili 23,6 %. Snabdijevanje potrošača do rujna 1955. bilo je kritično zbog »grla« u transformaciji u Borovu. Tek tada je, postavljanjem novog transformatora, riješen taj problem. Poteškoće stvara i napon od 110 V, na kojem radi gradska mreža, a prijelaz na 220 V polako napreduje.

Kad ovdje govorimo o investiranjima u elektroenergetska postrojenja, onda pod time smatramo povećanje vrijednosti osnovnih sredstava distributivnog poduzeća u odgovarajućim godišnjim razdobljima.

Na području kotara Vinkovci investiranje u elektroprivredna postrojenja iznosilo je (po tekućim cijenama)

1955.	54.369	10^3 Din.
1956.	28.161	10^3 Din,
1957.	124.471	10^3 Din.

Investiranjem u spomenutim okvirima postignuto je sa stanovišta elektroprivrede:

Razvoj elektroprivrede vinkovačkog kotara 1955.—1957.

	1955.	1956.	1957.
Predano potrošačima MWh	5.944	7.592	10.118
Ostvareni bruto-produkt distribucije 10^3 Din/g	60.146	76.191	96.333
Broj potrošača		11.424	12.205

Intenzitet investiranja u odnosu na površinu i broj stanovnika

	1955.	1956.	1957.
na 1 stanovnika Din	330	176	806
na 1 km² Din	22.540	11.670	51.640

Kad govorimo o efektima koji su posljedica investiranja u elektroenergetska postrojenja, specijalno u odnosu na industriju, treba uzeti u obzir osim već spomenute situacije sa sistematskim izvorima električne energije, i situaciju sa lokalnim izvorima. Na području kotara Vinkovci u godini 1957. postojalo je 6 većih industrijskih elektrana (ne računajući ovdje TE Županja u Šećerani). One su proizvele 22.784 MWh električne energije, od toga energana u kombinatu Borovo 21.585 MWh.

Porast industrijske proizvodnje iznosio je

	1955.	1956.	1957.
Indeks fizičkog obujma industrijske proizvodnje	100	106,9	125,7
Indeks bruto-produkta industrijske proizvodnje	100	114,5	134,8

Potrošak električne energije i energetskih goriva u promatranim poduzećima kotara Vinkovci iznosio je

Razdoblje god.	Elektroenergija MWh	Koks tona	Kameni ugalj tona	Mrki ugalj tona	Lignit tona	Ogrjevno drvo tona	Tekuće gorivo tona
1955.	19.042	501	1.015	96.917	51.581	15.088	556
1956.	24.341	450	1.240	99.588	44.324	10.309	1.118
1957.	27.595	875	1.020	95.705	41.295	6.043	587

Vidi se stagnacija ili pad potrošnje sviju vrsta energetskih izvora, osim koksa i električne energije. Porast potrošnje koksa u 1957. ne daje još dovoljno argumenata da se tretira kao zakonomjerna pojava.

Ako se ovi podaci u naturalnim veličinama svedu na uslovni mrki ugalj, dobiva se, da je ukupna energetska potrošnja iznosila po godinama:

Potrošnja goriva u industriji kotara Vinkovci 1955.—1957. u uslovnim tonama

	1955.	1956.	1957.
Potrošnja električne energije	31.868	45.518	51.503
Ostali energetski izvori (goriva)	103.010	103.966	126.091
Ukupna energetska potrošnja	134.878	149.484	177.594
ili u indeksnim brojevima	100	110,8	131,7

Kao i na ostalim dosada razmatranim područjima vidimo, da se i na području kotara Vinkovci poklapaju indeksi proizvodnje i indeks potroška energije za proizvodnju odnosno, da industrijska proizvodnja i potrošnja energije za tu proizvodnju stoje u čvrstoj ovisnosti.

Udio električne energije u ukupnoj energetskoj potrošnji industrije na području kotara Vinkovci iznosio je

1955.	1956.	1957.
23,6 %	30,4 %	29,0 %

Ostvareni bruto-produkt industrije na području kotara Vinkovci iznosio je (na bazi stalnih cijena)

1955.	17.821	10^6 Din
1956.	20.402	10^6 Din
1957.	24.018	10^6 Din

Prema tome, jedan kWh električne energije predan industriji Vinkovaca stvorio je mogućnost da se u industrijskoj proizvodnji ostvari bruto-produkt:

Vrijednost 1 kWh u bruto-produktu industrije kotara Vinkovci 1955.—1957.

1955.	Din 221
1956.	Din 255
1957.	Din 252

Uspoređujući ovdje dobivene veličine sa onim naprijed dobivenim za područje kotara Osijek, možemo konstatirati, da se u poljoprivredno jakim, a industrijski razvijenim kotarevima slavonskog područja,

sa 1 kWh električne energije predane industriji daje mogućnost za ostvarenje bruto-produkta u industrijskoj proizvodnji u visini od 220—260 dinara, računajući po cijenama iz godine 1955.

Predaja električne energije industriji na području kotara Vinkovci (potrošačke grupe »opća velepotrošnja« i »motori i aparati«) iznosila je

	1955.	1956.	1957.
MWh	2.557	3.006	4.546

Velike oscilacije u investiranjima po pojedinim godinama u elektroenergetska postrojenja na navedenom području onemogućuju, da se pokuša izračunati pojedinačno po godinama efekt investiranja. Odraz investicionih ulaganja ne samo da ima određen vremenski pomak, nego i izvjestan momenat tromosti kao i određenu stalnost trenda. Zbog toga će investiciona ulaganja u 1955. i 1956. na području kotara Vinkovci biti sumirana i uspoređena s efektima postignutim u 1956. i 1957., također promatranim zajedno.

Povećanje predaje električne energije iz republičke mreže u 1956. i 1957. za potrebe industrijske proizvodnje iznosilo je 1.989 MWh. Valoriziranjem ove količine sa Din/kWh 252 (podatak za 1957.) dobivamo da je povećana predaja električne energije industriji omogućila, da se u njoj ostvari veći bruto-produkt za 501 10^6 Din.

Investiranje u elektroenergetska postrojenja (povećanje vrijednosti osnovnih sredstava distributivnog poduzeća) iznosilo je 1955. i 1956. godine 82.530 10^3 Din. Odavde rezultira, da je na području kotara Vinkovci investiranje od 1 milijun dinara u elektroenergetska postrojenja omogućilo povećanje bruto-produkta u industriji od 6.007 10^3 Din godišnje.

Kotar Našice

Ovaj kotar predstavlja poljoprivredno područje, koje do godine 1956., nije bilo priključeno na mrežu sistema. Postojala je lokalna centrala u Našicama (sagrađena 1914., sa snagom od 120 kVA, proizvela 239 MWh 1955., a 234 MWh 1956), te lokalna centrala u Orahovici (33 kW) i industrijska elektrana u Đurđenovcu (od 1891.). Tek kad je 29. XII. 1956. pušten u pogon 30 kV-ni prijenos Osijek—Našice, povezano je ovo područje na mrežu. Zbog toga će biti interesantno pratiti rezultate, koje je ovo povezivanje izazvalo.

Nažalost, u okviru elektroprivrede bilo je malo podataka za period prije uključivanja u sistem.

Industrijska proizvodnja u kotaru Našice ima malu ulogu u općoj privrednoj djelatnosti. Sa 7 industrijskih poduzeća i ukupnim bruto-produktom od 3.274 10^6 Din god. 1957. predstavlja nadopunu poljoprivredne proizvodnje.

Kretanje indeksa fizičkog obujma industrijske proizvodnje za navedeni period izgleda ovako (1955 = 100):

	1955.	1956.	1957.
Indeks fiz. obujma ind. proizv.	100	104,6	109,9

Kretanje bruto-produkta po godinama iznosilo je:

	1955.	1956.	1957.
Bruto-produkt 10^6 Din	2.279	2.605	3.274

Iz kretanja indeksa fizičkog obujma industrijske proizvodnje i iz veličine bruto-produkta po godinama vidljivo je, da povezivanje na jedinstveni energetski sistem nije u prvoj godini izazvalo znatnije povećanje fizičkog obujma industrijske proizvodnje.

Na području kotara Našice DIP Đurđenovac po svojoj veličini vrši osnovni utjecaj na pokazatelje industrijske proizvodnje. Preko 80 % ukupnog bruto-produkta industrije kotara ostvaruje se u DIP-u. A on ima vlastiti elektroenergetski izvor, pa je priključenjem na mrežu tek došlo do zamjena izvora energije. Tako je DIP

	1955.	1956.	1957.
proizveo MWh	3.445	3.754	3.021
potrošio MWh	3.445	3.754	4.506

Priključkom područja Našice na mrežu koncem 1956. DIP u 1957. smanjuje vlastitu proizvodnju električne energije, a dio potrebne energije povlači iz mreže sistema.

Istu pojavu imamo kod kudeljare u Črnkovcima.

Jednako je tako i kod industrije kamena i građevinskog materijala »Radlovac«.

Ovo su jedina 3 poduzeća sa znatnijim utroškom električne energije. Neznatne količine električne energije trošilo je još jedno poduzeće, dok preostala 3 poduzeća nisu uopće u svom proizvodnom procesu trošila električnu energiju. Ni u 1957. ta poduzeća nisu uvela električnu energiju u svoj proizvodni proces.

Uspoređujući industrijsku proizvodnju prva 3 i ostala 4 poduzeća dobivamo slijedeće odnose:

	1955.	1956.	1957.
Indeks ind. proizv. grupe A	100	108,7	118,1
Indeks ind. proizv. grupe B	100	91,5	87,9

Spomenutih 7 poduzeća kotara Našice utrošilo je raznih vrsta energije u razdoblju 1955.—1957.

Godina	Elektro-energija kWh	Koks tona	Kameni ugalj tona	Mrki ugalj tona	Lignit tona	Ogrjevno drvo pr. m.	Tekuće gorivo tona
1955.	3.493.027	22	—	1.754	4.264	7.873	40
1956.	4.073.000	85	—	2.166	7.573	7.782	32
1957.	4.929.000	41	—	2.001	9.567	7.304	24

Vidimo da potrošak elektroenergije i lignita pokazuje konstantan porast, potrošak ogrjevnog drveta i tekućih goriva konstantan pad, mrki ugljen uglavnom ostaje na istom nivou, dok utrošak koksa očito ovisi o drugim faktorima.

Pokazatelji privredne djelatnosti (samo industrija) na području kotara Našice:

	1955.	1956.	1957.
Indeks utroška el. energije	100	114	141
Indeks kretanja bruto-produkta	100	119	143
Broj radne snage	3.268	3.069	3.149
Utrošeno kWh po 1 uposl. radniku	1.069	1.327	1.565
Ostvaren bruto produkt po 1 uposl. rad. 10^3 Din/g.	697	849	1.039

Na osnovu gornjih pokazatelja logičan zaključak bio bi, da se industrija na području kotara Našice lijepo razvija. Međutim, kao što smo vidjeli, radi se o jednom krupnom poduzeću koje je u maloj masi, pa je čitavoj masi dalo obilježje.

Iz iznijetog zapažamo: Na industrijski nerazvijenom području, sa niskim stupnjem mehanizacije i upotrebe električne energije u proizvodnom procesu (izuzev DIP), priključkom na sistemsku mrežu možemo uočiti

a) poduzeća bez upotrebe električne energije u svom proizvodnom procesu ostaju u prvoj godini nakon priključenja na istom stadiju, t. j. ne uvode električnu energiju u privredni proces;

b) poduzeća sa niskim utroškom električne energije u prvoj godini ne pokazuju bitno povećanje utroška;

c) poduzeća sa vlastitim elektroenergetskim izvorima i relativno visokim potroškom, prelaze dosta naglo na preuzimanje električne energije. Kod ovih se najjače osjeća impuls, dobiven elektrifikacijom i ta poduzeća postižu u odnosu na raniji period, vidne rezultate.

ZAKLJUČAK

Izneseni podaci pokazuju koneksitet između dobave električne energije i povećanja bruto-produkta kao i narodnog dohotka promatranih područja Hrvatske.

Ovi rezultati su neočekivani uzme li se u obzir, da oni potječu sa malih područja i da je razmatranje moralo biti svedeno na razdoblje od 2 do 3 godine.

Iz prikaza o našim poljoprivrednim područjima su istodobno vidljive teškoće, da bi se već danas mogao vrijednosno pokazati upliv dobave energije na razvoj poljoprivrednih područja. Značajno je pri tomu, kako reagiraju industrijska poduzeća tih područja, nakon što ono bude uključeno u sistem; jači impuls se pokazuje tek kod poduzeća sa visokim potroškom.

Budući da smo radi analiziranja koneksiteta često bili upućivani na rezultate ispitivanja sa privrednih područja drugih zemalja, to će ova analiza moći korisno poslužiti kao prilog daljnjem i potpunijem razmatranju ovog pitanja kao i stvaranju čvršćih zaključaka za privredne odnose u Jugoslaviji.

Naslov pisca: Dipl. ec. Željko Vodopija, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37

O REDUKCIJAMA OVE JESENI

Milan Šodan, Zagreb

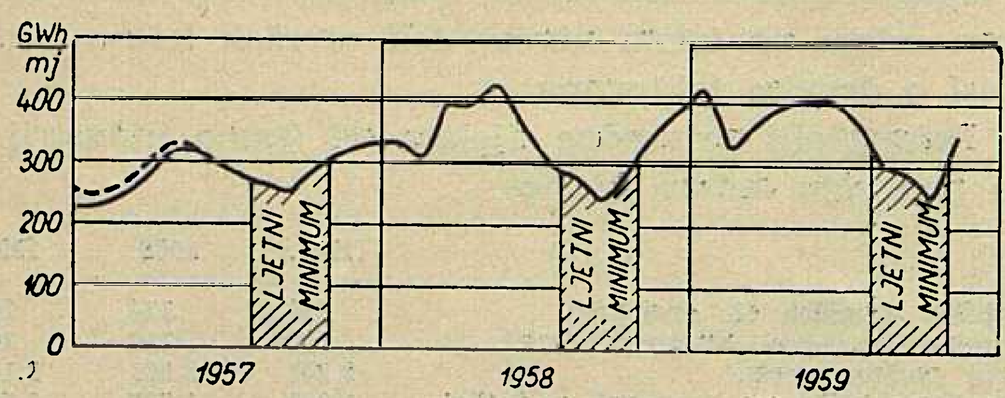
Opisuju se smanjene mogućnosti proizvodnje električne energije u elektroenergetskim sistemima Bosne i Hercegovine, Hrvatske i Slovenije zbog izostanka kiša u jesen 1959. i njegov utjecaj na potrošak, a naročito na rad nekih velikih industrijskih potrošača.

DK 621.311.004

Ove jeseni smo opet imali poteškoća u opskrbi električnom energijom. Ponovo je obustavljen rad tvornica, iskapčane cijele gradske četvrti i ponovo su ljudi počeli sumnjati u sigurnost opskrbe električnom energijom.

U Jugoslaviji se podmiruje oko 60 % ukupnih potreba na električnoj energiji iz hidroelektrana. Veći dio hidroelektrana je protočnog tipa, t. j. nemaju mogućnost da akumuliraju vodu u vlažnim periodima, da bi je trošili u sušnijim. Varijacije raspoložive vode, a time i raspoložive hidroenergije, su veoma velike.

Na sl. 1 prikazana je proizvodnja udruženih hidroelektrana po mjesecima za posljednje tri godine. Redovito se godišnje javljaju dva minimuma i to zimski i ljetni. Zimski minimum je znatno blaži i traje redovito tokom februara. Ljetni minimum je daleko izrazitiji, a osim toga traje redovito nekoliko mjeseci. Najgora situacija nastupa kad se ljetni minimum protegne i na oktobar, kad potrošnja počne naglo rasti, a mogućnosti proizvodnje hidroelektrana i dalje opadaju. Ovakav slučaj je bio i ove godine.



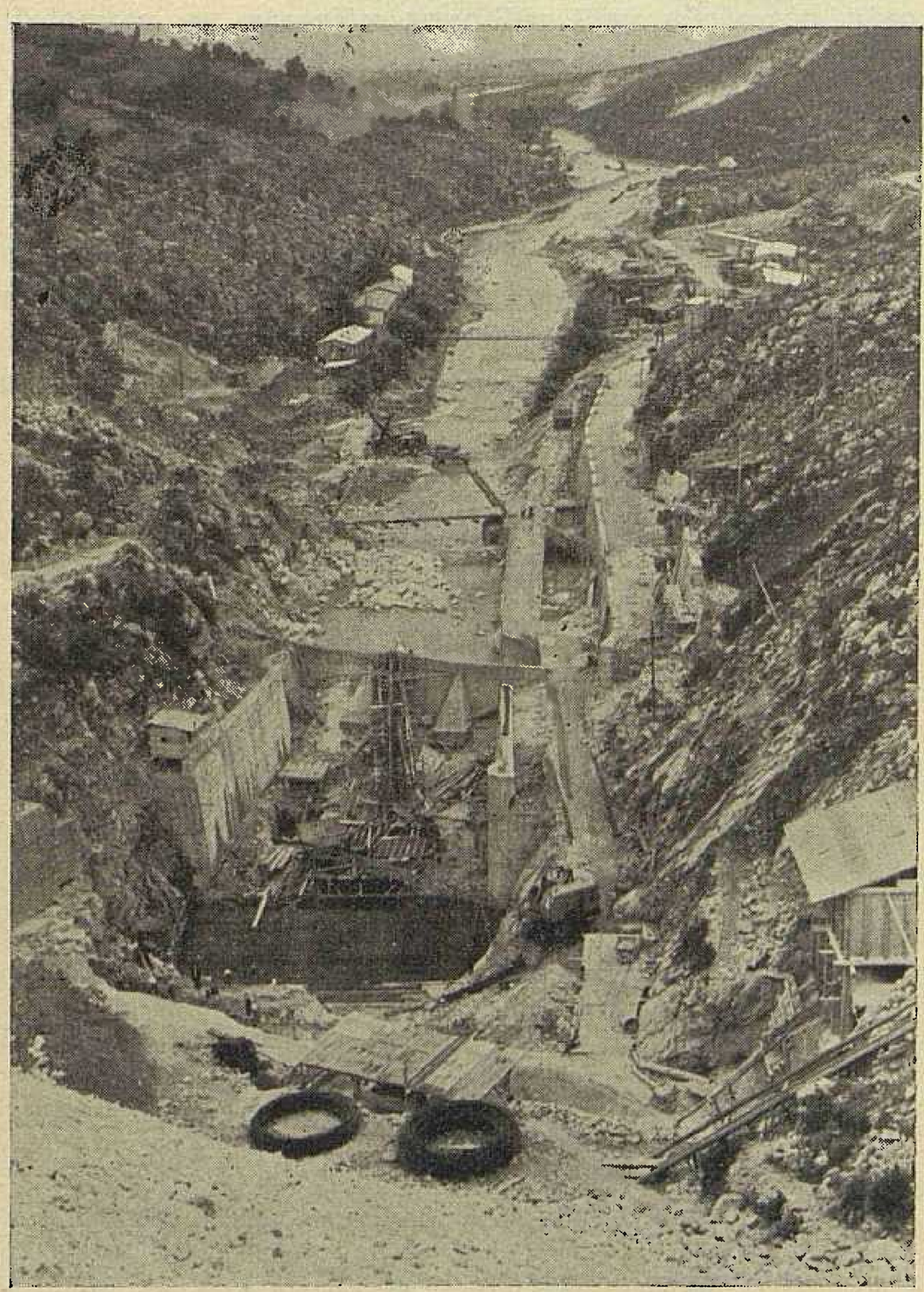
Sl. 1. Proizvodnja udruženih hidroelektrana u Jugoslaviji po mjesecima

Treba napomenuti da sl. 1 prikazuje ostvarene vrijednosti dok su raspoložive količine bile nešto drukčije, jer u vlažnim mjesecima postoje preljevi, pa su varijacije još i veće. U 1957. proizvodnja hidroelektrana je bila nešto manja u zimskim mjesecima, nego u najsušnijim ljetnim mjesecima. Uzrok je tome što je ljeto 1957. bilo veoma vlažno i dotoci su cijele godine bili dosta ujednačeni. I iz slike se to da zaključiti, jer je, na pr., proizvodnja u najsušnijem ljetnom mjesecu godine 1957. bila veća nego u odgovarajućem mjesecu 1958. ili 1959., mada je u ovim posljednjim godinama bilo i novih hidroelektrana u pogonu. Osim toga u zimi 1957. nije još postojala visokonaponska veza Jajce—Resnik između centralnog i zapadnog dijela Jugoslavije, pa je u zimskim mjesecima bilo znatnih preljeva u centralnom dijelu, koji nisu mogli biti iskorišteni. Približan iznos raspoložive energije u tom periodu prikazan je u dijagramu crtkano.

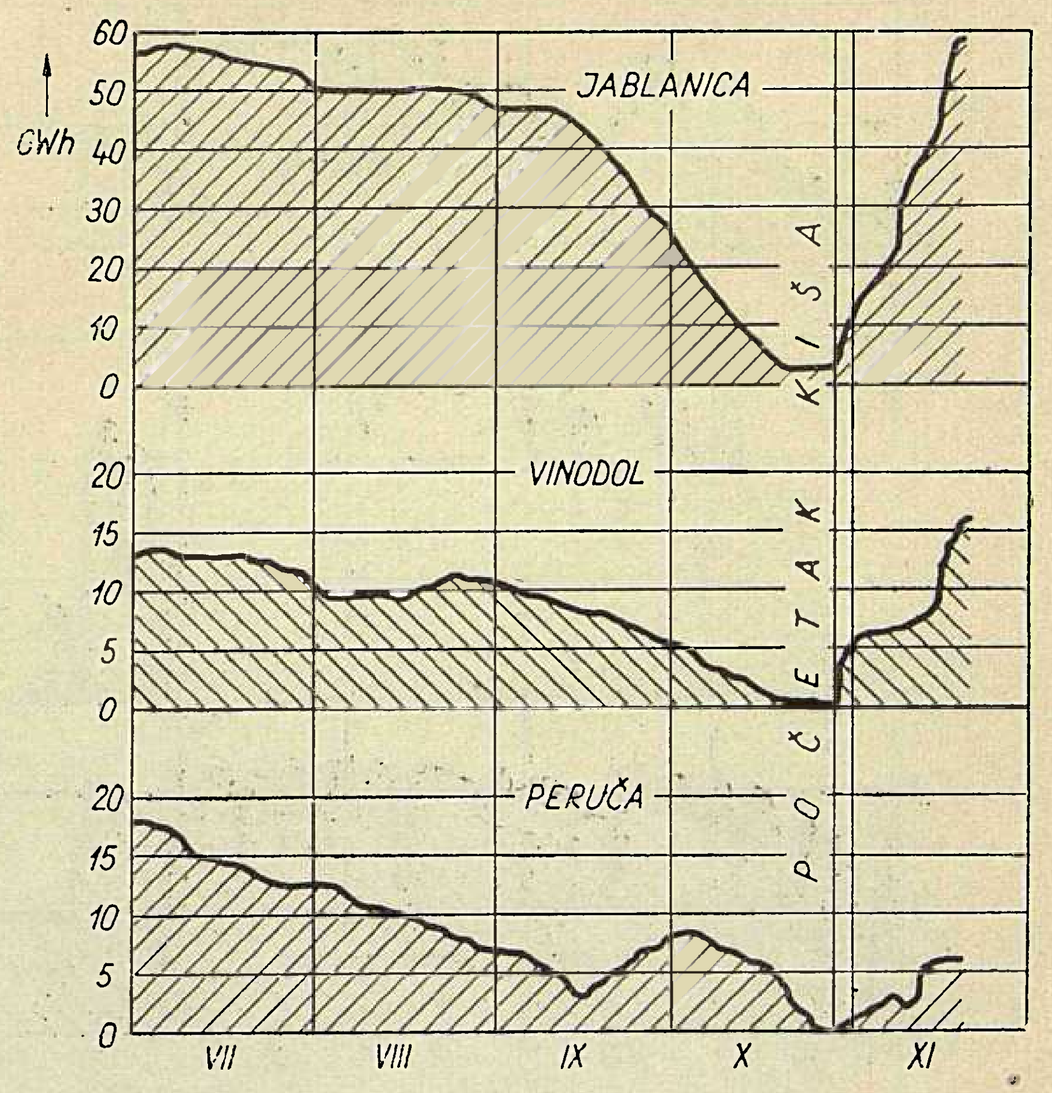
Što se tiče potrošnje ona ne oscilira znatnije, izuzevši što u VII. i VIII. mjesecu dolazi do izvjesnog

smanjenja radi perioda godišnjih odmora. Inače potrošnja ima stalnu tendenciju porasta iz mjeseca u mjesec. Osim toga u tim mjesecima se obustavlja rad nekih tvornica, koje troše velike količine električne energije, kao tvornice karbida, ferolegura i sl. To su planske obustave i s njima te tvornice računaju i koriste ih za remont svojih postrojenja. Ove obustave traju redovito do jesenjih kiša. Međutim sve tvornice ovog karaktera ne obustavljaju svoj rad u ljetnim mjesecima. (Pod ljetnim mjesecima se razumijeva i dio jeseni do početka kiša). Tako u zapadnom dijelu Jugoslavije ovakvi potrošači obustavljaju svoj rad u zimskim mjesecima, prilagođujući se režimu vodostaja rijeke Drave. Sve je to u skladu sa odredbama Uredbe o tarifama električne energije, koja predviđa nižu sezonsku cijenu za specijalne potrošače zapadnog dijela Jugoslavije u ljetnim mjesecima od 1. aprila do 31. septembra. Ovo međutim ne odgovara mogućnostima proizvodnje električne energije kod nas, i to je nasljeđe nekadašnje izoliranosti pojedinih elektroenergetskih sistema od prije 2—3 godine. U daljnjim izlaganjima će se vidjeti da je eventualno i ovo imalo svojih posljedica na tok ovogodišnjih redukcija.

Uvijek je lako kritički govoriti o minulim događajima, ali je teško, i u isto vrijeme vrlo važno, što točnije predvidjeti događaje i onda na vrijeme poduzeti odgovarajuće mjere. Ovdje se stoga ne će ništa ni preporučivati ni ocjenjivati, već pokušati analizirati neke događaje i izvršiti usporedbe. Smatrat će se uspjehom, ako ovo posluži kao korisna dokumentacija



Pogled s brane Peruča nizvodno. Gradnja temelja HE u lipnju 1959.



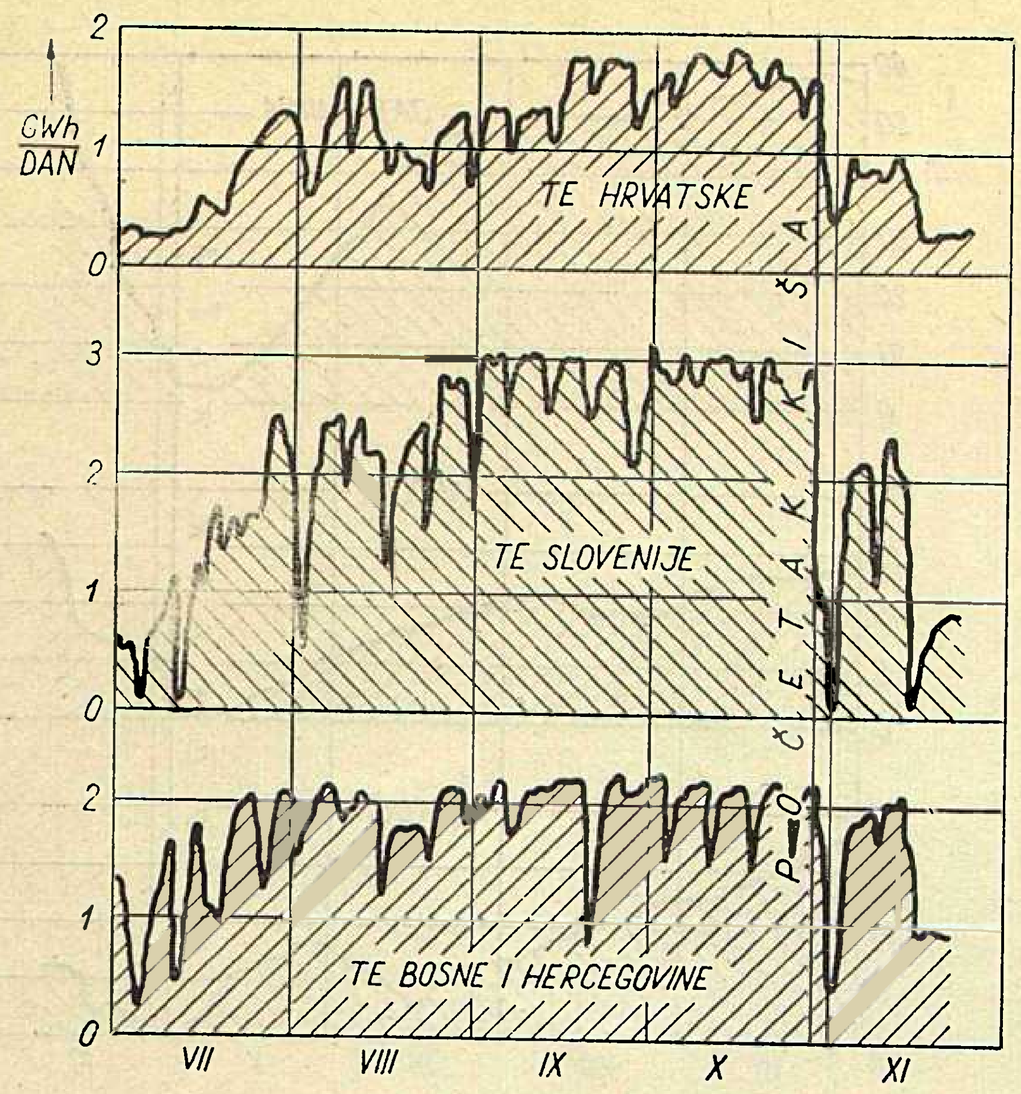
Sl. 2. Stanja akumulacija

bilo kome pri poduzimanju mjera za budućnost. Osim toga neka ovi podaci posluže informativno i čitaocima koji s njima nisu svakodnevno u toku.

U dijagramima na sl. 2 prikazana su stanja akumulacija za protekli period od 1. VII. do 20. X. 1959. Prikazane su akumulacije Jablanice, Vinodola i Peruče. Bazen Peruče je ove godine samo djelomično korišten za akumulaciju vode u korist HE Kraljevac, jer su se na samoj brani izvodili još neki važniji radovi.

Za akumulaciju Jablanice može se reći da je u prvom periodu do 10. IX. samo neznatno pražnjena. Iza toga slijedi znatno brže pražnjenje i 18. X. ona je praktički prazna. Preostala 2—3 GWh čuvana su kao krajnja rezerva za svaki slučaj. Osam dana nakon toga počinju kiše (28. X.) i akumulacija se naglo puni. Punjenje je praktički završeno 19. XI. t. j. za cca 20 dana. (Mogućnost akumulacije je 59 GWh). Punjenje Jablanice je forsirano pod dojmom minule krize, t. j zbog opreza od prestanka kiša. Ovako brzo punjenje bilo je moguće jer je akumulacija Jablanice ipak relativno malena i iznosi samo 10 % godišnje proizvodnje ove elektrane. Kiše koje su padale bile su dobre, ali ne i preobilne, pa je brzina punjenja podržavana istovremenim punim pogonom TE Kakanj. Momentano na Jablanici imamo preljev.

Akumulacija Vinodola je relativno veća i iznosi cca 40 % godišnje proizvodnje elektrane, a u apsolutnom iznosu akumulacija sadrži 45 GWh. Zbog toga je punjenje ove akumulacije znatno sporije. Ova godina je za Vinodol sušna (proizvodnja će biti ispod 120 GWh) pa je i akumulacija na početku ljeta bila relativno niska t. j. oko 13 GWh. Potkraj VII. mjeseca došlo je do manjeg pražnjenja zbog raznih prijelaznih stanja pa je HE Vinodol, kao elektrana koja je regulirala frekvenciju, pokrila sve neizbalanciranosti jugoslavenskog sistema. Osim toga trebalo je potpuno isprazniti donju malu akumulaciju Bajer, jer je 1. VIII. elektrana išla u remont. Nakon izlaska iz remonta potkraj VIII. mjeseca Vinodol je redovito da-



Sl. 3. Proizvodnja termoelektrana pojedinih Zajednica

nju regulirao frekvenciju i nadoknađivao sva odstupanja u dnevnim voznim redovima svih Zajednica, a što je imalo za posljedicu dosta brzo pražnjenje akumulacije. Treba napomenuti da je već tada dolazilo do manjkova na energiji u jugoslavenskom sistemu pa su se često u naoko izbalanciranim voznim redovima krili izvjesni manjkovi.

Ovo je bilo moguće riješiti i spriječiti prebrzo pražnjenje samo na jugoslavenskom planu. Nakon kiša punjenje brzo napreduje, jer se gotovo sva voda spremala u akumulaciju.

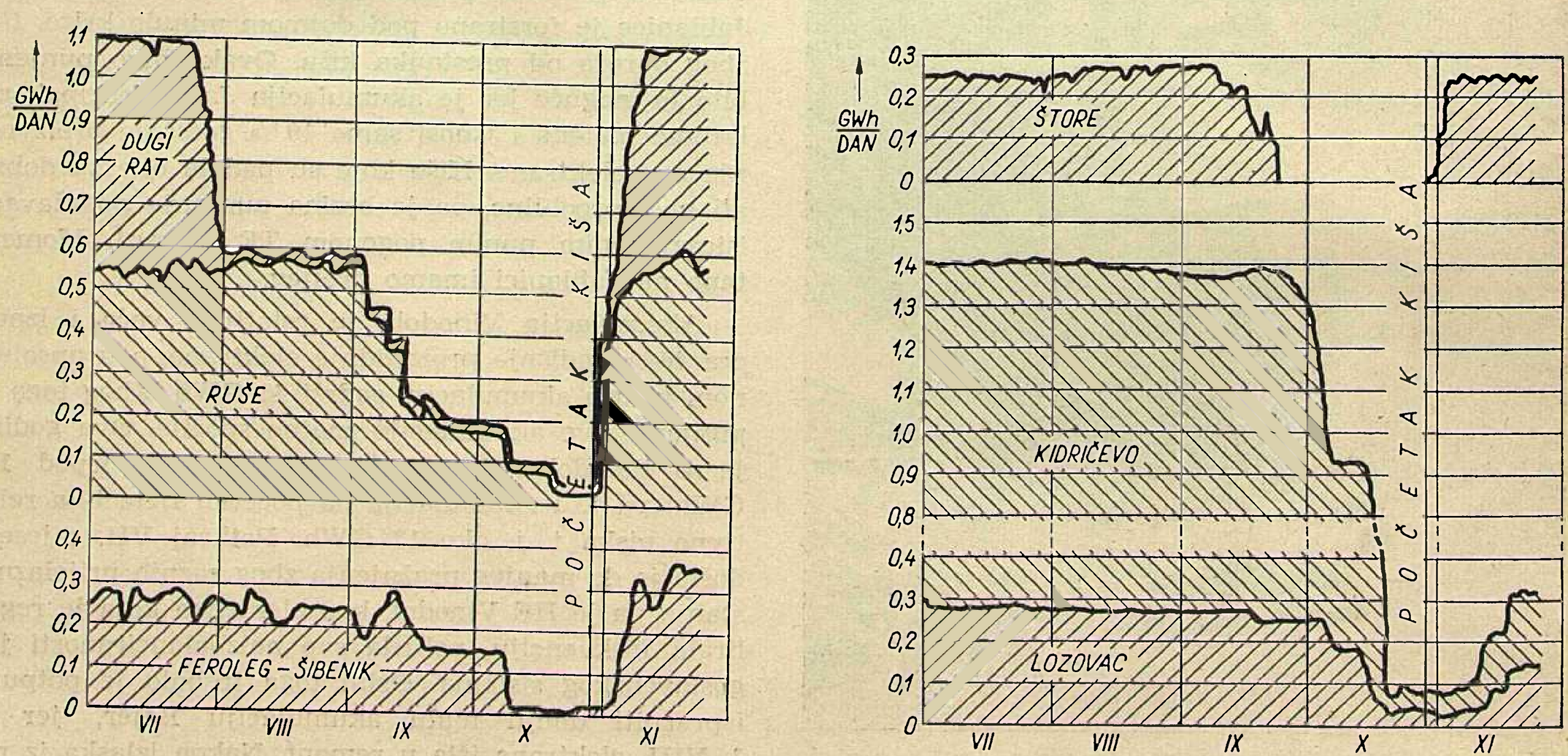
Kako je već rečeno, akumulacija Peruča je samo djelomično korištena radi radova na objektu. Tako je bilo nekoliko pražnjenja i punjenja, na čijim je terminima inzistirao investitor, a oni se nisu uvijek najbolje poklapali s energetskim potrebama. Ipak, naročito u prvoj polovini prikazanog perioda, akumulacija Peruča je dala prilične koristi, jer je omogućila čuvanje ostalih akumulacija. Najneugodnije je to što iza kiša nije bilo moguće znatnije puniti akumulaciju, pa su velike količine vode otišle beskorisno. Razlog tome je što se radi na torkretiranju dovodnog tunela, pa bi znatnije punjenje onemogućilo radove uslijed propuštanja vode u tunel na dionici ispred injekcione zavjesne brane. Predviđa se završetak neophodnog dijela radova do 1. XII. 1959., pa će iza toga akumulacija biti sposobna za potpuno korištenje.

Na sl. 3. prikazani su dijagrami dnevnih proizvodnji termoelektrana pojedinih Zajednica. Od 1. IX. gotovo sve termoelektrane rade s maksimalnom snagom kroz čitav dan, jedino noću najskuplje termoelektrane smanjuju proizvodnju radi nemogućnosti plasmana energije u noćnim satima. Međutim već 15. IX. sve, pa i najskuplje termoelektrane, su konstantno u pogonu. Povremeno dolazi do smanjenja proizvodnje termoelektrana pojedinih Zajednica radi kvarova na postrojenjima. Smanjenja proizvodnje nedjeljom razumljiva su radi niskog opterećenja sistema.

Iza 28. X., t. j. nakon kiša, proizvodnja termoelektrana u svim Zajednicama naglo je opala, najprije za 40 %, a onda za 70 % od maksimalnih mogućnosti. Gotovo sve starije i skuplje termoelektrane su zaustavljene, a i dobar dio novih. U nastupajućem periodu svakako će jedan dio ponovo ući u pogon.

Na sl. 4. prikazano je kretanje dnevnih potrošnji nekih specijalnih potrošača. Važno je analizirati rad ovih potrošača radi njihovog utjecaja na ravnotežu između proizvodnje i potrošnje električne energije.

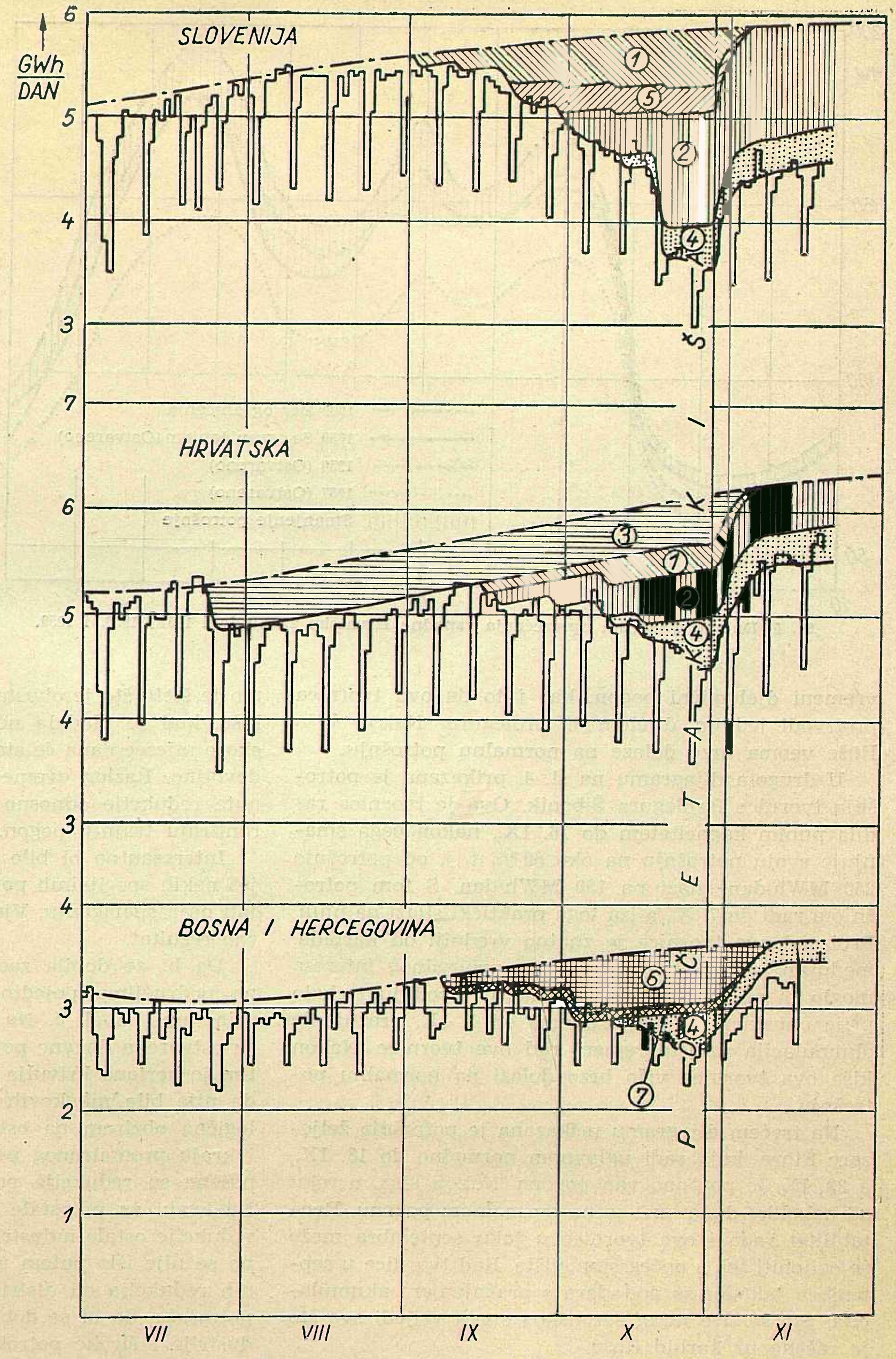
Na prvom dijagramu prikazana je potrošnja tvornica karbida i to u Rušama i u Dugom Ratu. Tvornica u Dugom Ratu obustavila je proizvodnju oko 25. VII. Izlaženje iz pogona trajalo je cca 3 dana. Dnevna potrošnja smanjena je od cca 450 MWh/dan na samih 20—30 MWh/dan za potrebe pomoćnih pogona i remontnih radova. Ova je obustava bila planski



Sl. 4. Potrošnja nekih specijalnih potrošača

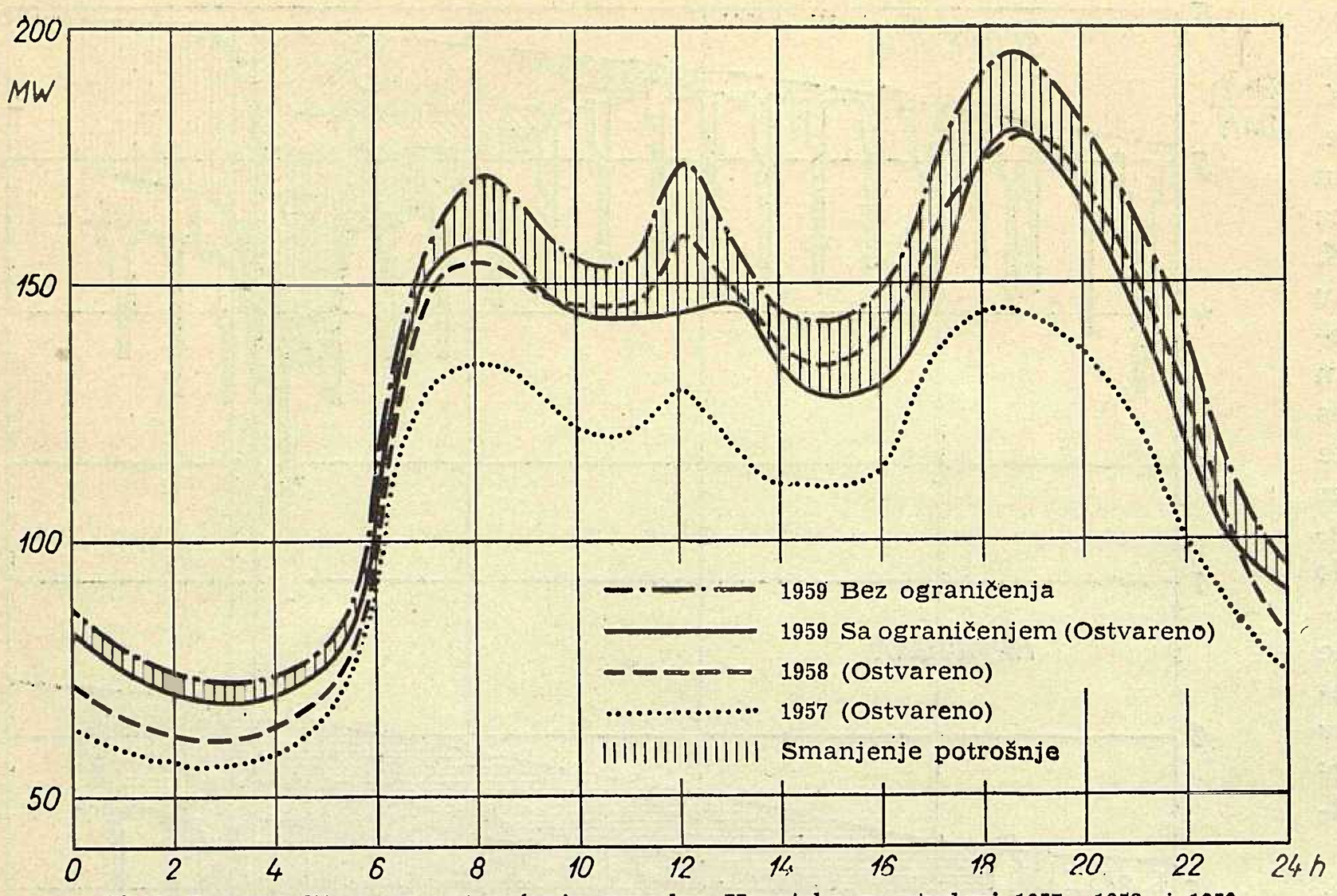
predviđena s tim da, također po planu, tvornica ponovo uđe u pogon 15. X. kad su se očekivale kiše. Kako kiše nisu nastupile u predviđenom roku, tvornica je ušla u pogon tek 31. X. i u roku od 5 dana bila u punom pogonu. Dakle pogon ove tvornice nije bio u koliziji s mogućnostima elektroprivrede. Jer dok je ona radila, akumulacije se nisu praznile, izuzevši Peruču čije je pražnjenje bilo u skladu s potrebama investitora, a termoelektrane nisu bile potpuno iskorištene. U ovom periodu, izuzev oktobra, ova tvornica karbida plaća višu sezonsku cijenu.

Drukčija je situacija kod tvornice u Rušama. Ona je radila punim kapacitetom do početka septembra i za taj period se može također reći da nije bilo znatnijih pražnjenja akumulacija i da su termoelektrane tek dolazile na maksimum. U septembru tvornica smanjuje potrošnju električne energije, ali je to smanjenje, kako se vidi iz dijagrama, postepeno i dosta sporo i završava tek oko 20. X. Usporedbom ovog dijagrama s onima na sl. 3, vidi se, da je ova tvornica bila djelomično u pogonu kad su se akumulacije praznile i vršile redukcije kod potrošača koji daju znatno veći nacionalni dohodak po utrošenom kWh. Ova obustava nije bila planski predviđena. Tvornica je planirala svoj neprekidan rad u ovom periodu, jer za nju tarife predviđaju nižu sezonsku cijenu sve do 30. IX.



Sl. 5. Kretanje potrošnje i redukcija
1 – karbid, *2* – aluminij, *3* – ferolegure, *4* – industrijska i široka potrošnja, *5* – Store, *6* – Ilijaš, *7* – Elektrobosna

i jer je elektroprivreda također planirala njen rad u tom periodu. Jasno da u takvoj situaciji tvornici nije odgovaralo da ide van pogona. Prilikom izrade plana elektroprivrede za god. 1959. bilo je postavljeno da specijalni potrošači zapadnog dijela idu u plansku obustavu i remont u septembru i oktobru, kao i slični potrošači u ostalom dijelu Jugoslavije, obzirom na to što će u zimskim mjesecima biti dovoljno energije. Napokon je ipak prevladalo mišljenje da se ostane pri starom uz obrazloženje da iz zapada ne će biti moguće prenositi energiju radi grla u prijenosu između Slovenije i Hrvatske, što je kasnije stvarnost demantirala, jer je prijenos bio relativno nizak. Uostalom to je u principu normalno u sušnim periodima. Slično je bilo s pretpostavkom o prijenosu iz Zagreba u Jajce, jer je u cijelom septembru iz Resnika u Jajce išlo oko 1,4 GWh, a u oktobru do kiša 4,5 GWh. Napokon radi potpune slike o radu tvornice Ruše treba napomenuti da je remont obavljen od oko 18. II. — 10. III. i to sukcesivno na pojedinim pećima uz isto-



Sl. 6. Dnevni dijagram opterećenja zapadne Hrvatske za studeni 1957., 1958. i 1959.

vremeni djelomični pogon, kao i to da ova tvornica proizvodi jednim dijelom i ferolegure. Nakon kiša Ruše veoma brzo dolaze na normalnu potrošnju.

U drugom dijagramu na sl. 4. prikazana je potrošnja tvornice ferolegura Šibenik. Ova je tvornica radila punim kapacitetom do 16. IX., nakon čega smanjuje svoju potrošnju na oko 60 %, t. j. od potrošnje 250 MWh/dan silazi na 150 MWh/dan. S tom potrošnjom radi do 7. X., a iza toga praktički silazi na nulu. Proizvod ove tvornice je znatno vredniji od karbida, međutim tek sa stanovišta općeg privrednog interesa moglo bi se reći da li je njenu proizvodnju trebalo prije obustaviti. I ovdje imamo od 1. IX. pražnjenje akumulacija uz istovremeni rad ove tvornice. Nakon kiša ova tvornica vrlo brzo dolazi na normalnu potrošnju.

Na trećem dijagramu prikazana je potrošnja željezare Štore, koja radi uglavnom normalno do 13. IX., a 23. IX. je potpuno van pogona. Nakon kiša, u roku od nekoliko dana opet je na normalnom pogonu. Rentabilitet rada i ove tvornice u toku septembra može se ocijeniti tek s općeg stanovišta. Rad tvornice u septembru također se podudara s pražnjenjem akumulacija. Što se tiče nižeg sezonskog stava vrijedi sve što je rečeno uz karbid Ruše.

Napokon na četvrtom dijagramu prikazane su potrošnje tvornica aluminija Lozovac i Kidričevo. Lozovac radi normalno do 18. IX. i tada smanjuje potrošnju za cca 20 %, iza 7. X. smanjuje potrošnju za 40 %, a 17. X. praktički ne uzima ništa iz mreže. Iza kiša sporo se oporavlja i nakon 20 dana dosiže tek 50 % normalne potrošnje.

Slična je situacija sa aluminijem Kidričevo. U normalnom je pogonu do pred konac IX. mjeseca. Početkom X. mjeseca postepeno smanjuje potrošnju tako da 8. X. troši oko 70 % svojih potreba. Oko 17. X. naglo smanjuje potrošnju i 19. X. potpuno je van pogona. Iza kiša jako sporo se oporavlja i nakon 20 dana dostiže tek 17 % od normalne potrošnje.

Kako se vidi tvornice aluminija su dosta kasno obustavile rad t. j. samo desetak dana pred kišu. Da li je to bilo prekasno? Ovdje se ne predviđa davanje odgovora, jer je to isto tako moguće reći samo s općeg stanovišta. U raznim zemljama tvornice aluminija rade različito. Tako ih neke zemlje uopće ne obustavljaju (jer imaju dovoljno energije); to radimo i mi kad imamo energije. U drugim opet zemljama tvornice aluminija obustavljaju svoj rad po nekoliko mjeseci. Mi smo ove godine obustavili proizvodnju aluminija na jedan mjesec ili nešto više, samo je šteta što je obustavljena tek desetak dana prije kiša, kad je vladala nestašica električne energije, a skoro mjesec dana će stajati iza kiša kad energije ima dovoljno. Razlog ovome je što još nisu potpuno skinute redukcije odnosno tvornicama dispečeri ne garantiraju trajniji pogon.

Interesantno bi bilo na sličan način prikazati rad još nekih specijalnih potrošača, ali ti podaci nisu stajali na raspolaganju. Vjerojatno je, da bi se dobio sličan rezultat.

Da bi se dobila zaokružena slika o redukcijama na područjima pojedinih Zajednica, napravljeni su dijagrami na sl. 5. Na ovim dijagramima prikazane su ostvarene dnevne potrošnje za protekli period. Zatim je ucrtana krivulja vjerojatne potrošnje za slučaj da nije bilo nikakovih redukcija, a proizašla je kao logična obzirom na ostvarenu potrošnju na početku i kraju promatranog perioda. Ispod ove krivulje nanesene su redukcije pojedinih specijalnih potrošača. Na kraju su preostale vrijednosti koje predstavljaju redukcije ostale industrije i široke potrošnje. Namjerno se nije išlo putem unošenja u dijagram prijavljenih redukcija od distributivnih poduzeća i pojedinih potrošača, da bi se dobili rezultati o redukcijama industrije i široke potrošnje i ovim drugim putem. Iz dobivenih rezultata proizlazi da su količinski te redukcije bile dosta malene u odnosu na ukupnu energiju, kao i u odnosu na potrošnju specijalnih potrošača. A baš ove redukcije su bile one, koje su najneugodnije djelovale i koje su izazvale najviše nervoze. Kako su redukcije ostale industrije i široke potrošnje vršene u dnevnim satima (6—22), neki potrošači su dio reduciranih potreba nadoknađivali u noćnim satima, pa to treba uvažiti kod korekcije rezultata. Svakako da je bilo još redukcija ostale industrije i široke potrošnje i prije 10. X., ali u iznosima koji se nisu mogli registrirati u prikazanim dijagramima. Planimetriranjem odgovarajućih površina (u dijagramima označene točkicama) do momenta početka kiša, izlazi

da je široka potrošnja i ostala industrija u razmatrane tri Zajednice reducirana za 13 GWh odnosno 15 GWh uz uvažavanje povećanja noćne potrošnje. Dakle količine energije su relativno male i jednake su na pr. potrošnji jedne naše tvornice karbida kroz 40 dana računajući samo dnevne sate (6—22) ili potrošnji tvornica aluminija kroz 15 dana također u dnevnim satima.

U dijagramima su prikazane redukcije široke potrošnje i nakon početka kiša (redukcije za industriju su ukinute), a to su iznosi koji odgovaraju smanjenju potrošnje kućanstva i društvenih i poslovnih prostorija, uslijed stupanja na snagu Naredbe SIV-a o ograničenju potrošnje električne energije. Na temelju ovih dijagrama ocijenjeno je da se to smanjenje kreće oko 0,9 GWh/dan za razmatrane tri Zajednice. Vjerojatno je da točnija analiza ne bi bitno promijenila zaključke iz dijagrama. Uostalom za Zajednicu Hrvatske napravljena je dovoljno detaljna analiza, pa se analogijom može utvrditi da dobiveni rezultati za druge Zajednice približno odgovaraju stvarnosti.

Na temelju raspoloživih rezultata već se mogu napraviti izvjesni zaključci u pogledu promjene dnevnog dijagrama opterećenja uslijed mjera za ograničenje potrošnje električne energije u kućanstvima i poslovnim i društvenim prostorijama. Na sl. 6 prikazan je dnevni karakteristični dijagram u novembru za zapadnu Hrvatsku.

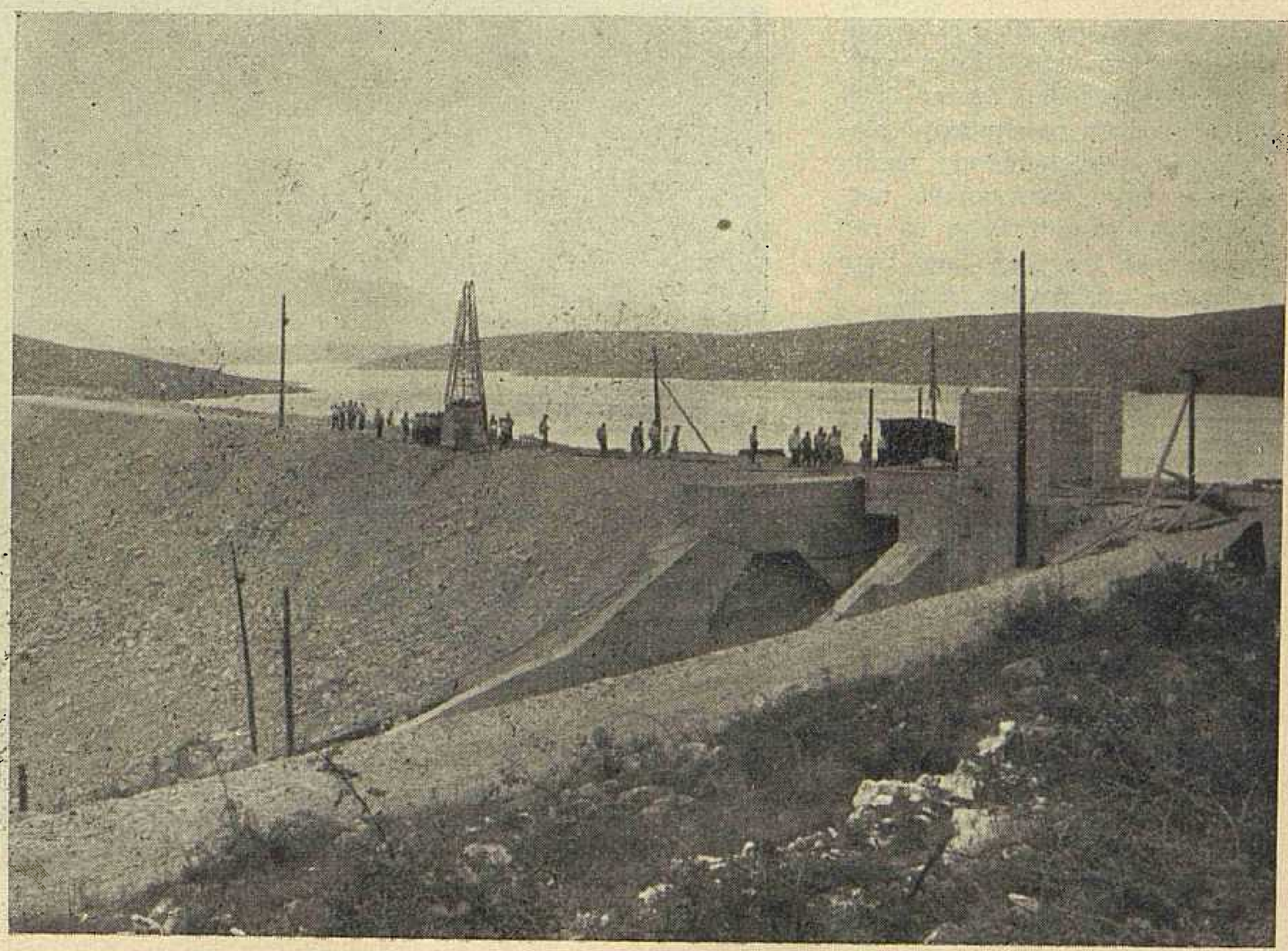
Prikazan je ostvareni dijagram za novembar 1957. i 1958. te također ostvareni dijagram za novembar 1959., ali koji sadrži u sebi posljedice ograničenja potrošnje. Osim toga rekonstruiran je dijagram za novembar 1959. kakav bi on bio (analogijom prema prošlim godinama) da nisu nastupila ograničenja potrošnje. Iz dijagrama se vidi, da je do smanjenja došlo većim dijelom u jutarnjim i poslijepodnevnim satima, dok je smanjenje u večernjim satima karakteristično sužavanjem večernjeg vrha i njegovim relativno manjim smanjenjem. Smanjenje potrošnje u noćnim satima je neznatno.

Na kraju ipak se nameće općeniti zaključak t. j., da će za iduće ljeto trebati izvršiti veće pripreme i održati inicijativu stalno i čvrsto u rukama, jer će iduće ljeto, uz ovogodišnje hidrološke prilike, biti znatno teže u pogledu opskrbe električnom energijom.

Obrada podataka samo triju Zajednica (Slovenije, Hrvatske i Bosne i Hercegovine) uslijedila je s razloga, što se svi podaci ovih Zajednica svakodnevno međusobno izmjenjuju. Htjelo se je obuhvatiti i Zajednicu Srbije, što bi ukupno predstavljalo 90 % konzuma Jugoslavije, međutim potrebni podaci nisu na vrijeme dobiveni, a zbog aktuelnosti teme nije se smatralo korisnim čekati. Ovaj članak bi u tom slučaju nešto drukčije izgledao, t. j. promatrala bi se ukupno cijela Jugoslavija, ali nadam se da će i ovakav prikaz moći korisno poslužiti.

Na kraju treba istaći da su svi podaci uzeti iz dispečerske dnevne dokumentacije, koja se temelji na podacima dobivenim putem telefona pa neka čitaoci s nešto egzaktnijim podacima uzmu to u obzir.

Naslov pisca: Ing. Milan Šodan, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37



Brana Peruča. Pogled sa strane uzvodno u lipnju 1959.

Posjet francuskoj elektroprivredi

Miloš Damjanić, Zagreb

Posjet francuskoj elektroprivredi organizirala je Zajednica jugoslavenske elektroprivrede. Put je trajao 23 dana t. j. od 27. V. do 19. VI. 1959. a učesnici ekskurzije bili su glavni direktori republičkih zajednica.

Zadatak delegacije bio je: da se upozna s organizacijom uprave francuske elektroprivrede; da obiđe neka poduzeća i gradilišta i regione, te da se upozna s radom tih organizacija; da pogleda veća industrijska poduzeća za proizvodnju elektrotehničke, hidrotehničke i termotehničke opreme, kao i elektromaterijala i da pregleda izložbu elektromaterijala i opreme (ELECTRAMA).

U ovom prikazu, osvrnut ću se ukratko na one momente koji su interesantni za naše prilike.

Kako je poznato, organizacija francuske elektroprivrede, postavljena je u centralizirano poduzeće ELECTRICITE DE FRANCE (EDF) sa sjedištem u Parizu, koja vodi osnovnu politiku razvoja elektroprivrede Francuske i upravlja proizvodnjom, prijenosom i prodajom električne energije. E.d.F. obavlja svoj posao putem 8 regiona za proizvodnju, prijenos i određeni broj regiona za distribuciju i djelatnost izgradnje. Svaki region za proizvodnju i prijenos, a tako i za distribuciju, sastavlja svoj godišnji plan troškova, koji odobrava E.d.F. Razliku – pozitivnu ili negativnu – između regiona, izravnava E.d.F. Svaki region ima svoj dispečerski centar, Dispečerski centar u Parizu vodi kontrolu rada dispečerskih centara regiona putem kumulativnih mjerenja vrijednosti proizvodnje, tokova energije i držanja napona. Glavni dispečerski centar intervenira u slučajevima, kad se u regionima mora odstupati od postavljenog plana za godinu, tromjesečje, tjedan ili određeni dan. Svaki regionalni dispečerski centar ima za svoje prilike elektronski stroj za izračunavanje najpovoljnijeg rješenja kod ispada nekog postrojenja, to isto ima i centralni dispečerski centar koji u slučajevima poremećaja plana, preko elektronskog stroja dobiva novu ekonomski najpovoljniju kombinaciju za rad postrojenja i nakon toga daje naloge rajonskim centrima.

Glavne veze su im poštanske, zatim VF, a UKV veze koriste samo kod rada na linijama.

Remonti izuzev nepredviđenih kvarova, usklađuju se po jednom ustaljenom planu.

Interesantno je to, da veće remonte izvode uz pomoć poduzeća – isporučioca opreme.

Nismo imali mogućnosti ulaziti u analizu troškova, ali se može reći po onome što smo vidjeli, da imaju relativno niske troškove proizvodnje, što proizlazi iz visokog stepena iskorištenja jednog dijela postrojenja TE, koje rade godišnje i do 7.500 h, zatim visoko vrijedni ugljen, velike jedinice i viši stepen automatizacije za posluživanje strojeva, kotlova i električnih postrojenja, što im utječe povoljno na trošak, a što pokazuje na pr. karakteristika za TE CREIL:

Elektrana obuhvaća 4 grupe od 115/125 MW, svaka grupa dobiva paru iz kotla od 360/400 t/h.

Para	tlak kotlova 107,8 kg/cm²
	tlak na ulazu u turb. = 89 kg/cm² 540 °C
Kotlovi	stepen iskoristivosti kod ekonomskog opterećenja 89 %
Turbogeneratori	3 dijela 3000 okr/min – 7 oduzimanja, generator hlađen vodikom
	garantirani potrošak kod 115 MW 2003 kcal/kWh.

E.d.F. suglasno s Ministarstvom trgovine, vodi tarifnu politiku i propisuje tarife. Cijene električne energije su ekonomske i različite, prema izazvanim troškovima od samog potrošača ili grupe potrošača na jednom području.

E.d.F. ima u svom sastavu, odnosno u regionima za izgradnju, projektantske organizacije putem kojih priprema dokumentaciju za gradnju objekata. Izbor objekata vrši se na osnovu ekonomske analize, t. j. uzima se u prvi plan objekat

Sl. 1. Brana Tignes

koji daje najpovoljnije ekonomske rezultate. Kod izbora objekata važno je spomenuti da igra ulogu i to da se nastoji izbjeći prijenos energije svagdje gdje je to moguće ekonomski postići. Naime predstavnici francuske elektroprivrede tvrde da je njihova intencija da imaju što manje prijenosa. U programu izgradnje objekata u Francuskoj, naročito se ističe plan gradnje atomskih centrala. Mišljenje je francuskih stručnjaka da nije baš jako daleko vrijeme kad će se moći dobiti proizvodnja u atomskim centralama uz adekvatnu cijenu u klasičnim centralama. Danas Francuzi grade dvije termonuklearne centrale, a jedna je atomska centrala u pogonu. Mi smo pogledali gradnju atomske centrale CHINON. Karakteristike ove centrale su slijedeće.

Elektrana će se sastojati od tri nezavisna postrojenja, od kojih je prva etapa u montaži, a druga je naručena. Sva tri postrojenja imat će zajedno oko 500.000 kilovata instalirane snage. U svakom postrojenju predviđen je samo jedan reaktor.

Prvo postrojenje ima jedan agregat od 83.000 kW, a moći će davati u mrežu oko 63.000 kW; drugo će postrojenje imati dva agregata po 125.000 kW i davat će u mrežu oko 170.000 kW. Ostatak snage otpada na treće postrojenje, koje će imati vjerojatno tri agregata.

Svi reaktori koriste naravni uran kao gorivo, grafit kao moderator i ugljični dioksid kao rashladno sredstvo. Dijelovi s aktivnom radijacijom smješteni su u veliku kuglu od čeličnog lima, kao i kod engleske nuklearne elektrane Calder Hall, za koju Francuzi tvrde, da je francuska konstrukcija.

Prvo postrojenje treba da ide u pogon početkom godine 1960., a drugo postrojenje, započeto u srpnju 1958., bit će spremno za pogon sredinom 1961.

Nagli porast potražnje električne energije u Francuskoj s jedne strane, a težnja da Francuska bude među vodećim zemljama u izgradnji nuklearnih postrojenja s druge strane, glavni su razlog za opsežni program izgradnje nuklearnih elektrana u toj zemlji.

Kako vidimo, Francuska mnogo polaže na atomske centrale, a činjenica je da će studije i gradnja objekata dati sve bolje rezultate.

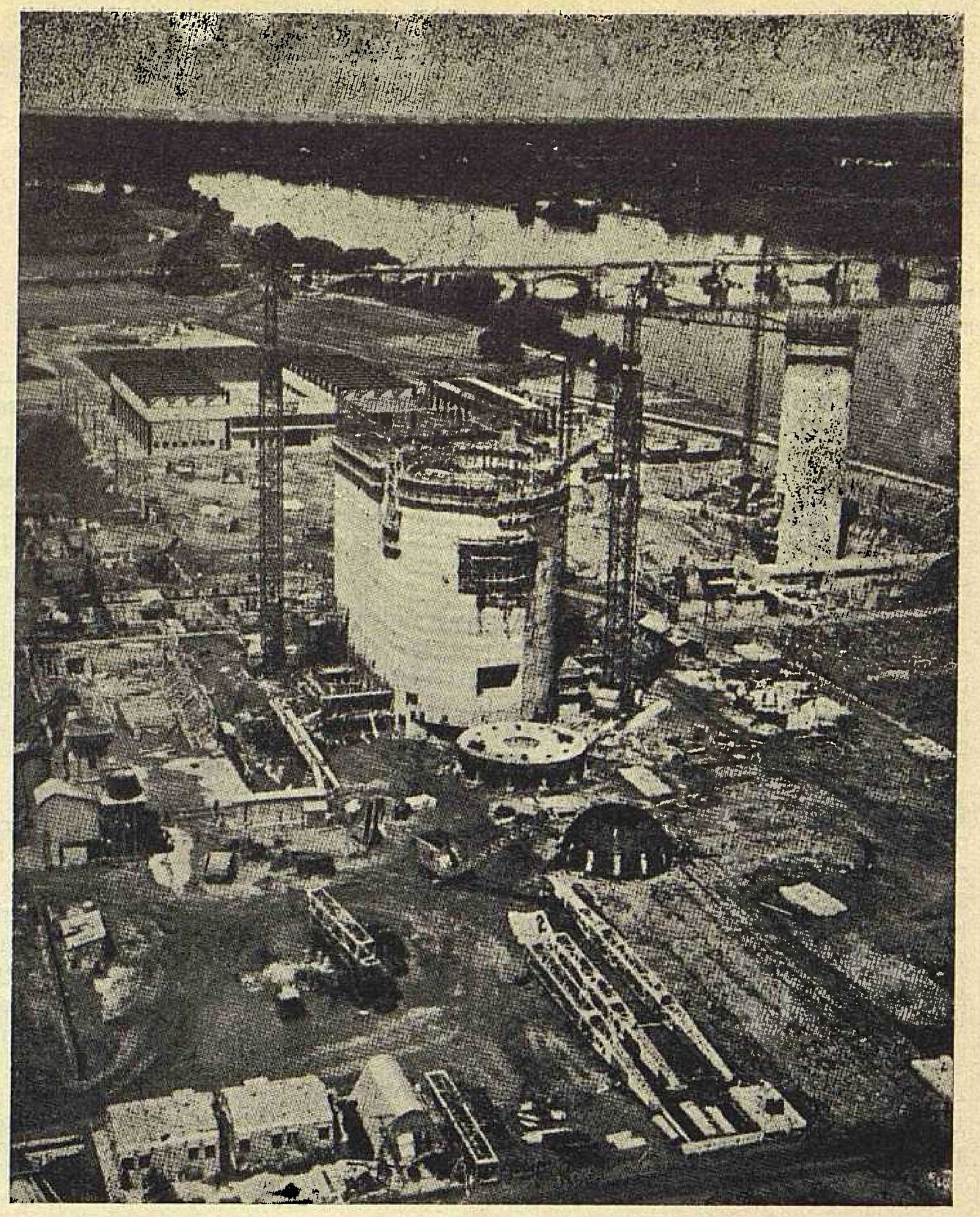
Neovisno o tome što mi danas imamo povoljne uvjete za izgradnju hidrotehničkih objekata trebalo bi da se više posveti pažnje studiju izgradnje atomskih centrala, kao na pr. studija tipova centrala, veličina, lokacija, obrazovanje kadra za tu vrst pogona i t. sl. Razdoblje od 10–15 godina za koje se predviđa da bi atomske centrale bile u omjeru troškova sa klasičnim centralama, nije tako dug period.

Prema programu posjetili smo hidroelektranu i gradilište na rijeci Rajni. Ove centrale su kako je poznato protočne sa kanalima i ustavama za prolaz brodova. Važno je naglasiti da se kod gradnje ovih centrala, koje su već u pogonu, težilo tome da objekat funkcionalno zadovoljava, a da se sagradi čim jeftinije, kao na pr. prostor za postrojenja, komandu, i t. d., koji nije skučen, ali nije niti suvišan. Žbukanje objekata je izostavljeno, u većini slučajeva, arhitektonski izgled fasade prema projektu dobiven je sa više pažnje i odgovarajućom oplatom, prilikom gradnje.

Francuska ima velik program radova na Rajni, a danas ima u gradnji dvije centrale, gdje učestvuje više poduzeća na izvođenju radova.

Veći dio mehanizacije vlasništvo je izvađačkih poduzeća, dok su veliki strojevi (bageri) vlasništvo E.d.F. i to iz razloga što je njhova vrijednost visoka, a namjena samo za jednu vrstu poslova, te se pojedinom poduzeću ne rentira da nabavi takove strojeve.

Transformatorske stanice na ovom gradilištu za snabdijevanje energijom uglavnom su pokretne – montažne. Nastambe za gradilište grade se približno kao i kod nas – jedan dio stalnih za posadu, a ostalo montažne solidne barake od betonskih i sličnih elemenata. Gradilišta su dobro organizirana, sa solidnom mehanizacijom, stručnim izvođačima, a tako i nadzornim kadrom. Povoljna okolnost je u tome što se ovi objekti grade na suhom terenu i nanosu tako da je moguće primijeniti potpuno isti princip građenja, na svim objektima, a tako i tipiziranu mehanizaciju, na cijelom sistemu centrala na Rajni.



Sl. 2. Gradnja nuklearne elektrane u Chinonu

Jedan dio našeg boravka u Francuskoj t. j. od 12. do 19. VI. 1959. proveli smo u obilasku industrijskih poduzeća za proizvodnju elektromašinske opreme i izložbu elektroopreme i materijala.

Između ostaloga u proizvodnji strojeva primijetili smo, da se dosta posvećuje pažnje studiranju i proizvodnji cijevnih turbina, a što je interesantno i za naše prilike na rijekama Savi, Uni, Kupi i još nekima sa malim padom, a većim količinama vode.

U tvornicama koje izrađuju vodne turbine i ostalu opremu zapazili smo da uglavnom teže izradi strojeva putem modeliranja i varenja valjanih limova, a ne lijevanjem. Tvrdi se, da je izrada brža, lakša i jeftinija od sistema lijevanja, a da i tehnički daje bolje rezultate. Također radi lakše obrade sve se više prilazi obradi osovina za velike jedinice u dva dijela, tako da sam generator služi kao dio osovine, a osovina se naglavljuje s jedne i druge strane. Ovakav način sastavljanja strojeva sa dvodjelnim osovinama, po njihovom mišljenju pokazao se je u pogonu siguran, a izrada je lakša i jeftinija. Transformatore srednje snage i napona dosta rade bez ulja, a pune ih kvarcnom sipinom; u pogonu se ova vrsta transformatora pokazala vrlo praktična u pogledu hlađenja, a i radi eventualnog požara.

Electricitè de France je dala zadatak tvornicama da usvoje izradu transformatora s manjim profilima i nižom tonažom, i to im je već pošlo za rukom. Gledali smo u proizvodnji transformator od 20 MVA koji teži cca 21 tonu.

Mnogo se polaže u francuskoj elektroprivredi na smanjenje gubitaka i vlastite potrošnje. Na pr. u transformatorskoj

stanici 380/220/25 kV Plessis-Gasset ne postoje uopće unutarnja mreža i rasvjetna tijela. Na uglovima imaju reflektore kojima osvjetljavaju cijeli prostor TS, a pale ih samo kad to treba radi nekog manevra, inače je TS preko noći neosvijetljena. Iako javna rasvjeta ne igra presudnu ulogu u smanjenju gubitaka, ipak je važno napomenuti da se na javnu rasvjetu ne ulaže onoliko sredstava, koliko bi se moglo očekivati u ovako tehnički i elektroprivredno razvijenoj zemlji. Glavne ulice u Parizu i drugim mjestima — ne može se kazati da nisu dobro rasvijetljene, naprotiv rasvjeta i rješenja rasvjete su vrlo dobra. Međutim, u sporednim ulicama i sl. rasvjeta je provedena, ali tu se odražava očita štednja.

Ovo sam želio istači radi toga, što mislim, da mi patimo od toga da nam svaka ulica mora biti osvijetljena kao neki glavni trg i glavne ulice. Također imamo neke dionice cesta koje dapače nisu niti naseljene, a niti naročito prometne pješacima, a rasvjetu imamo koja je skupa po vrijednosti osnovnih sredstava i održavanju, a tako i potrošku električne energije.

Kad se govori o štednji u elektroprivrednim postrojenjima, odnosno investicijama, onda to mnogo znači i u distributivnoj mreži, a pogotovo za nas u Hrvatskoj a i u drugim republikama (osim Slovenije), koji imamo još elektrificirati gotovo 50 % domaćinstava.

U francuskoj elektroprivredi imaju naime elastičnije propise, koji im omogućuju uštedu. Na pr. kod njih se često može vidjeti da imaju dva napona na istim stupovima; transformatorske stanice se od 50 kVA često montiraju na stupu, što je kod nas rijetkost. S naponom 10 kV najčešće se ide kroz samo naselje, na istim stupovima imaju i mjesnu mrežu. Imaju također jednu vrstu standardnih betonskih stupova u cijeloj Francuskoj, na koje montiraju napon 11 kV i 0,4 kV — samo mijenjajući s konzolama rastojanje vodiča.

Pošto mi već vidimo da naši FUD i JUS propisi ne zadovoljavaju bilo da su negdje kruti, ili nedostatni, moralo bi se raditi na tome da se tehnički propisi nadopune. Svakako naše upoznavanje ove vrsti problema u Francuskoj nedostatno je i bilo bi korisno, da se drugovi zaduženi ovim pitanjima, posebno zainteresiraju za ovaj problem i nađu rješenja da se distributivne mreže jeftinije grade.

Pogledali smo visokonaponski laboratorij E.d.F. i privatni laboratorij za ispitivanje materijala u Fontenayu. Mnogo polažu na ove laboratorije — samo u 1958. godini uloženo je cca dvije milijarde franaka na proširenje visokonaponskog laboratorija. Jedan i drugi laboratorij izdaju ateste na nove proizvode.

Izložba električnog materijala i opreme (»ELECTRAMA«) održana u Parizu (VI. 1959), zaslužuje naročitu pažnju, zbog raznovrsnosti izloženih proizvoda elektromašinske industrije, a i po sređenosti izložbe.

Za vrijeme našeg boravka u Francuskoj posjetili smo dosta poduzeća E.d.F.-a, a najviše industrijskih za proizvodnju električnog materijala i opreme. Ovakovim pregledom i upoznavanjem u kratkom vremenu velikog broja organizacija i poduzeća ne može čovjek biti siguran da su njegove ocjene i zapažanja dovoljno realni. Primjećuje se da francuska industrija ulaže sve napore da poveća izvoz; navodno su u 1958. nakon dugog niza godina postigli pozitivnu bilancu izvoza i to žele zadržati. To se očituje uvođenjem novih proizvoda, smanjenjem troškova proizvodnje, novim konstrukcijama i davanjem regresa od strane države za robu koja se izvozi.

Ovakova vrsta posjeta ima koristi, ali mnogo više bi se postiglo ako bi se prije odlaska izvršile temeljitije pripreme. S druge strane trebalo bi tražiti od one organizacije kojoj se ide, da postavi program tako, da ne bude preširok i rastrgan tako, da se može detaljnije ući u jednu djelatnost. Nije isključena mogućnost i bolji uspjeh, ako ide veća grupa, da se podijeli na 2—3 dijela za proučavanje pojedine djelatnosti, na pr. izgradnje, proizvodnje, prijenosa i distribucije i t. sl.

Naslov pisca: Miloš Damjanić, direktor ZEPH, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37

Norveška i švedska elektroprivreda

Franjo Kovač, Zagreb

Skandinavske se zemlje s obzirom na svoje nacionalne vodne snage međusobno jako razlikuju. Suradnja u vezi s iskorištavanjem vodnih snaga između Norveške, Švedske i Danske, bila je prošlih godina predmet velikih rasprava. Početna je namjera bila, da se provede kooperacija švedske mreže s norveškom mrežom u jugoistočnoj Norveškoj, a zatim kooperacija između Švedske, Danske i Norveške. Plan nije urodio rezultatom, ali nije napušten i o njemu se i dalje raspravlja.

Norveška sa svojim obimnim vodnim snagama zauzima vodeće mjesto, ne samo u odnosu na svoje specifične mogućnosti i individualnu potrošnju u zemlji, već i u međunarodnim razmjerima. Prosječna godišnja proizvodnja s punim iskorištavanjem svih vodnih snaga je procijenjena na cca 120 milijarda kWh s ukupnim instaliranim kapacitetom od oko 20 tisuća MW. Termoelektrane sudjeluju neznatno u toj proizvodnji, tek sa cca 0,2 — 0,3 %. Procjenjuje se, da će približno 60 % od te proizvodnje otpadati na visinu padova preko 300 m.

U godini 1958. sa 3,350.000 stanovnika iznosila je potrošnja po stanovniku 7.700 kWh.

U Norveškoj je vodna snaga jeftina, jer oko 4 % površine zauzimaju visinska jezera, koja se mogu s relativno neznatnim investiranjem osposobiti kao prirodna akumulacija u bazenima s velikim padom za dobivanje električne energije.

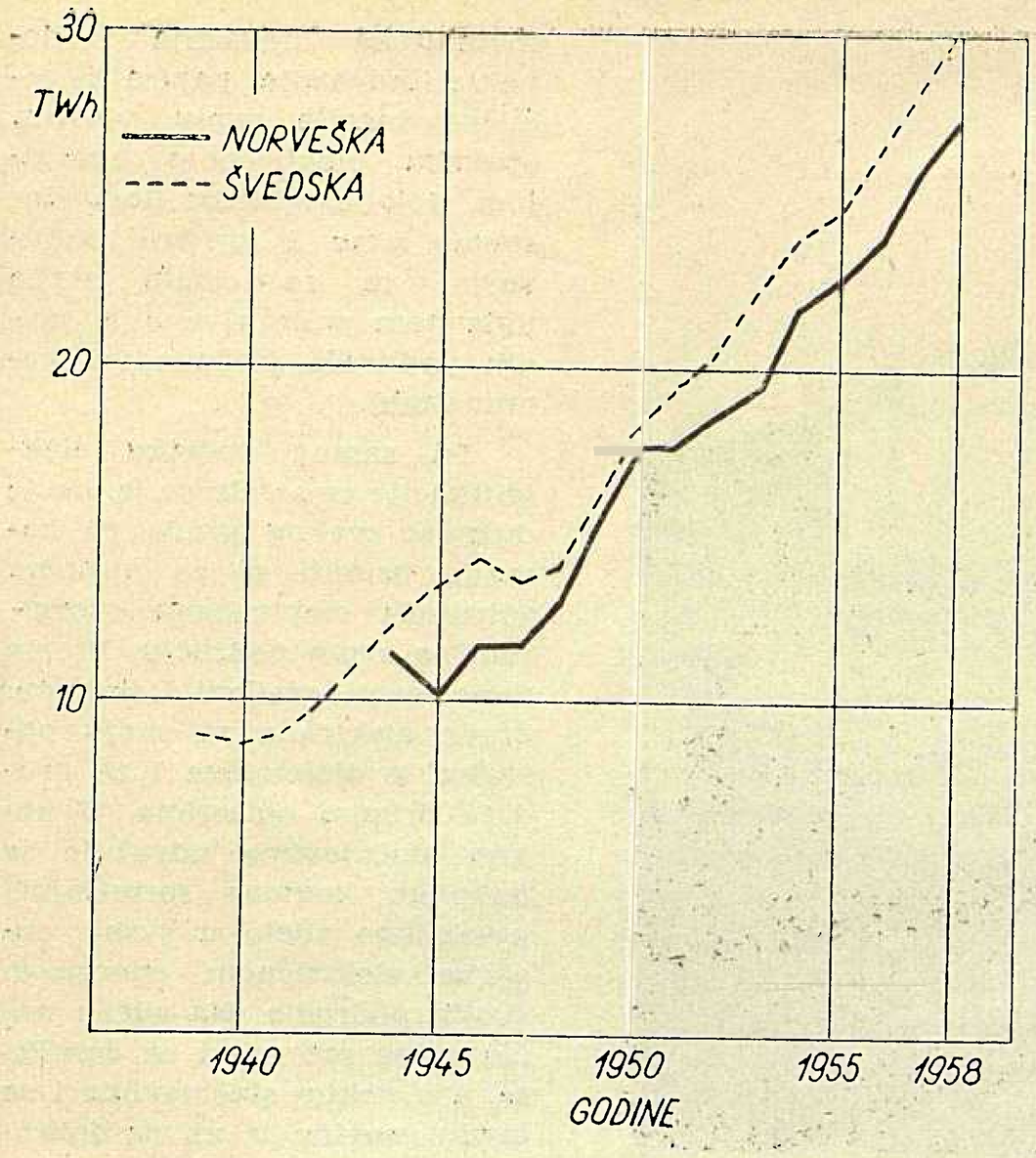
Međusobno povezivanje elektrana je dosada bilo uglavnom ograničeno na jugoistočnu Norvešku, ali će se vjerojatno u najbližoj budućnosti protegnuti i na ostala područja. U Norveškoj ne postoji jedan općenacionalni sistem kao na pr. u Švedskoj i ostalim zemljama Zapadne Evrope. Međutim ima nekoliko odvojenih mrežnih sistema ujedinjenih na dobrovoljnoj bazi tako, da sve elektrane unutar jednog međusobno povezanog područja (distrikta) daju svoju energiju u zajedničku mrežu iz koje onda svi obližnji distrikti dobivaju električnu energiju za svoju potrošnju.

Najrazvijenije povezano područje je u istočnoj Norveškoj s približno pola stanovništva i pola proizvodnje električne energije u zemlji. Kod ovog međusobno povezanog sistema, sva postrojenja rade u zajedničkom području i snose riziko gubitaka kroz ugovor s potrošačima u slučaju kada nema dovoljno energije.

Porast proizvodnje električne energije po godinama, pokazuje dijagram br. 1. Veličina, vrijednost instalirane snage i broj elektrana krajem godine 1955., bio je:

Broj elektrana	Veličina MW	Ukupno MW
574	5	460
39	5 — 10	220
30	10 — 20	350
24	20 — 30	470
18	30 — 50	550
23	preko 50	2.350
708		4.400

Kako se iz ovog pregleda vidi, preko 50 % izgrađene snage hidroelektrana izvedeno je u pogonima preko 50 MW.

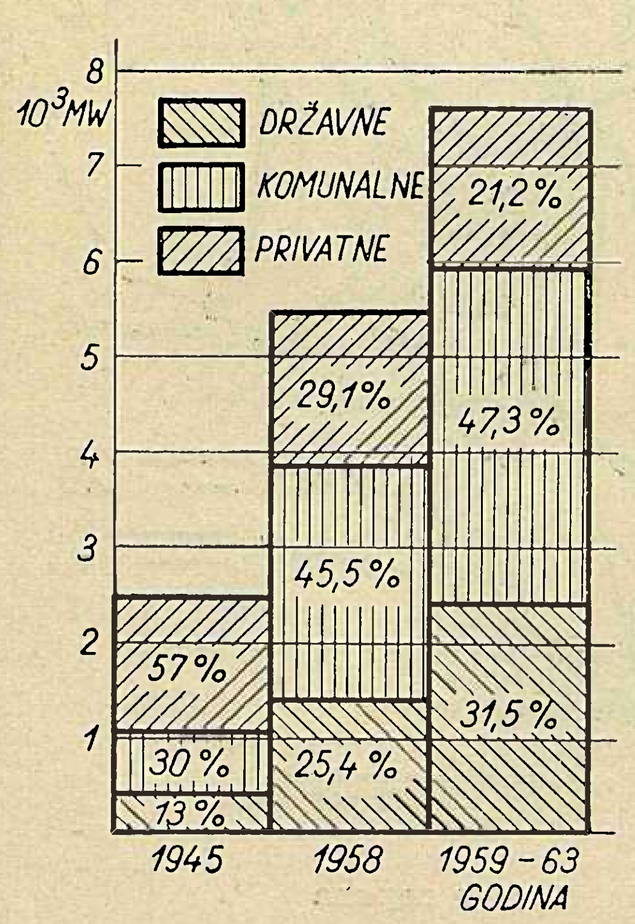


Sl. 1. Proizvodnja električne energije u Švedskoj i Norveškoj od 1939.—1958.

Raspored potrošnje električne energije na pojedine kategorije potrošača u 1957/58. bio je slijedeći:

Ukupna proizvodnja	GWh	26.500	
Gubici	GWh	3.000	
Ukupna potrošnja	GWh	23.500	100 %
Elektrokemijska i elektrometalurška industrija	GWh	10.000	43 %
Industrija papira i celuloze	GWh	1.900	8 %
Rudarstvo	GWh	300	1 %
Ostala industrija i zanatstvo	GWh	2.600	11 %
Ukupno industrija	GWh	14.800	63 %
Željeznice i vuča	GWh	300	1 %
Domaćinstva, poljoprivreda, trgovina, drž. zgrade, javna rasvjeta	GWh	8.400	36 %
Sveukupno	GWh	23.500	100 %

Godišnja potrošnja u domaćinstvima iznosi 31 %. Ovako velika godišnja potrošnja u domaćinstvima posljedica je toga, što se električna energija mnogo upotrebljava za grijanje stanova. Potrošnja električne energije se povećava godišnje oko 7 %.

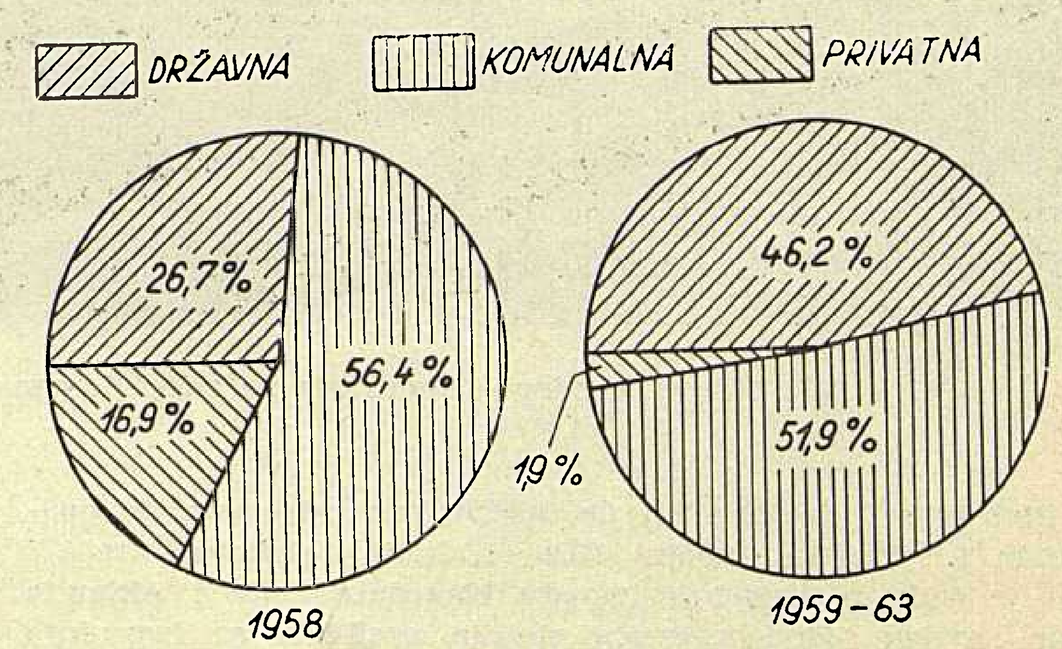


Sl. 2. Podjela ukupno instalirane snage elektrana u Norveškoj s obzirom na vlasništvo

Izgradnja novih vodnih snaga, izbor projekata za izgradnju i projektiranje elektrana u pogledu veličine i t. d., vrši se nakon konzultacije između svih elektroprivrednih poduzeća, kod čega se uzimaju u razmatranje zahtjevi za cijelu mrežu. Norveška je podijeljena u 20 oblasti, a međusobna povezanost u elektroenergetskom pogledu podijeljena je na 6 oblasti (regiona).

Instalirana snaga u svakoj od niže navedenih oblasti krajem 1958. je približno ova:

I.	Istočni sistem	2.560 MW
II.	Agder pokrajine	340 MW
III.	Lyse sistem	300 MW
IV.	Južni i sjeverni Rogaland	400 MW
V.	Sogn, Fjordane i Sunnmore	290 MW
VI.	Aura region (Nordenfjeldske)	700 MW
	Ukupno	4.590 MW
	Ostali dijelovi zemlje	810 MW
	Sveukupno	5.400 MW



Sl. 3. Kretanje investicionih ulaganja u izgradnju elektrana u Norveškoj

Prema petgodišnjem programu izgradnje za period od 1959. do 1963. izgradit će se još 2.183,8 MW i to:

Godina	MW
1959.	612,4
1960.	322,5
1961.	446,9
1962.	534,0
1963.	268,0

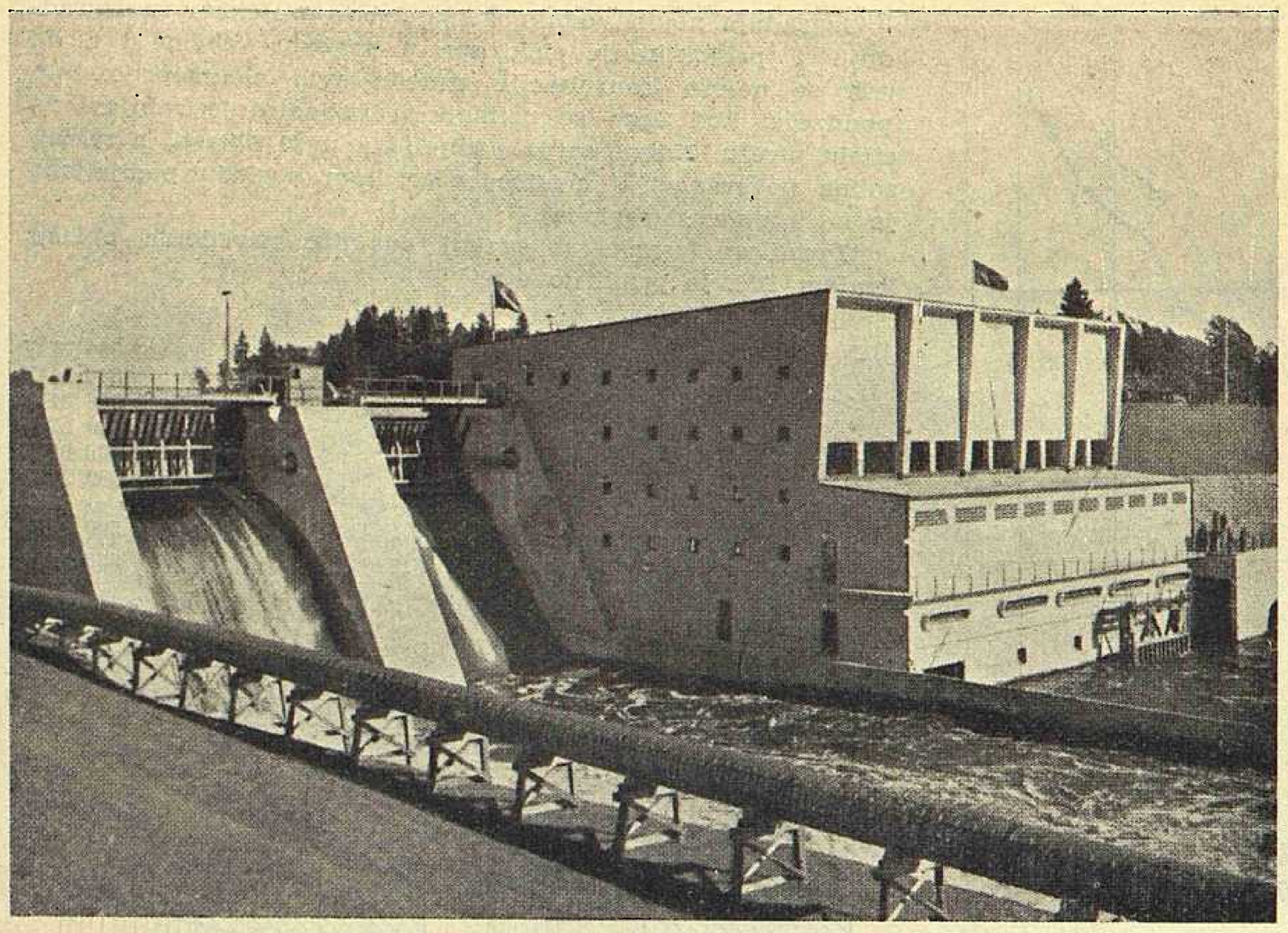
Dakle, ukupna instalirana snaga krajem godine 1963. iznosit će 7.583 MW, a samo u 1958. izgrađeno je ukupno 537,4 MW.

Podjela ukupno instalirane snage elektrana u Norveškoj krajem 1945. i 1958. te programa izgradnje 1959/63., s obzirom na vlasništvo, vidi se iz dijagrama br. 2. Izgradnja elektrana u Norveškoj je bila poduzeta od strane države, komunalnih vlasti i privatnika. Kretanje investicionih ulaganja u izgradnju elektrana u Norveškoj 1958. i 1959/63. godine pokazuje dijagram br. 3.

Iz gornjih dijagrama se vidi, da postoji jasan pomak u korist državnih i komunalnih vlasti.

Ne može se reći, da je naprijed iznesena međusobna povezanost u šest oblasti izvršena na zadovoljavajući način; zato posebne studijske grupe vrše daljnje analize u cilju što boljeg rješenja međusobne povezanosti.

Konačni je cilj svih elektrana u južnoj Norveškoj da budu međusobno povezane u zajednički sistem mreža. Statistika pokazuje, da istočna i zapadna Norveška, te IV. oblast, imaju vrlo različite uvjete oborina. Ne samo da je godišnja oborina mnogo veća na zapadnoj strani brdovitih krajeva gdje dolaze vjetrovi s mora, nego se godišnje niske i visoke oborine uopće ne podudaraju u ovim pokrajinama. Naprotiv, jedna sušna godina se često smatra u jednom distriktu, da je normalna, a u drugom distriktu da je obilna oborinama. Ako bi cijelo područje bilo koordinirano u jednom međusobno povezanom sistemu, cjelokupna proizvodnja bi bila u sušnoj godini na taj način veća nego suma proizvodnje pojedinih distrikta.



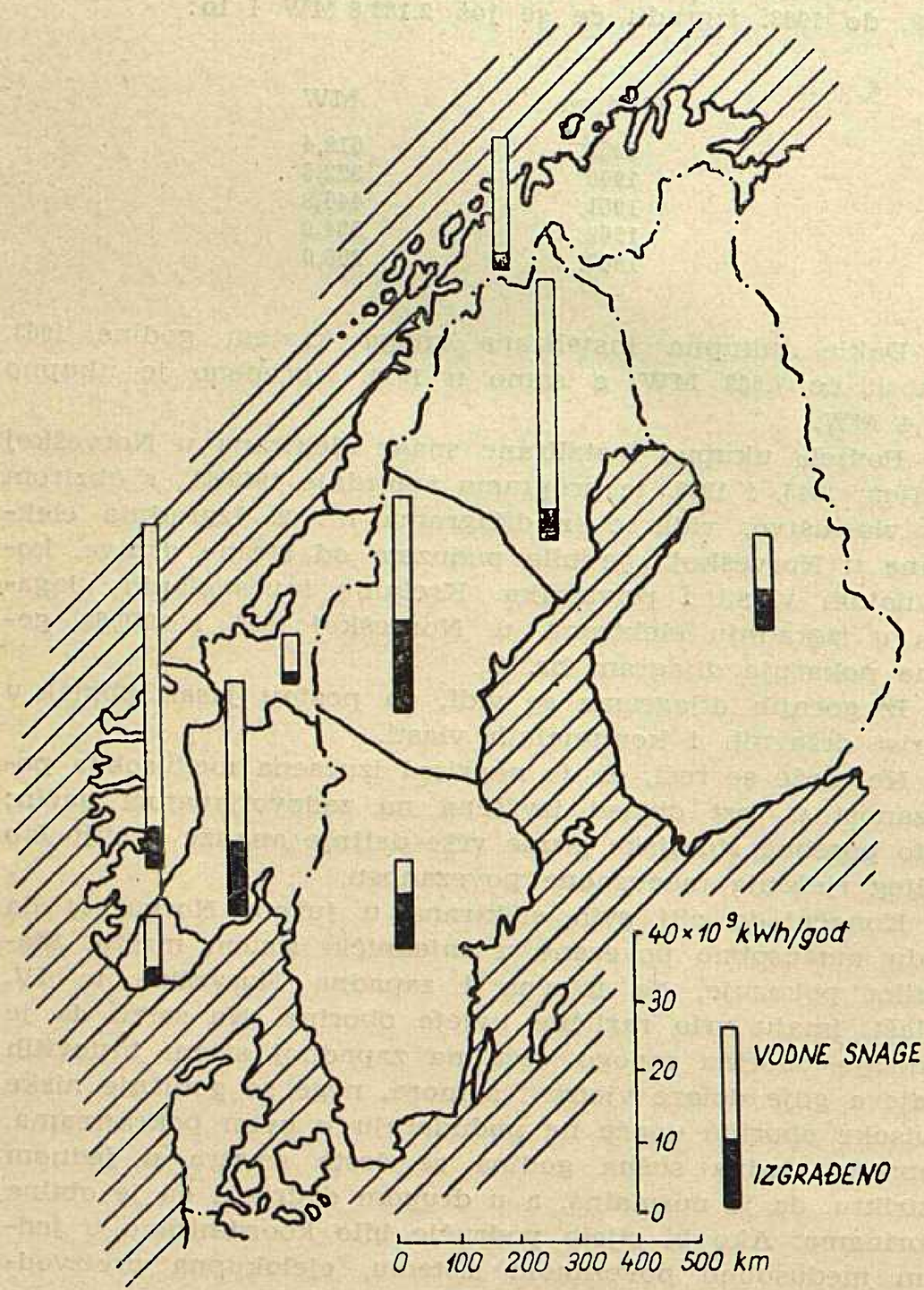
Sl. 4. HE Traryd, moderna elektrana na rijeci Lagan u južnoj Švedskoj

Područje II. oblasti bit će međusobno povezano sa područjem I. oblasti u godini 1960.–61. kada dalekovod 130 kV koji je sada u izgradnji između Knardalstranda i Aklauda bude završen. Kod kasnijeg stadija predviđa se izgradnja 300 kV dalekovoda između područja I., II. i III. oblasti.

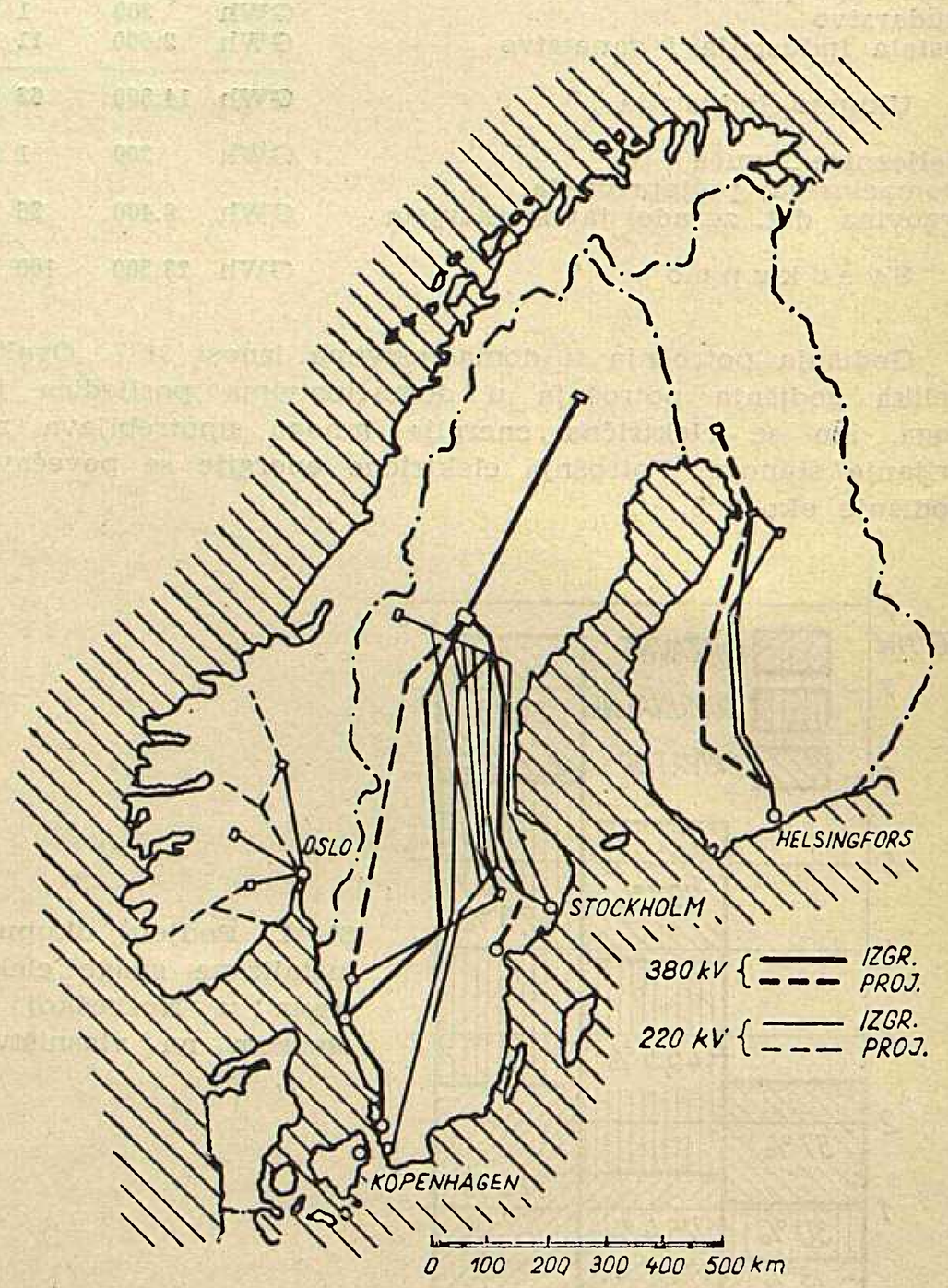
Kad se razmatra organizacija opskrbe električnom energijom treba napomenuti, da su elektrokemijska i elektrometalurška industrija i donekle industrija papira i celuloze razvile svoju vlastitu opskrbu električnom energijom, dok je opskrba domaćinstava, sitne i srednje industrije, te za ostale svrhe uglavnom podmirivana iz javnih poduzeća (državnih i komunalnih).

Od samog početka elektrifikacije smatralo se je, da je dužnost svakog grada ili komune brinuti se za opskrbu potrošača električnom energijom na svom području. Prema tome, sami gradovi i komune grade elektrane za svoju opskrbu, a djelomično i za prodaju drugim oblastima. U nekim slučajevima udružuje se nekoliko komuna formirajući kolektivno tijelo u svrhu opskrbe električnom energijom svojih područja. Na sličan način to se provodi i za distrikte, a u nekim slučajevima i za cijelu provinciju, ali na dobrovoljnoj osnovi.

Za iskorištavanje vodnih snaga u Norveškoj, koncesiju mora odobriti država, ali i komunalna vlast. Suglasno norveškom zakonu, vlasnik zemljišta drži vlasnička prava nad vodnim padom, koji je na njegovoj zemlji. Prava na vodu mogu biti odijeljena od onih o vlasništvu i cijela se mogu prodati. Ekspropriacija se može provesti, ako se ustanovi da je iskorištavanje vodnih snaga u javnom interesu. Specijalni zakon propisuje mjesta za provođenje regulacije vode, koju općenito govoreći, može poduzeti samo drža-



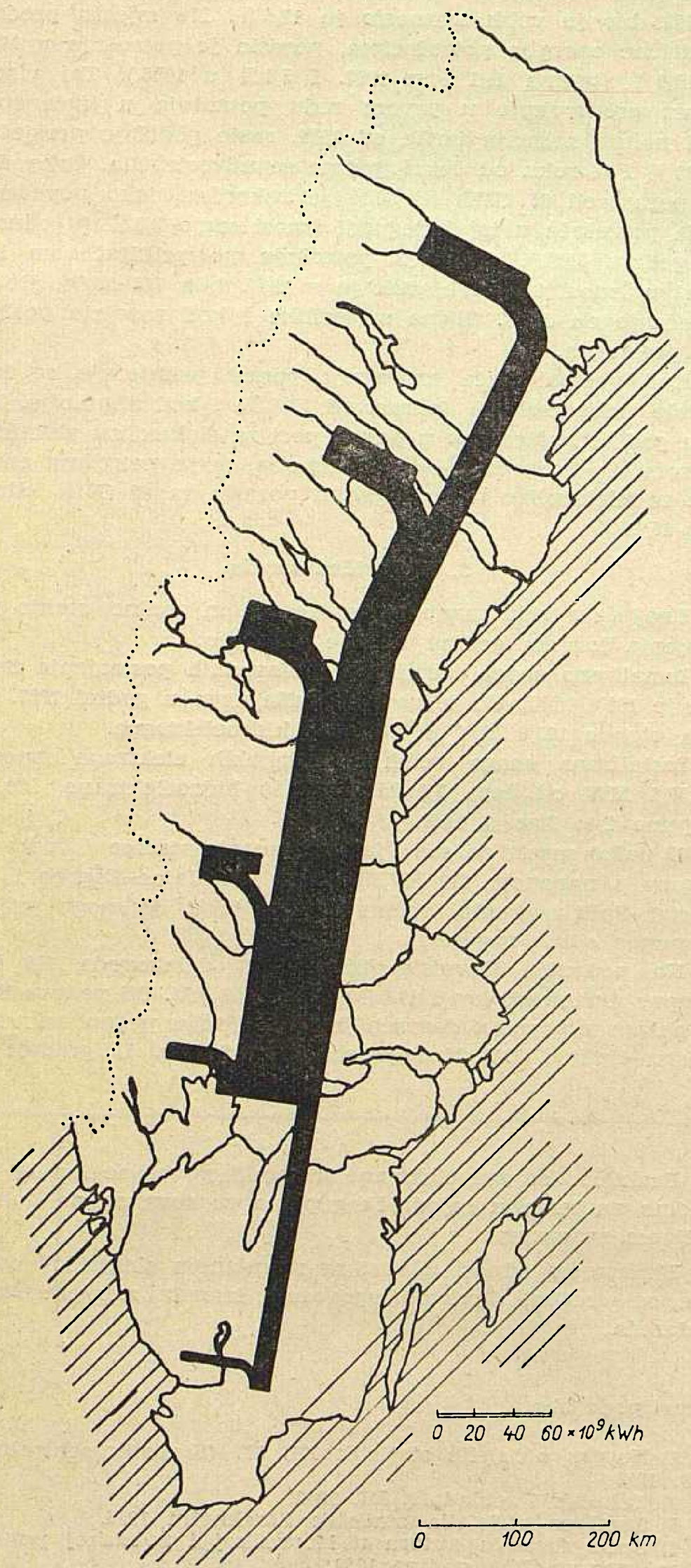
Sl. 5. Vodne snage



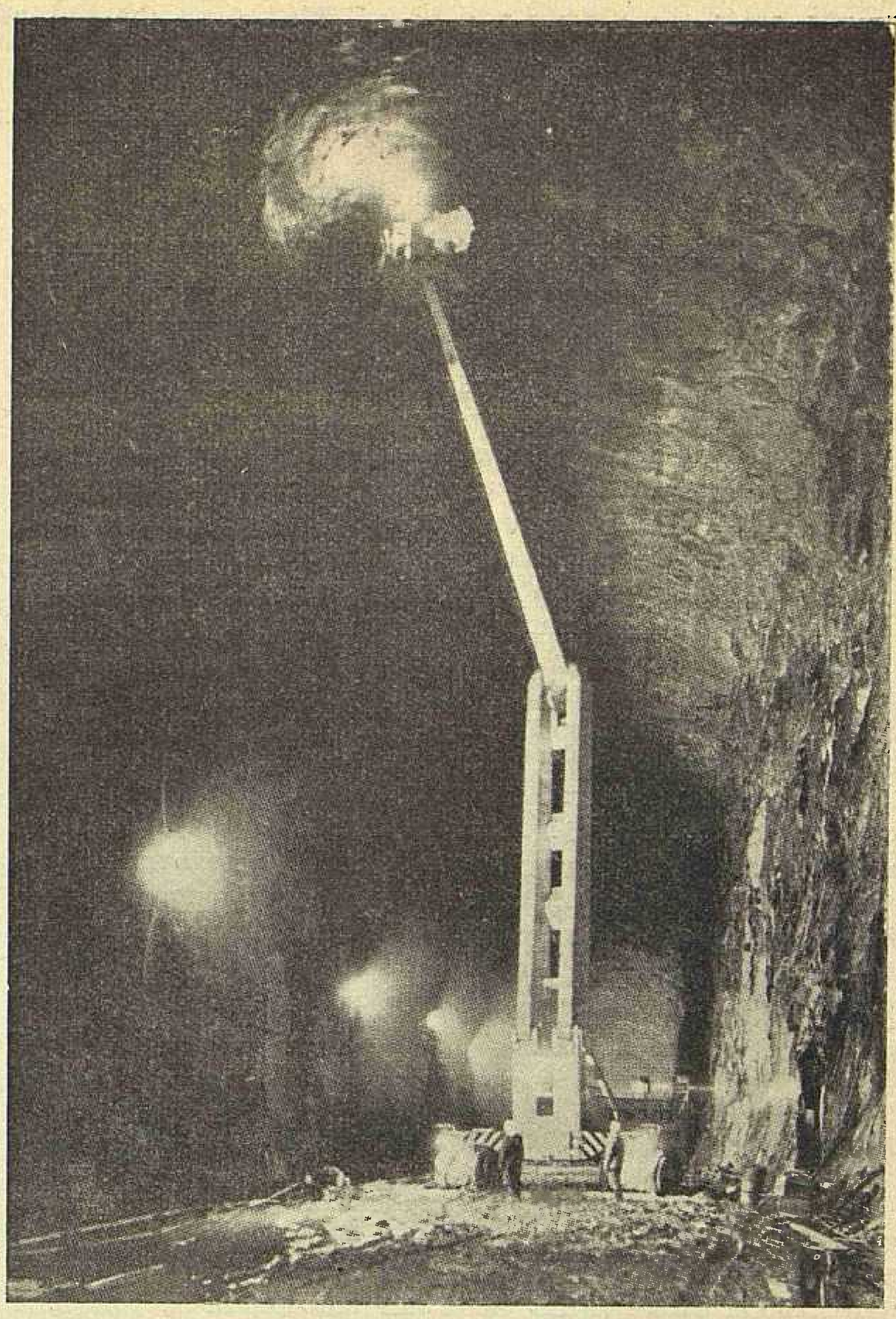
Sl. 6. Mreža visokog napona

va ili onaj, koji je dobio koncesiju. Za privatna lica koja na taj način dobiju koncesiju, vrijeme je ograničeno na 50–60 godina, dok u slučaju, da komunalna poduzeća predlažu iskorištavanje cijelog toka rijeka, vrijeme je neograničeno. Prema odredbama zakona privatna postrojenja moraju se predati državi nakon isteka određenog vremena, bez naknade. To je imalo za posljedicu manje ulaganje sredstava od strane privatnika u nova postrojenja, što najbolje ilustrira dijagram br. 3.

Vodne snage za eksploataciju *u Švedskoj* su procijenjene na oko 80 milijarda kWh, a dodatni nužni termo-izvori procijenjeni su sa 15 %. Proizvedena energija u hidroelektranama u godini 1954. iznosila je 22,4 milijarde kWh, a termoproizvodnja je iznosila 1,3 milijarde kWh, t. j. ukupno hidro- i termo-proizvodnja 23,7 milijarda kWh. Specifična potrošnja po stanovniku u 1954. bila je 3.300 kWh godišnje kod 7,213.000 stanovnika. U 1958. porasla je potrošnja po stanovniku na 4030 kWh.



Sl. 7. Proizvodnja i prijenos energije sa sjevera na jug Švedske kod potpune izgradnje vodnih snaga zemlje (80 milijarda kWh)



Sl. 8. HE Stornorrfors, struganje stropa u izlaznom tunelu

Porast proizvodnje električne energije po godinama pokazuje dijagram br. 1 iz kojeg se vidi, da je ukupna proizvodnja električne energije za 1958. iznosila 30,354 milijarda kWh, što u odnosu na 1954. iznosi povećanje od 28 %.

Od raznih grupa potrošača, teška industrija zauzimala je oko 64 %, željeznice i vuča 8 %, naselja i gradovi 20 %, te seoski distrikti 8 %. Godišnji porast potrošnje iznosi oko 7 %.

Čvrsta i tekuća goriva su ograničena, a sastoje se uglavnom od drva. Unatoč velikoj mogućnosti proizvodnje hidroenergije, Švedska polaže mnogo i u izgradnju atomskih elektrana za proizvodnju električne energije.

Najveće vodne snage se nalaze u sjevernim područjima, dok su glavni potrošački centri smješteni u centralnom i južnom dijelu zemlje. Uslijed velike dužine zemlje od sjevera do juga, razdaljine za prijenos energije su vrlo velike. Kada su u pogonu elektrane, koje su smještene blizu konzumnih centara, energija se prenosi preko dalekovoda 220 kV, a kada je potrebno iskorištavati vodne snage koje su udaljenije od konzumnih centara, prijenos se vrši preko dalekovoda 380 kV. Prijenosni vodovi od 380 kV sada se pružaju od najsjevernijeg do najjužnijeg dijela zemlje i do godine 1955. dosegli su ukupnu duljinu od 1.634 km. Ovdje je važno napomenuti, da su uglavnom sve transformatorske stanice od 380 kV upravljane putem daljinskog upravljanja, t. j. bez posade, tako da određena osoba vrši samo permanentnu kontrolu iz elektroprivrednog poduzeća. To pokazuje koliko se pridaje važnost faktoru radne snage u kalkulaciji troškova i formiranju cijene koštanja. Smatram da bi trebalo prostudirati mogućnost uvođenja daljinskog upravljanja i u elektroprivredi FNRJ kod izgradnje novih transformatorskih 220 kV stanica. Kod toga treba imati u vidu razvoj proizvodnih snaga i povećanja ličnih primanja, a prema tome i sve veći utjecaj troškova radne snage u troškovima poslovanja.

(Nastavak na str. 368)

Elektroprivreda Hrvatske u 1958.

Drago Kostanjšek, Zagreb

1. *Organizaciona situacija*

Elektroprivredu Hrvatske sačinjavaju uglavnom poduzeća udružena u Zajednicu elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i malim dijelom lokalne elektrane, te vlastite elektrane nekih većih tvornica.

Zajednica je osnovana godine 1954. te prema tome promatrana godina predstavlja njenu četvrtu poslovnu godinu. U Zajednici udružena poduzeća imaju status, reguliran propisima Osnovnog zakona o upravljanju državnim privrednim poduzećima i višim privrednim udruženjima od strane radnih kolektiva, tako da putem organa radničkog samoupravljanja radni kolektivi upravljaju u okviru postavljenih planova. Pogoni unutar poduzeća imaju svoje radničke savjete.

Zajednicom upravlja Upravni odbor, koji je za razliku od ranijih godina sastavljen od predstavnika udruženih poduzeća, Izvršnog vijeća Sabora NRH, N. O. kotareva, SIK-e i određenih distributivnih poduzeća. Ova izmjena je nastupila kao rezultat stupanja na snagu Zakona o elektroprivrednim organizacijama, koji je izdvojio distributivna poduzeća iz sastava udružene elektroprivrede. Mandat upravnom odboru traje 2 godine, a sastoji se od 27 članova s ovim odborima i komisijama: 1) stručni savjet, 2) tarifni odbor, 3) komisija za financije, 4) energetska komisija, 5) komisija za sistematizaciju i platni sistem, 6) komisija za stipendije i uzdizanje kadrova, 7) komisija za investicije, 8) disciplinski sud, 9) komisija za žalbe i molbe, 10) komisija za premiranje spremnosti, 11) komisija za impregnaciju, 12) komisija za raspodovanje stvari i osnovnih sredstava i 13) komisija za reviziju projektnih zadataka.

U toku godine održano je 7 redovitih sjednica, na kojima su donijeti ovi važniji zaključci:

Odobreno je da Zajednica podigne kod Jugoslavenske investicione banke kredit od 30 milijuna dinara za polaganje 5 %-tnog garantnog pologa za korišćenje sredstava iz OIF-a za gradnju HE Split i HE Peruča.

Formirana je komisija za izradu nacrta Pravila Zajednice i Poslovnika za rad upravnog odbora i komisija za razgraničenje mješovitih poduzeća i osnovnih sredstava.

Data je suglasnost HE »Gojak« da može zaključiti zajam s Jugoslavenskom investicionom bankom u visini od Dinara 1,,747,716.000.

Donijet je zaključak o izdvajanju pogona TE Jertovec u samostalno poduzeće iz sredstava poduzeća Elektrane Zagreb.

2. *Energetska situacija*

U energetskom pogledu 1958. je bila prilično dobra. U prvih devet mjeseci bilo je električne energije u dovoljnim količinama, a često u izobilju, te je bilo i poteškoća zbog nemogućnosti plasmana ove energije koja se mogla proizvesti u hidroelektranama. Tako je u travnju izgubljeno cca 10 GWh energije koja se mogla proizvesti u hidroelektranama u Dalmaciji zbog nepostojanja direktnih veza između Splita i Zagreba, kao i zbog poteškoća tranzita preko mreže BiH. Takove povoljne prilike trajale su do kraja rujna.

Usprkos toj povoljnoj situaciji, bilo je i kritičnih momenata. Tako se u četvrtom tromjesečju pojavio izvjestan manjak, koji je izazvao ograničenje potrošnje.

Veća ograničenja izvršena su u listopadu i prosincu, kada je reducirano oko 15 GWh.

Redukcijama su bili najviše pogođeni specijalni potrošači: Tvornici karbida, Dugi Rat, reducirano je oko 6 GWh, Tvornici ferolegura, Šibenik, oko 7 GWh, a Tvornici aluminija u Lozovcu 1 GWh. Potrošnja ostalih industrija reducirana je u manjim količinama.

Usprkos navedenim redukcijama porast kupovnih potreba u 1958. bio je velik i iznosio je 17,5 %. Na mjestu predaje električne energije potrošačima, porasla je potrošnja u 1958. za 14,9 % (prema 21,1 % u 1957. i 5,4 % u 1956.). Taj visoki porast prouzrokuje u prvom redu potrošnja u kućanstvu, koja nakon sniženja tarife od 1954. raste godišnje prosječno za 32 % i u roku od četiri godine se udvostručila. Ovogodišnji porast od 95 GWh ili 36 % je rekordan, iako povećanje broja potrošača u toj kategoriji iznosi samo 3,5 % (u odnosu na godinu 1957.). Godišnja potrošnja po priključenom kućanstvu iznosi 930 kWh, dok je u 1957. bila 725 kWh, što je povećanje od 28 %. Slične su prilike i kod rasvjete poslovnih prostorija.

Kod velepotrošača značajniji porast primjećuje se kod »ostale velepotrošnje« (porast od 17,5 %) i kod aluminija. Tokom godine puštene su u pogon peći za elektrolizu aluminija u tvornici »Boris Kidrič« u Ražinama, te je potrošnja energije za elektrolizu u ovoj godini porasla za 40 GHh, odnosno 46,4 %.

3. *Električna mreža*

Imajući u vidu razne promjene tokom godine, stanje postrojenja krajem godine bilo je slijedeće:

Instalirana snaga udruženih proizvodnih postrojenja iznosila je 286,8 MW, što je za 7,3 % više nego u godini 1957. Od toga otpada 195,8 MW ili 68 % na hidroelektrane.

Instalirana snaga većih industrijskih elektrana iznosila je 58,1 MW od čega 3,9 MW (6,7 %) hidroelektrane, što je potpuno isto kao u 1957.

U našoj mreži za sada još ne postoje stanice i vodovi u pogonu s naponom 220 kV, iako su DV Jajce–Zagreb i DV Mostar–Split izgrađeni većim dijelom tako, da mogu prijeći na pogon s tim naponom.

Na području Hrvatske bilo je 27 dalekovoda 110 kV, ukupne dužine 998 km i 49,5 km voda 220 kV. Od vodova koji se nalaze u pogonu, dovršen je i stavljen u pogon osim DV Mostar–Split i DV Nedeljanec Mura–Söjtör. U gradnji ili

---

U Švedskoj vodopadi imaju karakter privatnog vlasništva. Država, gradski organi i privatnici posjeduju jednaka prava na iskorištavanje vodnih snaga. Općenito, prema švedskom zakonu, potrebna je dozvola vlasti za iskorištavanje vodnih snaga, a vlasnik je obavezan platiti određene doprinose, na pr. za uzdržavanje i unapređenje ribarstva. Nadalje osnovno pravo dozvoljava, da onaj tko posjeduje više od pola prava na vodopad, može uzeti inicijativu i osigurati pravo na iskorištavanje pada.

Elektrane u Švedskoj su u vlasništvu države, gradskih i komunalnih vlasti i privatnih kompanija. Podjela ukupno instalirane snage elektrana krajem 1958., obzirom na vlasništvo, bila je slijedeća:

1) državne sa	40 %
2) gradske (komunalne) sa	4 %
3) privatne sa (od toga industrijske 16 %)	56 %

Praktično su sve elektrane u zemlji povezane i rade paralelno na temelju zajedničkog plana zasnovanog na dobrovoljnom sporazumu.

Ekonomski odnosi u vezi sa razmjenom električne energije su uređeni direktno ugovorom između zainteresiranih poduzeća.

Izvori podataka

1) Norges offisielle statistik XI. 307 (Statistik sentralbyrä Oslo 1958.)
2) Teknisk Ukeblad 19. III. 1959.
3) Sveriges officiella statistik Stockholm 1958.
4) Specijalizacija autora u Norveškoj i Švedskoj po tehničkoj pomoći ICA godine 1959.

Naslov pisca: Dipl. ec. Franjo Kovač, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37

pregradnji od 50 na 110 kV nalaze se vodovi Raša–Pula i Šibenik–Zadar, a priprema se gradnja vodova 110 Sisak–Međurić, Mostar–Ston i Split–Peruča. Stanje dalekovoda uglavnom zadovoljava, ali na većem broju vodova ima nedostataka, koje bi trebalo otkloniti već tokom 1959.

Ukupna instalirana snaga transformatorskih stanica iznosila je u 1958. godini 435 MVA. Tokom izvještajne godine stavljene su u pogon slijedeće stanice, odnosno transformatori:

1. Nedeljanec	110/120 kV	50 MVA
2. Resnik (proviz.)	110/30 kV	10 MVA

Priprema se gradnja, odnosno već su u gradnji:

1. Pula	110/30 kV	20 MVA
2. Zadar	110/30 kV	20 MVA
3. Međurić	110/30 kV	20 MVA

Sve transformatorske stanice, osim TS Klara, koja je još uvijek provizorij, nalaze se u dobrom stanju, a jedini veći nedostatak predstavljaju strujni transformatori na dalekovodima 110 kV, koji su na primarnoj strani izvedeni za premale nazivne struje.

4. *Proizvodnja*

Proizvodnja električne energije na području Zajednice bila je u 1958. vrlo dobra. Hidroelektrane su s istim postrojenjima kao u prethodnoj godini proizvele u 1958. za 50 % energije više nego u 1957. HE Gojak u 1958. nije ušla u pogon kako je bilo planirano.

Proizvodnja termoelektrana porasla je za 37 % u odnosu na prošlu godinu. Ovaj porast uvjetovan je dijelom zbog ulaska novih agregata u pogon, a dijelom velikim forsiranjem proizvodnje termoelektrana u četvrtom tromjesečju.

Pogoni elektrana, kako hidroelektrana, tako i termoelektrana, radili su dobro. Na spremnost elektrana vrlo dobro je utjecalo premiranje, te je taj način stimuliranja dao vrlo dobre rezultate.

Akumulacija u hidroelektrani Vinodol korištena je prema planu t. j. s većom proizvodnjom u prva dva mjeseca, a štednjom vode u jesenjem periodu. Na taj način je bilo moguće staviti na raspolaganje znatne količine energije u najkritičnijem periodu.

Godišnja proizvodnja u 1958. na bazi proizvodnje iz ranijih godina prikazana je u tablici broj 1.

Proizvodnja električne energije u 1958. i indeks proizvodnje na bazi ranijih godina

Tablica 1.

Vrst elektrana		Proizvedeno u 1958. (MWh)	Indeks na bazi 1957.	1956.	1955.	1954.	1953.	1952.
Javne	He	654.130	106	120	115	149	149	164
	TE	275.959	131	142	130	161	211	261
	Svega	*930.089*	*112*	*125*	*119*	*153*	*163*	*185*
Vlastite	HE	18.131	100	100	82	100	106	100
	TE	221.256	98	89	99	121	174	219
	Svega	*239.377*	*99*	*90*	*98*	*120*	*166*	*200*
Ukupno	HE	672.252	105	119	114	147	147	162
	TE	497.214	114	115	117	141	193	240
	Svega	*1,169.466*	*109*	*117*	*115*	*144*	*162*	*188*

Iz ovog je pregleda vidljivo da je brži razvoj vlastitih elektrana nego javnih, kao i termoproizvodnje od hidroproizvodnje, dakle potpuno obratno nego u LR Sloveniji.

Za proizvodnju hidroenergije najznačajnija je Cetina, na kojoj je u 1958. proizvedeno 50 % od ukupne hidroenergije (što je ipak za 4 % manje nego prethodne godine). Istovremeno je na Krki proizvedeno 23 % (u 1957. godini 27 %). Sveukupno je plan proizvodnje udruženih termoelektrana ostvaren 100 %, dok je učešće u ukupnoj proizvodnji iznosilo 30 %.

Pojedine termoelektrane postigle su slijedeće satno iskorišćenje (u odnosu na instaliranu snagu):

	1958.	1957.
TE Jertovec	3.940 sati	2.790 sati
TE Zagreb	2.900 sati	3.260 sati
TE Rijeka	1.140 sati	2.360 sati
TE Vlaška	2.940 sati	3.500 sati
TE Osijek	1.990 sati	1.620 sati
TE Đakovo	1.940 sati	2.330 sati
Prosječno	*3.200 sati*	*2.920 sati*

Interesantno je da je satno iskorišćenje u odnosu na 1957. bolje samo kod TE Jertovec i TE Osijek, dok je kod ostale četiri termoelektrane znatno slabije. Prosječno je iskorišćenje za navedenih šest termoelektrana ipak bolje nego u 1957., jer udio proizvodnje TE Jertovec iznosi 58,5 %.

Ovo slabo iskorišćenje djelomično je posljedica slijedećih većih kvarova:

TE Jertovec. Usprkos najvišem iskorišćenju remonti kotlova I i III izvršeni su zbog nedostataka dijelova i energetskih prilika samo djelomično, dok se na kotlovima III i IV, s obzirom na tek završen probni pogon, nije vršio nikakav remont. U postrojenju ima čitav niz nedostataka, koje je nužno što prije otkloniti.

TE Rijeka. U 1957. započeta rekonstrukcija kotlova VII i VIII nastavljena je tokom 1958. Koncem godine pušten je u pogon kotao VII, dok je kotao VIII završen 1959. Zbog učestalih ispada turbine II, zbog poremećaja u mreži, nastao je defekt regulatora turbine II.

TE Vlaška. Na oba kotla izvršena je djelomična izmjena dotrajalih limova na zagrijačima zraka. Tokom godine dolazilo je i do čestih prekida rada kotlova, kao posljedice promjene kvalitete ugljena sa znatno nižim talištem pepela. Još nije riješeno pitanje filtera za čišćenje dimnih plinova. Veliki problem ovog pogona predstavljaju nedovoljne količine rashladne vode zbog niskog vodostaja u kanalu.

TE Zagreb. Izvršeni su remonti kotlova 2 i 3, na kojima su osim redovitih revizija izvršene djelomične izmjene šamotnog zida. Turboagregat od 16 MW predstavlja pogonski nesigurnu jedinicu obzirom na loše stanje lopatica reakcionog dijela, koje su ugrađene nakon defekta godine 1955.

5. *Distribucija*

U izvještajnoj godini ukupno je distribuirano (javna mreža i vlastite elektrane) 1.908 GWh, što je za 30,4 GWh ili 19 % više nego u 1957. U tablici 2 naći ćemo usporedni pregled potrošnje po kategorijama potrošača za godine 1958. i 1957.

Struktura potrošnje ukupne električne energije NR Hrvatske u 1958. i 1959.

Tablica 2

Kategorija potrošača	1958. (MWh)	1957. (MWh)	% porasta
Kućanstva	376.194	278.364	35
Rasvjeta prostorija	49.491	39.241	27
Motori i aparati	56.339	48.091	17
Javna rasvjeta	18.820	16.553	14
Vodovod	42.819	38.442	11
Električna vuča	26.041	25.763	1
Ugljenokopi	72.369	74.940	— 3
Tvornice cementa	99.635	97.937	2
El. kemija i metalurg.	394.056	352.000	12
Ostala industrija	441.705	432.671	2
Predano potrošačima	1,577.469	1,404.002	12
Gubici prijenosa i distribucije	270.444	199.952	35
Ukupno raspoloživo	1,908.328	1603.954	19

Gubici prijenosa distribucije iznosili su u 1958. godini 14,2 %, a u 1959. godini 12,4 %.

U tablici 3 prikazana je specifična proizvodnja i potrošnja, kao i odnosni indeks, za nekoliko posljednjih godina.

Dok se je specifična proizvodnja električne energije po stanovniku povećala oko 3 puta u odnosu na godinu 1939.

specifična potrošnja se je povisila skoro 4 puta, što ukazuje na nedovoljnu mobilizaciju izvora u Hrvatskoj do 1957.

Opskrba potrošača u 1958. obzirom na minimalne manjkove uslijed redukcije i pogonskih smetnji bila je:

Specifična proizvodnja i potrošnja u NRH u 1958.

Tablica 3

Godina	Specifična		Indeks specifične	
	proizvodnja	potrošnja	proizvodnje	potrošnje
	kWh/stanov.			
1939.	119	134	100	100
1952.	159	223	134	167
1953.	182	236	154	176
1954.	204	262	172	196
1955.	257	322	216	240
1956.	252	350	212	261
1957.	263	405	221	302
1958.	282	460	270	391

Zadovoljenje potrošača

Tablica 4

Godina	Ukupni manjak (MWh)	% zadovoljenja
1952.	20.571	97,88
1953.	26.161	97,35
1954.	37.737	96,54
1955.	24.715	98,12
1956.	34.092	97,43
1957.	4.885	99,69
1958.	18.269	99,02

Opskrba potrošača je dakle u 1958. godini nešto slabija nego u 1957. s obzirom na zadovoljenje.

6. *Investiciona djelatnost*

Za izgradnju postrojenja, financiranih iz OIF-a utrošeno je 8,6 milijardi dinara. Za nova prijenosna postrojenja 110 kV stajala su sredstva na raspolaganju čitavu drugu polovinu godine, no mnogi investitori nisu mogli udovoljiti zahtjevima zajmodavca oko kompletiranja dokumentacije.

Ukinuće republičkog investicionog fonda početkom 1957. nepovoljno se je odrazilo na razvoj kV mreže 30–35 i tokom 1958. Nastala praznina je u manjoj mjeri zamijenjena ulaganjem nekih kotara.

Trinaest posto od ukupne razdjelne (10 kV) i razvodne (0,4 kV) mreže izgrađeno je tokom izvještajne godine.

Bilanca utroška u 1958. bila je slijedeća (u 10^9 Din):

Vrste postrojenja		Vrela	
Hidroelektrane	6,6	Opći i investicioni fond	8,6
Termoelektrane	0,9		
Vodovi i stanice 220 kV	0,1		
Vodovi i stanice 110 kV	1,2		
Vodovi i stanice 30–35 kV	0,6	Republički investicioni fond	0,1
Vodovi i stanice 10 kV	2,8	Kotarski inv. fond	0,8
Visokonaponska mreža	2,4	Elektroprivreda, samodoprinosi i lokalni fondovi	5,1
	14,6		14,6

Utrošak sredstava je dakle u 1958. za 28 % veći, nego u 1957. te predstavlja maksimum naprama dosadašnjem ulaganju.

Tokom godine 1958. puštena su u pogon slijedeća postrojenja:

TE Konjščina – II. etapa	25 MW
1 vod 110 kV u dužini	30,7 km
6 vodova 30–35 kV u dužini	37,5 km
2 kabela 30–35 kV u dužini	8,3 km
4 stanice 30/35/10 kV sa snagom transformacije u I. etapi	12,5 MVA
vodova 10 kV	897 km
stanica 10 kV	402 (broj)
vodova 0,4 kV	1608 km
novo priključnih naselja	320
novih priključaka na mrežu	50000
novih potrošača	60000

Ukupna vrijednost ovih investicija iznosi 8,5 milijarda dinara.

7. *Financijsko poslovanje*

Za ostvarenu proizvodnju zajednica je platila	13830,6 × 10^6 Din
dok je po postojećim tarifama realizirano	13329,7 × 10^6 Din
što s fondom za pokriće manjkova od	1843,1 × 10^6 Din
čini zajedno	15172,8 × 10^6 Din

U odnosu na godinu 1957. struktura vrijednosti brutoprodukta u 1958. ne iskazuje više dobitak kao financijski rezultat između realizacije proizvoda i cijene koštanja. Kao ekonomska kategorija dobitak je ukinut, a vrijednost brutoprodukta u 1958. sadrži:

a) troškove reprodukcije i

b) dohodak.

Struktura dohotka u elektroprivredi Hrvatske u 1958. godini je sadržavala slijedeće elemente:

1. Fond za pogonsku spremnost	Din	301.982 × 10^3
2. Rezervni fond	Din	71.875 × 10^3
3. Fond zajedničke potrošnje	Din	527.837 × 10^3
4. Fond studije Jugelu	Din	338.118 × 10^3
5. Garantni polozi	Din	13.817 × 10^3
6. Ostatak udruženim poduzećima	Din	74.931 × 10^3
	Din	1,328.560 × 10^3

Planom predviđeni optimum rasporeda proizvodnje određuje normu troškova na jedinicu proizvoda sa 4,35 Din/kWh; kako je međutim proizvodnju uspjelo ostvariti u povoljnijem rasporedu sa samo 4,23 Din/kWh, postignut je natplanski dohodak u iznosu od 0,12 Din/kWh po jedinici proizvoda. Time je za ostvarenu količinu energije od 1,813.469 MWh stvoren natplanski dohodak od dinara 217,616.280.

Planirana struktura ukupne potrošnje osigurava srednju cijenu realizacije od 8,65 Din/kWh, dok je ostvarena samo sa 8,64 Din/kWh. Razlika od 0,01 Din/kWh daje za ostvarenu količinu predaje manjak od Dinara 15,434.740.–.

Saldo natplanskog dohotka iznosi dakle Din 202,181.540, od koje je svote za osobni dohodak radnika Zajednice iznad tarifnog stava izdvojeno samo Dinara 13,356.700.– dok je ostatak od 182,824.840.– Din raspoređen na fondove Zajednice i udruženja poduzeća.

Literatura

1. Poslovni izvještaj za 1958. (Zajednica elektroprivr. poduzeća NRH).
2. Godišnjak »*Energije*«, Biltena Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu za 1958. (pripremljeno za štampu).

Naslov pisca: Drago Kostanjšek, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37

Elektroprivreda Slovenije u 1958.

Drago Kostanjšek, Zagreb

1. *Organizaciona situacija*

Godinom 1958. Elektroenergetski sistem Slovenije završava šestu godinu svoga djelovanja, koje datira od 1. I. 1953. Već slijedeće, t. j. 1954. godine, Elektroenergetski sistem Slovenije preustrojava se bez posebnog, likvidacionog postupka u Elektrogospodarsku skupnost Slovenije. U tom razdoblju proizvodnja se povećala za 2,5 puta, što najbolje potvrđuje svestrani razvoj osobito u tehničkom, ekonomskom i organizacionom pogledu.

Glavni pečat organizacionom razvoju elektroprivrede u godini 1958. daje Zakon o elektroprivrednim organizacijama, koji je objavljen u Sl. listu FNRJ od 15. I. 1958, a stupio na snagu s 23. I. 1958. Svi događaji u toku godine su više ili manje usmjereni u pravcu izvršavanja tog zakonskog propisa, koji za elektroprivredu predstavlja prelomnicu u dosadašnjem razvoju.

Od odlučne je važnosti rješenje, da se elektroprivredna poduzeća organiziraju po vrsti djelatnosti (proizvodnoj, prijenosnoj i distributivnoj), te po teritorijalnom načelu, kao i da se distributivna poduzeća izluče iz dosadašnje elektroprivredne zajednice kao komunalne privredne organizacije.

Osim toga načeta je i djelomično izvršena problematika prvorazrednog značenja: uvođenje društvenog upravljanja u elektroprivredi, tehnički normativi i t. d., i t. d.

U vezi upravo dodirnutih promjena Elektrogospodarska skupnost Slovenije pojavila se je u godini 1958. u potpuno drugom organizacionom obliku. Tako se je broj elektroprivrednih poduzeća, koja su u njoj učlanjena snizio od 29 u godini 1957. na 14 u godini 1958., što je manje od polovice. Danas je u njoj učlanjeno 8 hidroelektrana, 4 termoelektrane, 1 prijenosno poduzeće, i 1 poduzeće u gradnji:

1. Elektrana Dravograd
2. Elektrana Vuzenica
3. Elektrana Vuhred
4. Elektrana Mariborski otok
5. Elektrana Fala
6. Elektrana Medvode
7. Elektrana Moste
8. Soške elektrane
9. Elektrana Šoštanj
10. Elektrana Trbovlje
11. Elektrana Brestanica
12. Elektrana Velenje
13. Elektroprenos Ljubljana
14. Elektrana Ožbolt v gradnji

Iz Elektrogospodarske skupnosti su izlučena sva distributivna poduzeća, kao i proizvodno poduzeće Elektrana Sava, Kranj, iz razloga što nijedna od elektrana u njegovom sastavu nije vezana na prijenosnu mrežu. Iz skupnosti izdvojena elektroprivredna poduzeća su na sastanku 14. IV. 1958. ustanovila »Strokovno združenje podjetij za distribucijo električne energije v Sloveniji«, čiji je statut potvrđen 30. VI. 1958. Udruženje danas broji 18 članova i to: 16 distributivnih poduzeća, 1 proizvodno poduzeće i 1 elektroprivrednu zajednicu.

Potrebno je, međutim, napomenuti da su iz Skupnosti izlučena distributivna poduzeća ipak ostala s njom i nadalje tijesno povezana, kako u tehničkom, tako i ekonomskom i organizacionom pogledu. Iz toga razloga se opseg poslovanja Skupnosti nije ni u kom pogledu smanjio.

Da je upravo rečeno stvarno točno, potvrđuje broj održanih zasjedanja: 11 zasjedanja upravnog odbora, 3 operativnog savjeta, 1 koordinacione komisije.

U vezi toga, a odlukom Izvršnog vijeća LRS od 15. II. 1958. ustanovljeno je novo poduzeće za prijenos električne energije »ELEKTROPRENOS«, sa sjedištem u Ljubljani, a područje mu se proteže preko cijele Slovenije. Budući da su sve prijenosne naprave na području Slovenije bile uključene u postojeća distributivna poduzeća, njihovo izdvajanje bilo je skopčano s velikim poteškoćama, koje još ni do danas nisu u cijelosti otklonjene.

U pogledu malih elektrana usvojeno je stanovište, da ostanu kao i do sada u sastavu elektrana koje su vezane na prijenosnu mrežu, osim poduzeća Elektrarna Sava u Kranju, koje se je odvojilo iz elektroprivredne zajednice i učlanilo u strukovno distributivno udruženje. U pogledu direktnih potrošača, ograničen je njihov broj na 6 i to:

1. Tovarna glinice in aluminija »Boris Kidrič«, Kidričevo
2. Tovarna dušika, Ruše
3. Jugoslavenske železnice
4. Hrvatska
5. Austrija i
6. Italija

Između ostalih važnijih organizacionih problema, koji su se tretirali tokom godine, potrebno je spomenuti slijedeće:

a) problematika investicione izgradnje,
b) objektivna mjerila za normative,
c) pravila Skupnosti.

2. *Električna postrojenja*

Investiciona djelatnost »Elektrogospodarske skupnosti« Slovenije u godini 1958. bila je uglavnom usredotočena na dovršenju radova kod HE Vuzenica i HE Vuhred. Treći agregat HE Vuhred montiran je i stavljen u pogon 12. VI. 1958. Izvještajne godine vršeni su pripremni radovi na objektima HE Ožbolt i TE Šoštanj II. Kod posljednje je uslijed nepredviđenih poteškoća u gradnji nastao zastoj.

Od razdjelnih i prijenosnih naprava, koje su u gradnji, svi su planom predviđeni radovi završeni. Manji zastoji nastali su pri dovršenju radova na RTP Divači i DV Divača–Kozina. Ti zastoji nisu znatno utjecali na puštanje u pogon spomenutih objekata.

Godine 1958. je kapacitet proizvodnih kapaciteta povećan za 20 MW (treći agregat HE Vuhred), te je stanje instalirane snage javnih elektrana bilo 439.759 MW, od čega 300.039 MW hidroelektrana ili 68 %.

Održavanju mreže Sistema povećana je najveća pažnja. Izgrađeno je 210 transformatorskih stanica s instaliranom snagom 32,7 MVA, 304 km dalekovoda napona od 1-35 kV, te 857 km jednofaznih i trofaznih niskonaponskih vodova.

Osim novogradnji rekonstruirane su: 4 razdjelne transformatorske stanice, 74 pojnih transformatorskih stanica, 98 km dalekovoda od 1-35 kV i 343 km niskonaponske mreže.

Nakon svih navedenih radova stanje elektrifikacije Slovenije sa 31. XII. 1958. bilo je slijedeće:

34	javne elektrane sa 78 generatora ukupne snage	566.242 kVA
129	vlastitih elektrana sa 192 generatora ukupne snage	81.764 kVA
163	elektrane sa 260 generatora ukupne snage	648.006 kVA
6777	km visokonaponske mreže, od čega 6512 km mreže ELES-a	
2058	javnih transformatorskih stanica s 2342 transformatora ukupne snage	849.333 MVA
359	transformatorskih stanica izvan ELES-a i DES-a sa 611 transformatora ukupne snage	242.762 MVA
2417	transformatorskih stanica s 2953 transformatora ukupne snage	1,092.095 MVA

3. *Prozvodnja*

U godini 1958. proizvodilo je u sklopu Elektrogospodarske skupnosti Slovenije 29 hidroelektrana i 5 termoelektrana. Povećanje proizvodnje je i opet bilo znatno. Tako je proizvodnja hidroelektrana iznosila 1.644,6 GWh, što je za 18,4 % više od proizvodnje u 1957., dok je proizvodnja termoelektrana sa 653,3 GWh za 5,5 % niža od proizvodnje u 1957.

Visoka proizvodnja hidroelektrana bila je moguća radi izvanredno povoljne hidrološke situacije slovenskih rijeka, koje su u odnosu na 1957. imale povećane ljetne dotoke (Drava 14,8 %, Soča 12,2 %, Sava-Moste 18,1 % i Sava-Medvode 17,2 %).

Tokom godine bilo je neiskorišćeno cca 25 GWh ili 1,5 % od cjelokupne proizvedene energije. Preljevi su bili većinom

u noćnim satima, nedjeljama i praznicima radi pomanjkanja konzuma. Na pojedinim rijekama bili su slijedeći preljevi:

Drava	20 GWh ili 1,7 %	proizvedene energije,
Sava	0,4 GWh ili 0,27 %	proizvedene energije,
Soča	5,0 GWh ili 1,8 %	proizvedene energije.

Maksimalna dnevna proizvodnja bila je dostignuta 15. X. sa 8219 MWh, od čega hidroelektrane 6039 MWh, a termoelektrane 2180 MWh (73 : 27 %).

Ako elektrane grupiramo po riječnim tokovima dobit ćemo slijedeće količine električne energije proizvedene tokom godine 1958.

Drava	1 191 698 MWh ili	52,0 %
Sava	186 256 MWh ili	8,1 %
Soča	266 669 MWh ili	11,7 %
Termoelektrane	653 296 MWh ili	28,2 %
Ukupno	*2 297 219 MWh ili*	*100,0 %*

U tablici 1 prikazana je godišnja proizvodnja sa strukturom i indeksima na bazi ranijih godina.

Proizvodnja električne energije u 1958. i indeks na bazi proizvodnje iz ranijih godina

Tablica 1

	Vrst elektrana	Proizvedeno u 1958. (MWH)	Indeks na bazi					
			1957.	1956.	1955.	1954.	1953.	1952
Javne	HE	1,644.623	118	134	143	166	211	223
	TE	653.296	94	134	269	397	293	360
	Svega	*2,297.919*	*110*	*134*	*165*	*199*	*228*	*248*
Vlastite	HE	89.635	98	104	98	100	110	105
	TE	124.950	94	111	140	231	212	321
	Svega	*214.585*	*96*	*108*	*120*	*150*	*150*	*197*
Ukupno	HE	1,734.258	117	132	140	161	202	211
	TE	778.246	94	129	235	325	276	346
	Svega	*2,512.504*	*109*	*131*	*160*	*192*	*220*	*239*

Iz ovog je indeksnog pregleda vidljivo da je brži razvoj proizvodnje javnih od vlastitih elektrana. Međutim, dok je termoproizvodnja u promatranom 7-godišnjem razdoblju postigla povećanje od 3,5 puta, hidroproizvodnja se je tek udvostručila.

Za proizvodnju hidroenergije bila je i u 1958. najznačajnija Drava, na kojoj je proizvedeno 72,5 % od ukupne hidroenergije (u 1957. — 75 %). Analiza iskorišćenja vode daje slijedeću sliku:

1. Proizvodnja hidroelektrana bila je u 1958. za 255.034 MWh veća nego u 1957.; gotovo to čitavo povećanje nastalo je na Dravi.

2. Drugačija je slika, ako se promatra povećanje proizvodnje grupa elektrana po vodnim tokovima. Tako dobivamo povećanje na Dravi za 20 %, na Soči 12,5 %, a na Savi 13,8 %. Osim povoljnih vodnih prilika na Dravi i Soči, dobrim dijelom je za povećanje proizvodnje zaslužan i treći agregat u HE Vuhred, koji je u travnju stavljen u pogon. Osobito je povoljna bila Drava sa srednjim godišnjim protokom 326 m³/sek. (243 m³/sek. u 1957).

3. Iskorišćenje agregata iznosi sumarno za dravske i savske elektrane 79,9 % (80,3 % u 1959. a 80,7 % u 1956.)

4. Gubici na mogućoj proizvodnji zbog remonta iznose cca 28 GWh ili 1,7 % ukupno proizvedene hidroenergije, što je razmjerno visoko, a rezultat su produženja remonta preko planiranih rokova.

5. Gubici moguće proizvodnje zbog kvarova iznosili su 5,7 GWh, a nastali su gotovo u cjelini na Dravi. Zbog tih kvarova nije bilo redukcije.

6. Višak energije zbog pomanjkanja konzuma iznosio je 25 GWh odnosno 1,5 % cjelokupne proizvodnje hidroelektrana a nastao je u noćnim satima, nedjeljama i blagdanima.

7. Vlastiti potrošak hidroelektrana je iznosio (u %):

	1958.	1957.
Savske elektrane	0,53	0,52
Dravske elektrane	0,39	0,43
Soške elektrane	0,32	0,33

Kao što je iz ovih brojeva vidljivo, vlastiti potrošak je vrlo ustaljen.

Proizvodnja termoelektrana dostigla je samo 94 % planirane proizvodnje i to uglavnom radi povoljne vodne situacije. Prvenstveno se iskorišćavala ekonomski najrentabilnija elektrana Šoštanj. Pojedine elektrane postigle su slijedeće satno iskorišćenje:

TE Šoštanj	5714 sati
TE Trbovlje	4206 sati
TE Brestanica	4422 sati
TE Velenje	1654 sati
TE Ljubljana	2430 sati
Prosječno	*4839 sati*

Kao što se vidi termoelektrane su bile vrlo dobro iskorišćene (otprilike 20 % bolje od evropskog prosjeka).

U protekloj godini termoelektrane su bile 77 % pogonski spremne. Ostatak od 23 % otpada na zastoje elektrana zbog ljetnog remonta, planskih popravaka i defekata. Stvarno su bile iskorišćene 54 %.

U opskrbi gorivom nije bilo poteškoća, jer su rudnici zadovoljili svim potrebama elektrana, te se je ugljen počeo kopati već u travnju i svibnju, kada su zalihe ugljena iznosile 100.000 t više nego normalno. Sve elektrane opskrbljivale su se isključivo iz slovenskih rudnika, što se je od oslobođenja dogodilo još samo 1957.

U pogledu iskorišćenja topline potrebno je spomenuti izvanredno nisku potrošnju u TE Šoštanj, uglavnom radi jednakomjernog opterećenja, koje je doseglo 2940 kcal/kWh (u 1957. 2954 kcal/kWh). U najtežem položaju su bile TE Velenje i TE Ljubljana, te je prva služila gotovo isključivo kao rezerva. Radi toga je specifična upotreba topline u 1958. narasla od 7456 kcal/kWh na 8201 kcal/kWh.

Dijagram proizvodnje javnih elektrana na dan najveće proizvodnje, t. j. 15. X. 1958. povezuje slijedeće karakteristike:

1. Radna energija

dnevna	od 6 — 22 sata	5.900,8 MWh =	71,9 %
noćna	od 22 — 6 sata	2.298,9 MWh =	28,1 %
ukupno	*od 22 — 22 sata*	*3.199,7 MWh =*	*100,0 %*

Prosječno opterećenje

dnevno $P = \frac{5.900}{16} = 368$ MW

noćno $P = \frac{2.299}{8} = 287$ MW

24-satno $P = \frac{8.199}{24} = 341$ MW

Opterećenje:

maksimalno (u 10 h) = 392,7 MW
minimalno (u 3 h) = 262,6 MW

Faktor varijabilnosti $= \frac{P\,min}{P\,max} = 0{,}670$

2. Jalova energija

dnevna	od 6 — 22 sata	3135 MVAh =	75,5 %
noćna	od 22 — 6 sati	1017 MVAh =	24,5 %
ukupno	*od 22 — 22 sata*	*4152 MVAh =*	*100,0 %*

Prosječno opterećenje

dnevno $\frac{3135}{16} = 196{,}0$ MVA ili

noćno $\frac{1017}{8} = 127{,}0$ MVA ili

24-satno $\frac{4152}{24} = 173{,}0$ MVA

Opterećenje

maksimalno (u 13 h) = 216 MVA
minimalno (u 3 h) = 121 MVA

$$\text{Faktor varijabilnosti} = \frac{121}{216} = 0{,}561$$

3. Faktor snage (prosječne vrijednosti)

dnevni cos = 0,881
noćni cos = 0,899
24-satni cos = 0,887

4. Distribucija

U pogledu distribucije električne energije u Sloveniji je promatrane godine došlo do načelnih promjena. Dok su se prijašnjih godina potrebe pokrivale isključivo iz proizvodnih izvora s područja republike, lani je prvi put u većem opsegu došlo do uvoza većih količina energije iz Hrvatske i Bosne.

Raspoloživa energija u Sloveniji povećala se godine 1958. za 12 % te je iznosila	2,254,8 GWh
Od toga primljeno: na pragu elektrana Skupnosti	2,233,8 GWh
od industrijskih elektrana	0,6 GWh
iz Hrvatske i Bosne	18,7 GWh
iz Austrije	1,7 GWh
Ukupna realizacija iznosila je 12 % više nego lani t. j.	2,022,0 GWh
od čega otpada na: upotrebu u Sloveniji	1507,0 GWh ili 74,5 %
predaja Hrvatskoj	392,8 GWh ili 19,4 %
izvoz u Austriju	122,3 GWh ili 6,1 %

Struktura potrošnje po kategorijama potrošača u usporedbi s godinom 1957. prikazana je u tablici 2.

Struktura potrošnje NR Slovenije u 1957. i 1958.

(MWh) Tablica 2

Kategorija potrošača	1957. (MWh)	1958. (MWh)	% porasta
Kućanstva	228.089	283.588	24
Rasvjeta posl. prostor.	28.566	31.740	11
Rasvjeta društ. prost.	4.598	6.413	39
Motori i aparati	35.200	36.403	3
Poljoprivredni motori	2.645	2.915	10
Javna rasvjeta	7.243	8.707	20
Javni vodovod	10.869	13.132	21
Tramvaj i trolejbus	3.022	3.824	27
Elektr. željeznica	13.312	12.976	
Ugljenokopi	78.260	76.975	— 2
Cementarne	30.017	29.526	— 2
Ostala industrija	329.488	369.872	12
Kemija i metalurgija	558.610	630.696	13
Melioracije	12	35	192
Preprodavaoci	172	218	27
Potrošnja u republici	1,330.103	1,507.020	13

Broj potrošača iznosio je 358.000 u 1958., a 339.000 u 1957., što znači povećanje od 5,6 %, dok je isto povećanje 1957. u odnosu na 1956. iznosilo svega 1,5 %.

Specifična potrošnja (kWh/potrošaču) kroz nekoliko zadnjih godina za kategorije potrošača široke potrošnje prikazana je u tablici 3.

Specifična potrošnja po 1 potrošaču u nekim kategorijama široke potrošnje

Tablica 3

Kategorija	1952.	1953.	1954.	1955.	1956.	1957.	1958.
Domaćinstvo	341	374	487	593	680	811	948
Rasvjeta posl. prost.	602	651	707	805	922	1113	1243
Motori i aparati	2461	2531	2859	3014	3140	3298	3445
Poljop. motori	177	170	168	170	158	192	189

Proizvodnja električne energije po stanovniku iznosila je u 1958. za parne elektrane 1465 kWh/stanovn. (u 1957. = 1340), a 1600 kWh po stanovn. ukupno za svu proizvedenu energiju (u 1957. = 1478). Potrošnja je iznosila 955 kWh/stanovniku za javne elektrane (856 u 1957.), a 1090 kWh/stanovniku za javne i industrijske elektrane (1000 u 1957.).

5. Investiciona djelatnost

Iako se investicionoj djelatnosti posvećuje sve više pažnje zbog naglog porasta potrošnje električne energije — koji zadnjih godina iznosi gotovo 25 % — ipak ona još ni približno ne zadovoljava. Stanje prijenosnih i razdjelnih postrojenja je slabo, a osobito težak problem predstavljaju distributivne mreže, jer se uzdržavaju uglavnom iz vlastitih sredstava.

Investiciona djelatnost Elektrogospodarske skupnosti Slovenije u 1958. godini obuhvaća daljnje faze potpuno istih objekata kao u 1957. To je u prvom redu dovršenje radova na HE Vuzenica i HE Vuhred. Izvršeni su i pripremni radovi na objektima HE Ožbolt i TE Šoštanj II. Svi ti radovi financirali su se iz OIF-a, dok je za radove na hidroelektranama poslužio i amortizacioni fond.

Na raspolaganju su bila slijedeća sredstva:

1. Zajam iz OIF-a	3.401,5 Din × 10^6
2. Vlastita i ostala sredstva	89,0 Din × 10^6
Ukupno na raspolaganju u 1958.	3.490,5 Din × 10^6
utrošeno u 1958.	3.122,6 Din × 10^6
Ostaje za 1959.	369,7 Din × 10^6

Od utrošenog iznosa u 1958. godini (3122,6 Din × 10^6) otpada na:

hidroelektrane	2.446,6 Din × 10^6 ili 78,3 %
termoelektrane	409,3 Din × 10^6 ili 13,2 %
mrežu RTS	265,7 Din × 10^6 ili 8,5 %

Imajući u vidu s jedne strane utrošena financijska sredstva koja se i u odnosu na prethodne godine čine mala — a s druge strane krupne uspjehe na svim ostalim područjima elektroprivredne djelatnosti, možemo lako uočiti sve poteškoće koje se neminovno bliže elektroprivredi Slovenije, ukoliko ne dođe do promjene u investicionoj politici, odnosno osiguranja potrebnih financijskih sredstava.

Prema *»Letnom poročilu 1958«* Elektrogospodarske skupnosti Slovenije, sastavio: Drago Kostanjšek, Institut za elektroprivredu, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37

Izgradnja dispečerskog centra Hrvatske — Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u Zagrebu

Branko Masnec, Zagreb

Historijat dispečerske službe

Godine 1947. osnovana je kod Generalne direkcije elektroprivrede NRH u Zagrebu dispečerska služba za električnu energiju na temelju Uredbe o elektroenergetskoj dispečerskoj službi.

Tom prilikom bile su organizirane dispečerske službe u Zagrebu, Splitu, Osijeku i Matuljima. Služba je bila podijeljena po energetskim rajonima, jer su tako zahtijevali specifični uvjeti pojedinih rajona.

Daljnjim razvojem mreže visokog napona i puštanjem u pogon novih elektrana razvijala se i dispečerska služba. Tako se godine 1951/1952. dispečerska služba povezala u jedinstvenu službu na području Narodne Republike Hrvatske, kao odjel Glavne direkcije elektroprivrede NRH, zatim u Elektroprivrednom sistemu Hrvatske kao odsjek pogonskog

odjela, te konačno kao odjel Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Od godine 1952. služba se intenzivno razvijala i dobila svoje pravo obilježje, kao služba, koja ekonomizira proizvodnjom, prijenosom i razdiobom energije na svom području.

Da bi se naprijed navedena načela mogla provoditi, uvedena je evidencija opterećenja elektrana, dalekovoda, transformatora, zatim evidencija o protjecanju vodotoka, gdje su sagrađene hidroelektrane, stanje akumulacija, dijagrami opterećenja, te ostali podaci potrebni za rad dispečerske službe.

Svi podaci evidentiraju se dnevno svakog sata, a služe danas kao statistički podaci i baza za sastavljanje plana proizvodnje.

Dnevni dijagram opterećenja služi za evidenciju kretanja potrošnje energije i potrebnu snagu, na temelju kojeg se sastavlja vozni red (dnevni raspored proizvodnje) elektrana, uvoza i izvoza energije bilo sa susjednim republikama ili susjednim državama.

Svi podaci izračunavaju se svakog sata po brojilima ili očitanjem instrumenata u postrojenjima te javljaju telefonskim putem u dispečerski centar.

S obzirom na to što se mreža ubrzano proširuje, a podataka već danas ima mnogo (danas se u Zagrebu prima oko 4500 brojeva kroz 24 h), nametnula se potreba o izgradnji dispečerskog centra, analogno kao i u drugim zemljama. Time se evidentiranje podataka automatiziralo, a efikasnost službe povećala, t. j. širenjem mreže broj podataka se povećava, ali nije potreban veći broj ljudstva, a prednost je automatizacije, što dispečer može odmah uočiti poremećaj u mreži i poduzeti mjere za njeno normaliziranje. Bez toga dispečeru treba biti poremećaj javljen, a time se gubi na vremenu.

Dispečerski centar bio je od 1951. — 1954. smješten primitivno u Gundulićevoj ulici 32, i raspolagao je s tri telefonska aparata, te registrirajućim frekventometrom.

Izgradnjom zgrade Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u Zagrebu, Proleterskih brigada 37, preselio se godine 1955. i dispečerski centar i dalje vršio funkciju pod istim tehničkim uvjetima.

U ožujku 1957. spajanjem mreže Jugoslavije u jedinstveni sistem, povećao se broj telefona na ukupno deset (direktno zakupljene PTT linije). Tada se povećao i broj potrebnih podataka i složenost posla.

U periodu od 1953. — 1956. razmatrali su se principi izgradnje jedinstvenog centra Hrvatske te je 1956. sastavljen idejni zahtjev za izgradnju jedinstvenog dispečerskog centra u Zagrebu, a kasnije će se tokom razvoja mreže eventualno graditi, ako se ukaže potreba, i dispečerski centar manjeg opsega u Splitu.

Na temelju idejnog zahtjeva pristupilo se projektiranju dispečerskog centra i nabavki opreme. Istovremeno dodijeljene su prostorije, koje su adaptirane za njegov smještaj.

Da bi se izgradnja ubrzala, projektiranje su preuzeli službenici Zajednice — dispečerskog odjela — i vršili radove nad izgradnjom.

Projektiranje

Dispečerski centar smatra se prvenstveno komanda gdje rade dežurni dispečeri u tri smjene po 8 sati neprekidno. — U svakoj smjeni u službi su dva dispečera. Kod projektiranja komande usvojena su načela Uredbe o elektroenergetskoj dispečerskoj službi.

Dispečer u službi, da bi nesmetano mogao vršiti postavljeni zadatak treba:

a) održavati vozni red elektrana,

b) održavati vozni red razmjene energije sa susjednim republikama i državama,

c) djelovati brzo u slučaju poremećaja u mreži. Na raspolaganju treba imati:

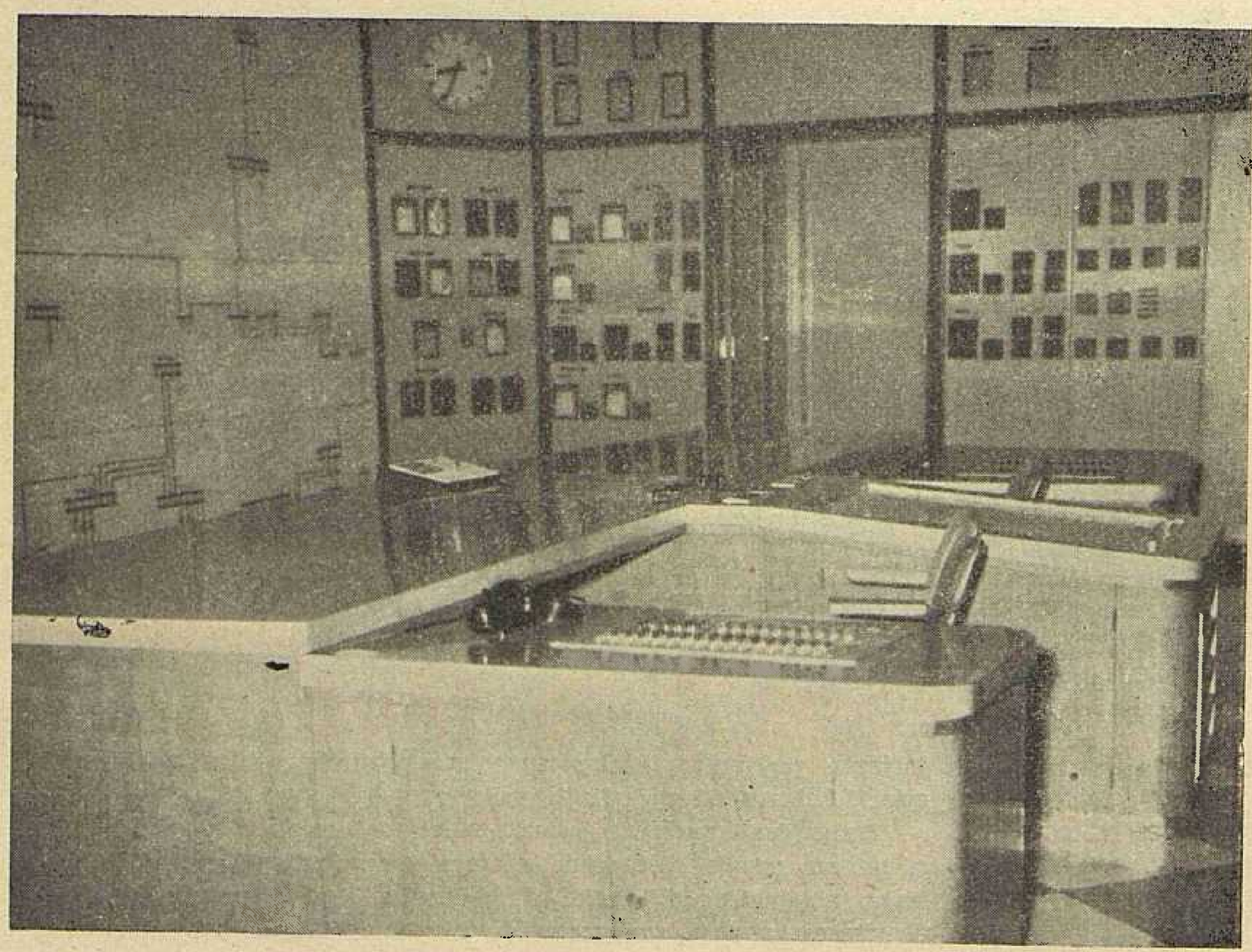
1. Besprijekorne direktne veze (visokofrekventne, PTT ili UKW) sa postrojenjima.
2. Daljinska mjerenja — instrumente koji pokazuju proizvodnju, razmjenu i prijenos energije.
3. Položaj sklopki — stanje mreže visokog napona, u ovom slučaju uklopno stanje mreže 110 kV i u bližoj budućnosti 220 kV.

Sva naprijed navedena javljanja pod toč. 2 i 3 treba da budu vršena automatski, a mjerenja da djelomično registriraju i pokazuju, a djelomično samo pokazuju.

U samoj komandi smješten je dispečerski stol za dva radna mjesta s ugrađenim telefonskim tabloima, magnetofonom i radioaparatom, zatim shema uklopnog stanja mreže 110 i 220 kV, predviđena za proširenje do godine 1970., veličine 2,90 × 7,00 m.

Tu je i ploča za smještaj instrumenata, prijenosa električne energije; ona se sastoji od 5 polja po 600 mm; zatim ploča za smještaj instrumenata, koji pokazuju proizvodnju električne energije, a koja se sastoji od 5 polja po 600 mm s glavnim ulazom u salu komande, te ploča 1,20 m × 2,70 m za smještaj instrumenata za sumiranje veličina i glavnim satom. Uređaji primači za daljinska mjerenja i položaj sklopki te pomoćni agregat smješteni su u posebnim prostorijama u neposrednoj blizini komande.

Ovakav dispečerski centar projektiran je prema zahtjevu za razvoj mreže NR Hrvatske do godine 1970.



Dispečerski centar Hrvatske

Telefonske veze

Telefonske veze su projektirane, da dežurni dispečer nesmetano može neposrednim najkraćim putem uspostaviti vezu s potrebnim objektom. To je uvjetovalo da se gradi neovisno od drugih postojećih javnih mreža, odvojena mreža veza elektroprivrede. Veze su potpuno automatizirane, time da dispečer ima prioritet, a kada ih dispečer ne koristi mogu služiti i drugim službama Zajednice i njenih poduzeća. Dispečerski centar ima pored direktnih telefonskih veza elektroprivrede, posebno zakupljene linije PTT-a s Beogradom, Sarajevom, Ljubljanom, Splitom, Osijekom, zatim direktne veze na PTT mrežu, a predviđene su u daljnjoj budućnosti i UKV veze. Ukupno na dispečerskom stolu završava 26 telefonskih linija.

Da bi se ostali pretplatnici te mreže mogli služiti VF, UKV i direktnim linijama, vezani su preko posrednika telefonske centrale Zajed-

nice elektroprivrede Hrvatske u Zagrebu, a neovisno o dispečerskom centru.

Kod ovakovog rješenja dežurni dispečer može se neposredno uključiti u liniju koju treba, zatražiti prekid razgovora i nastaviti sa svojim radom.

Da bi se smanjio broj telefonskih aparata na minimum, na dvije mikro-slušalice, jer više razgovora nije moguće obavljati istovremeno, telefonske linije završavaju na dva tabloa dispečerskog stola, koji rade paralelno. S ovako izvedenim završetkom linija dežurni može vršiti slijedeće manipulacije:

1. Istovremeno mogu se obaviti dva razgovora s dežurnim dispečerom – dva dispečera rade svaki na jednoj liniji.

2. Dispečera istovremeno mogu pozivati sve ostale slobodne linije. Dispečer se redom može javljati svakoj liniji stavljanjem druge na čekanje i obaviti razgovor po prioritetnom redu.

3. Razgovor mogu obaviti na istoj liniji oba dispečera ili jedan drugome predavati linije.

4. Svaki razgovor može se snimiti na magnetofonsku traku i reproducirati natrag u liniju ili preko razglasa.

5. Dispečer može ukopčati pretplatnike na konferenciju, te istovremeno snimiti razgovor na magnetofon.

6. Dispečer može bilo kojeg pretplatnika neposredno spojiti na glavnog dispečera.

7. Svaki razgovor koji vrši dispečer može se slušati preko razglasa, a istovremeno snimiti na magnetofonsku traku.

Daljinska mjerenja

U principu dispečerski centar će raspolagati veličinama koje su neophodno potrebne. Prijenos mjerenja sveden je na najmanju moguću mjeru. Od mjerenja prenašaju se slijedeće veličine:

a) Proizvodnja po elektranama iznad 10 MW; MW se registrira, a MVAr pokazuje, mjereno na generatoru.

b) Prijenos energije na važnijim vodovima, kao: razmjena energije sa susjednim republikama i državama, te važnijim vodovima mreže na kojima se eventualno očekuje usko grlo ili slično. Ova mjerenja prenosit će se za MW i MVAr pokazno u dva smjera.

c) Mjerenje napona predviđa se samo na pojedinim ključnim točkama mreže. Mjerenje predviđeno s jednim instrumentom može se prespajati sklopkama. Svaki napon može se registrirati.

Nadalje u centru se sumiraju registrirajućim instrumentima ove veličine:

a) Neto razmjena energije sa LR Slovenijom MW i MVAr u oba smjera;

b) Neto razmjena energije sa NR Bosnom i Hercegovinom MW i MVAr u oba smjera;

c) Neto razmjena energije sa Republikom Mađarskom MW i MVAr u oba smjera;

d) Ukupna proizvodnja elektrana u NR Hrvatskoj MW;

e) Ukupni dijagram opterećenja NR Hrvatske MW – suma instrumenata pod toč. a – d.

Da bi se mogao registrirati kvalitet energije predviđena su dva registraciona frekventometra, jedan sa skalom 45 – 55 Hz i drugi 49 – 51 Hz s istom dužinom skale kao i prvi.

Predviđen je smještaj registracionih kilovoltmetara za registriranje napona 110 i 220 kV. Sva mjerenja su predviđena samo za mrežu 110 i 220 kV.

Daljinsko javljanje položaja sklopki

Javljanje položaja sklopki prenaša se automatski, a predviđa se prijenos svih sklopki 110 i 220 kV. Dojava položaja sklopki ima dva signala:

a) uspostavljen tok energije i

b) prekinut tok energije.

Signal da je tok energije uspostavljen, transformator ukopčan ili generator sinhroniziran na mrežu, javlja se, ako su svi elementi dotične jedinice ukopčani.

Signal da je tok energije prekinut javlja se, ako je bilo koji od elemenata dotične jedinice ispao iz pogona ili iskopčan. Kao daljinska signalizacija predviđeno je da se iz svakog postrojenja prenosi 5 – 10 obavijesti stalnog karaktera, kao: »ispao iz pogona«, »javite se odmah«, i t. d., za slučaj da su telefonske linije zauzete ili nije u mogućnosti da se javi dispečeru.

Automatska regulacija frekvencije

Projektom je predviđeno mjesto za smještaj aparata i uređaja, a riješit će se naknadno, zajedno sa rješenjem o regulaciji za cijeli sistem Jugoslavije.

Pogon dispečerskog centra

Da bi se rad u dispečerskom centru mogao nesmetano odvijati, pogon uređaja priključen je normalno na javnu mrežu, a u slučaju prekida snabdijevanja električnom energijom iz javne mreže, ima agregat za nužni pogon, koji je automatiziran, bilo da potpuno nestane napona iz mreže ili padne ispod 190 V. Uređaji zahtijevaju stabilan napon.

U tu svrhu predviđeno je snabdijevanje energijom iz akumulatorske baterije 220 V, 120 Ah koja služi za pogon agregata 220 V, 3,5 kW i potrebe laboratorija Zajednice. Za pogon telefonskih uređaja i signalizaciju položaja sklopki predviđa se akumulatorska baterija 24 V, 120 Ah. Za vrijeme prekida sa strane mreže agregat snabdijeva nužnu rasvjetu i uređaje daljinskih mjerenja. U komandi predviđen je također matični sat s pogonom na istosmjerni napon 24 V, na koji se može priključiti 28 pomoćnih impulsnih satova s točnošću jedne minute kroz 6 mjeseci.

Povezivanje dispečerskog centra sa postrojenjima

Dispečerski centar s postrojenjima bit će povezan na dvije točke sistema podzemnim kabelima, koji će služiti za telefoniju, prijenos mjerenja i daljinsko javljanje položaja sklopke.

Kao krajnje točke VF mreže određene su TS Rakitje i TS Resnik. Od TS Rakitje do dispečerskog centra bit će položen podzemni simetrični kabel dužine 15 km sa 48 pari 1,2 mm ø, a od Resnika do centra kabel dug 7 km sa 30 pari 0,7 mm ø.

Izgradnja dispečerskog centra

Izgradnjom dispečerskog centra započelo se godine 1957. U komandi centra dovršene su ploče za smještaj instrumenata, ugrađeni su instrumenti koji su bili na licu mjesta, zatim shema mreže 110 kV sa stanjem 1. I. 1960., dispečerski stol, t. j. radni stol dežurnih dispečera.

Ugrađeni su odgovarajući uređaji (primači) za instrumente koji su montirani na ploči, te položeni vodovi i spojevi od uređaja do instrumenata.

Montirane su akumulatorske baterije 220 V i 24 V te privremeni agregat za nužni pogon.

Potpuno je dovršen dispečerski stol s telefonskim uređajem i stavljen u pogon provizornim telefonskim nadzemnim linijama dne 27. III. 1959. godine (vidi sliku).

Polaganje podzemnog kabela od Rakitja do dispečerskog centra je u toku i očekuje se njegovo stavljanje u pogon oko sredine III. 1960. Time će se moći djelomično aktivirati automatizacija telefonskih linija i postojeća mjerenja.

Stavljanjem u pogon ovog kabela riješit će se djelomična automatizacija telefonije i aktiviranje najnužnijih mjerenja u zapadnom dijelu Hrvatske.

Daljnja montaža mjerenja vršit će se u etapama kako budu ulazili u pogon energetski objekti.

Daljinsko javljanje položaja sklopki za sada ne će biti aktivirano, jer za to još ne postoje uređaji.

Naslov pisca: Branko Masnec, ZEPH, Zagreb, Ulica proleterskih brigada 37

Izgradnja Toplane Zagreb

U prošlom broju dali smo kratak opis o napredovanju izgradnje Toplane, do kraja listopada 1959.

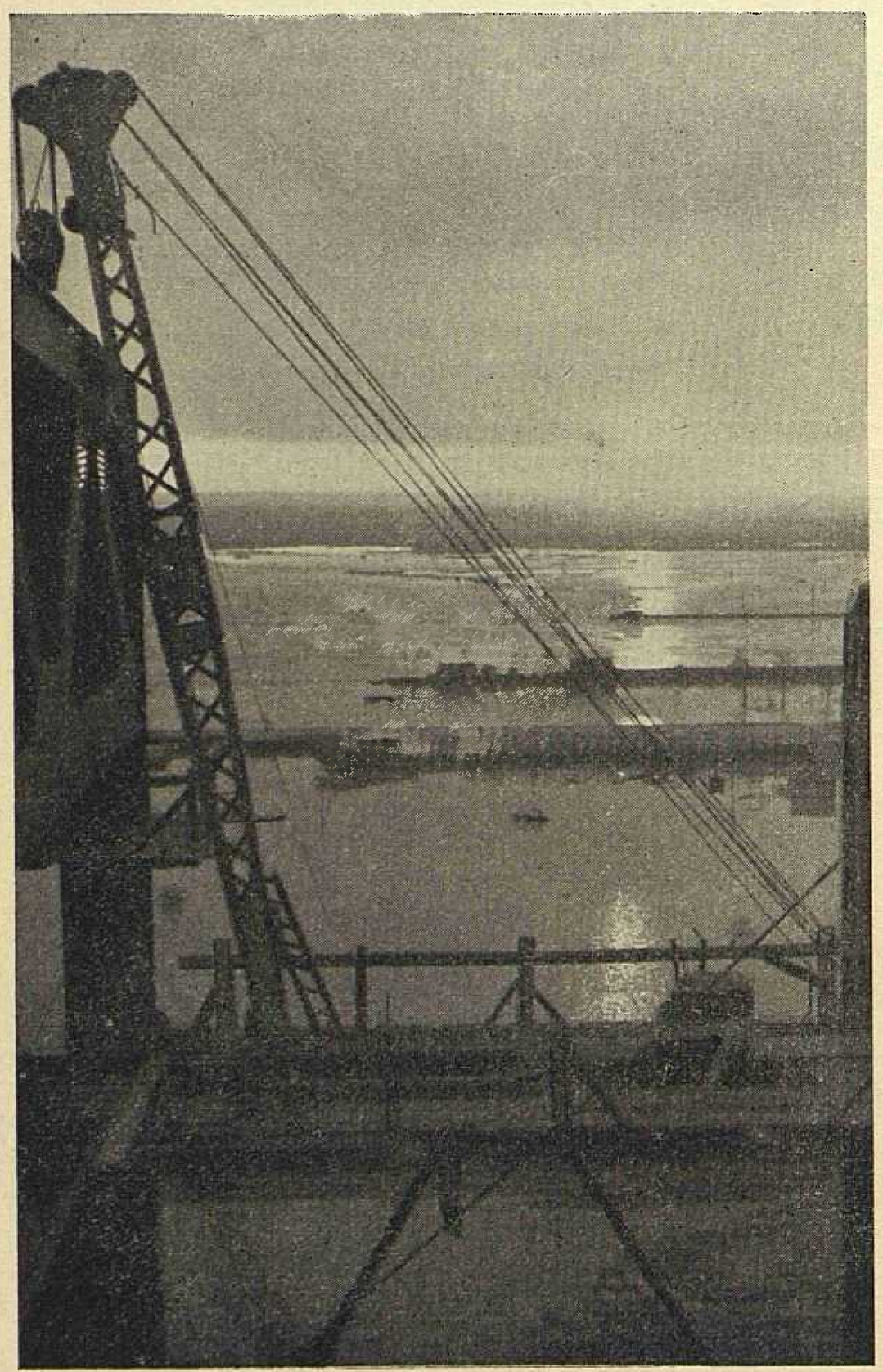
U zadnja dva mjeseca godine 1959. radovi su dalje napredovali, naročito na industrijskom kolosijeku, radionici, skladištu i temeljima glavne pogonske zgrade.

Industrijski kolosijek je potpuno završen, ali komisija za tehnički prijem još nije dala uporabnu dozvolu, jer je ustanovila, da je potrebno na jednom dijelu nasipa izvršiti asanaciju, a isto tako i na jednom provizornom prijelazu.

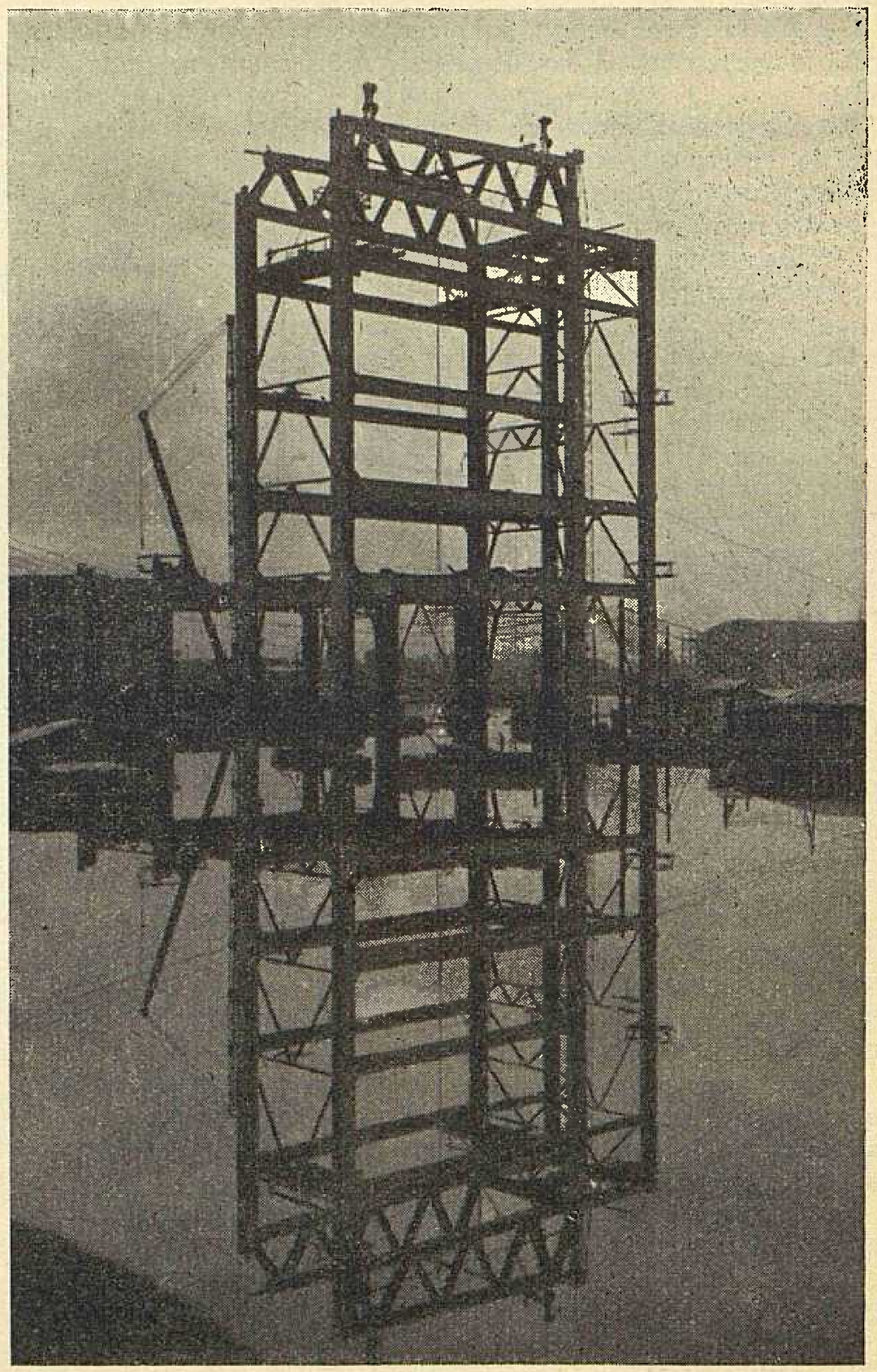
Uslijed mnogih kiša došlo je naime na jednom dijelu nasipa do bubrenja i klizanja materijala, a provizorni prijelaz bio je preslabo izgrađen grješkom izvađača. Ovo dotjerivanje dovršit će se kroz 2–3 mjeseca, pa će onda kolosijek biti sposoban za prijevoz najtežih dijelova opreme za Toplanu.

Radionica i skladište dovršeni su u tolikom opsegu, da su se mogli predati na upotrebu montažnom poduzeću »Braća Kavurić«, koje je tamo organiziralo proizvodnju dijelova konstrukcije za kotlovnicu.

U glavnoj pogonskoj zgradi završeni su svi temelji na području kotlovnice, osim temelja mlinova i usisnih ventilatora, a na području strojarnice započeti su temelji turboagregata i dovršen je veći dio temelja same strojarnice. Na zgradi 30 kV-nog postrojenja djelomično je izrađen betonski



Sl. 1. Gradilište Toplane Zagreb poplavljeno u XII. 1959.



Sl. 2. Poplava u XII. 1959. Konstrukcija kotlovnice

skelet. Isto tako djelomično su dovršeni temelji za 110 kV-no postrojenje i temelji za transformatore i kabelski kanali. Završen je i betonski skelet zgrade za čišćenje vode.

Na ostalim objektima bilo je rađeno dalje na skladištu ugljena, u prvom redu na bunkeru uzdužnog transportera, zatim započet je temelj dimnjaka, radilo se na kanalizaciji itd.

Uslovi za gradnju nisu bili povoljni, pa je na pr. u prosincu bilo 17 neradnih, kišnih dana, a 27. prosinca nastupila je poplava, od koje je gradilište bilo nesposobno za daljnji rad.

Paralelno s građevinskim radovima bila je nastavljena i montaža nosive čelične konstrukcije kotlovnice i kotlova. Ova konstrukcija je na području I. kotla bila potpuno dovršena, a na području II. kotla, tek sa jednim manjim dijelom, po prilici 30 %.

Kako smo u zadnjem broju izvijestili, konstrukcija na dijelu I. kotla trebala je biti gotova već početkom mjeseca studenog, ali do zakašnjenja došlo je zbog mnogih odugovlačenja i neizvršavanja obaveza, počevši od projektantskih radova, konstruktorskih radova pa do izrade u radionicama. Loše vremenske prilike također su i ovdje ometale montažne radove na terenu.

Tako se nije mogla početkom studenog početi montaža samog kotla, nego se morala odgoditi na kasnije, kad to vremenske prilike dozvole (radi se na otvorenom).

Premda nisu održani mnogi ugovoreni rokovi za dovršenje projekata, građevinskih i montažnih radova, ipak konačni rokovi za puštanje pojedinih agregata Toplane u pogon nisu još ugroženi, jer se prilikom ugovaranja sa pojedinačnim ugovaračima predvidjela izvjesna vremenska rezerva. Međutim ova rezerva je već prilično iskorištena, te u nastavku radova treba nastojati, da do daljnjih zakašnjenja više ne dolazi.

Naročito je važno za daljnji napredak radova pravovremeno dovršenje izvedbenih nacrta, a to je osobito kritično kod projektiranja strojarskog dijela postrojenja. Ovo je projektiranje usko vezano s nabavkom opreme. S jedne strane se oprema ne može ugovarati bez podataka projektanata, a s druge strane ne mogu se glavni izvedbeni projekti izrađivati bez mjernih skica i ostalih podataka opreme. Kod toga se ne radi samo o glavnoj, nego i o velikom broju srednje opreme (pumpe, motori, spremnici vode itd.). Baš ove vrste opreme, svaka za sebe manja po vrijednosti, veoma mnogo utječu na tempo projektiranja. Treba spomenuti da zapreku za odobravanje projekata čini i proces revizije tih projekata, jer traje neobično dugo.

Sl. 3. Poplava u XII. 1959. Pogled na postrojenje 30 i 110 kV

Do danas je ugovoreno po vrijednosti oko 80 % opreme Toplane (od ukupnih 5.642 milijuna dinara). Samo uvozne opreme sklopljeno je u vrijednosti od 1.673 milijuna deviznih dinara. Kod uvozne opreme osnovni problem, koji je ozbiljno kočio i ometao rad na projektiranju, je sistem odobravanja uvoza, koji sa svojim mnogobrojnim stepenicama odobravanja čini, da se mora potrošiti za odobravanje nabavke opreme oko 3–5 mjeseci, a obavezne mjerne skice od proizvađača mogu se dobiti tek kad je uplaćena prva rata. Kod domaćih dobavljača opreme je dobivanje mjernih skica dosta otežano, radi veoma sporog reagiranja naših tvornica.

U financijskom pogledu 1959. prošla je u znaku akontacija Jugoslavenske investicione banke, koja je iz Općeg investicionog fonda u razdoblju od 7. ožujka 1958. do 19. kolovoza 1959. odobrila šest akontacija u ukupnom iznosu od oko tri milijarde dinara. Isto tako 1959. prošla je u znaku odobravanja investicionog programa za Toplanu, koji je konačno bio i odobren 7. listopada 1959. sa iznosom od oko 9,5 milijardi dinara. Od odobrenih akontacija bilo je u 1958. utrošeno 700 milijuna dinara, a 1959. oko dvije milijarde dinara.

Ove brojke uključuju u sebi sve troškove za projektiranje, otkupe zemljišta, akontacije za opremu i za građevinske radove.

Ing. B. Baranović

Distributivna mreža Gorskog Kotara prešla na napon 10 kV

Dana 13. rujna ove godine prešao je ostatak distributivne mreže Gorskog Kotara sa napona 5 na napon 10 kV. Time je Gorski Kotar potpuno prešao na tipizirani napon 10 kV i na području Elektroprimorja (Rijeka, Opatija, Crikvenica, Skrad) svi zračni vodovi su u pogonu sa naponom 10 kV. Gradske kabelske mreže u Rijeci, Opatiji i Crikvenici ostaju do daljnjega u pogonu sa 5 odnosno 3 kV.

Na 10 kV prešlo je ukupno 25 transf.-stanica, sa 26 transformatora ukupnog učina nešto preko 1000 kVA te cca 70 km voda 10 kV. Kako se vidi iz navedenih podataka, radi se o seoskoj elektrifikaciji i što se tiče konzumenata, kod prijelaza na 10 kV nije bilo nikakvih poteškoća. Potrebne transformatore za prijelaz 10/0,4 kV imao je područni ured Skrad, kao rezervu, ili ih je ustupila Rijeka. Prethodnih dana dopremljene su u pojedine transf.-stanice transformatori 10/0,4 kV te su na dan prijelaza samo zamijenjene jedinice. U manjim transf.-stanicama montirani su tokom godine transformatori, prespojivi primarno na 5 i 10 kV, spojeni i u pogonu sa 5 kV. Na sam dan prijelaza i slijedeći dan, otvoreni su takovi transformatori na licu mjesta te uz pomoć radnika transformatorske radionice sa Rijeke prespajani na 10 kV.

Vodovi koji su prešli na 10 kV građeni su dijelom kao 10 kV, dijelom (prije rata) kao 6 kV sa izolatorima 6 kV (Frauenthal). Još prilikom prijelaza zračne distributivne mreže Crikvenica sa 6 kV na 10 kV ispitani su takovi izolatori u laboratoriju Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, te je ustanovljeno, da zadovoljavaju propisima »JUS« i da se mogu bez daljnjega upotrebiti za napon 10 kV. Neposredno prije prijelaza na 10 kV, vodovi su detaljno, svaki izolator pojedinačno, pregledani.

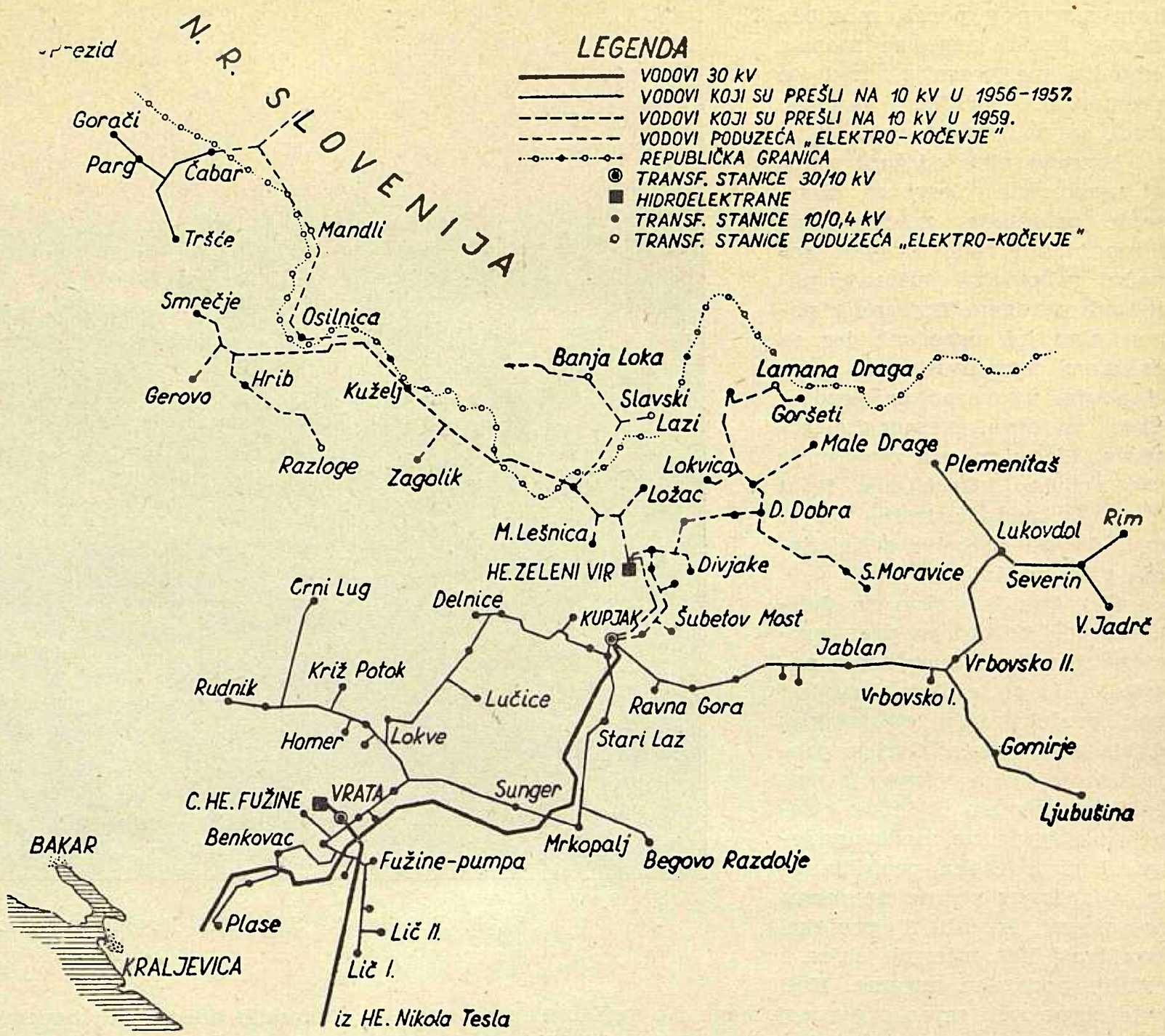
Za vrijeme prijelaza pa do danas nije bilo defekata kako na transformatorima tako ni na vodovima 10 kV.

Kako se vidi iz karte distributivnih vodova Gorskog Kotara prijelaz je uslijedio iz transf. stanice 30/10 kV Kupjak – HE Zeleni Vir – Gerovo. Glavna poteškoća za prijelaz Gorskog Kotara na distributivni napon 10 kV je bila hidrocentrala Zeleni Vir.

HE Zeleni Vir sa ugrađenim generatorom 1 MVA i proizvodnjom od cca 5 GWh godišnje, građena je za napon

5 kV, kako rasklopnica tako i generator. Potpuni prijelaz distributivne mreže Gorskog Kotara zahtijevao je zamjenu postojeće rasklopnice u HE Zeleni Vir i montažu odgovarajućeg transformatora, prijenosnog omjera 5/10 kV uz postojeći generator. Poduzeće »Elektroprojekt«, Zagreb, izradilo je investicioni program za zamjenu rasklopnice u HE Zeleni Vir. Njega je odobrila »Komisija za reviziju projektnih zadataka« u Zagrebu. Projekt nove rasklopnice u HE Zeleni Vir također je izrađen po »Elektroprojektu«. Ukupni troškovi nove rasklopnice s transformatorom 1000 kVA 10/5 kV predviđeni su sa dinara 16,655.000. Poteškoća je bila u financiranju radova. Zajam za rekonstrukciju se nije mogao dobiti iz fonda zamjene HE Zeleni Vir. Odlučeno je da se radovi financiraju iz zamjene »Elektroprimorje« područni ured Skrad, u čijem se sklopu nalazi HE Zeleni Vir, u roku od dvije godine. Stanje distributivne mreže Gorskog Kotara je takovo da se potrebna sredstva za HE Zeleni Vir nisu mogla odvojiti u samo jednoj godini. Inače se navedenom rekonstrukcijom amortizacioni fond povećava za preko 1 milijun dinara godišnje.

Radovima na rekonstrukciji rasklopnice HE Zeleni Vir se je pristupilo sredinom 1959. Transformatorska radionica na Rijeci je izradila i montirala željeznu konstrukciju za klijetke. U režiji područnog ureda Skrad izrađeni su svi zidarski radovi: kanali za kabele, pregradni zidovi, postolja za transformatore i t. d. Montažu rasklopnice izvršio je područni ured Skrad. Interesantno je navesti, da su sabirnice i svi spojevi izvedeni s aluminijem (već petu godinu na području elektroprimorja se sve trafostanice, osim seoskih, montiraju, na 10 kV strani i više, sa Al 50 × 5 mm). Kompresor, spoj komprimiranog zraka do pojedinih sklopki, spoj istosmjerne struje 48 V kao i ispitivanje svega, izvela je tvornica »Rade Končar«. Transformator 1000 kVA, 10500/6300 V = 4 %, spoj Yd 5 dobijen je, kao prijenos osnovnih sredstava, od poduzeća »Elektrolika« Gospić. U transformatorskoj radionici je sekundar transformatora zamijenjen, uz trošak od 557.000 dinara, s novim svicima za napon 5 kV tako da su mu nove karakteristike: 1000 kVA, 10500/5000 V = 4 %, spoj Yd 5. Po obujmu radova je čitava rekonstrukcija rasklopnice izvršena, osim komandne ploče, koju će tvornica »Rade Končar« isporučiti sredinom slijedeće godine, što međutim nije smetalo stavljanju rasklopnice u pogon. Ukupni troškovi zamjene rasklopnice iznosit će (u tisućama dinara):



Vodovi 10 kV Skrad

1,780	građevinski radovi
1,150	željezna konstrukcija
7,610	10 kV otprema sa montažom
1,340	kompresor, aku-baterija, zaštita i t. d.
350	prijevoz
12,230	utrošeno do sada
4,800	komandna ploča
17,030	sveukupno

Kako vidimo, neznatno povećanje, prema predviđenim troškovima.

Na svojoj zadnjoj sjednici je Radnički savjet poduzeća odobrio nabavu drugog agregata iz fondova poduzeća. Ovih dana su sklopljeni ugovori sa tvornicama: »Litostroj« i »R. Končar«, za isporuku turbine, generatora i druge opreme. Rok isporuke je prema ugovoru sredina 1961. Možemo dakle računati da će u prvoj polovini 1962. biti potpuno dovršena izgradnja HE Zeleni Vir.

Ing. Branko *Mrakovčić*,
»Elektroprimorje«, Rijeka

Vijesti s raznih gradilišta

TS 35/10 kV SENJ

Prema prijašnjoj koncepciji bilo je predviđeno napajanje grada Senja izgradnjom voda 30 kV Vinodol – Novi – Senj s time, što bi se u I. etapi izgradio kompletni vod i transformatorska stanica u Novom. Napajanje grada Senja vršilo bi se u početku preko voda 30 kV Novi – Senj, koji bi privremeno radio pod naponom 10 kV.

Izmjenom osnovne sheme HE Senj, ova elektrana se povezuje sa HE Vinodol vodom 110 kV. Izgradnja ovog voda je započela radi opskrbe gradilišta HE Senj. Uslijed toga otpada potreba izgradnje još jednog voda na potezu od Novog do Senja.

Budući da je gradu Senju žurno potrebna energija, to se pristupa izgradnji TS 35/10 kV Senj usporedo s izgradnjom voda 110 kV HE Vinodol–TS 110 kV Senj. U vezi s tim treba izgraditi spojni vod 35 kV dužine 6 km od TS 110 kV do grada Senja (stanice). *Ing. Boris Lipnjak*, Zagreb

TS 30/10 kV VRATA

Građevinski dio stanice je dovršen. Dovršava se i montaža. Stanica će služiti za potrebe distribucije, za Jugoslavenske željeznice kao i za rad pumpnih stanica.

Ing. Buljević, Rijeka

TS 30/10 kV PODRAVSKA SLATINA

Ova stanica je građevinski dovršena koncem IX. Montaža stanice je pred dovršenjem. Poteškoću predstavlja kasna dobava pojedinih dijelova opreme, koja po ugovoru stiže tokom XI i XII. Stanica bi mogla biti puštena u pogon koncem XI.

DV 30 kV NAŠICE – PODRAVSKA SLATINA

Radovi na izgradnji voda započeli su u VII., a trebali su biti završeni do konca XI. U IX. mjesecu nastale su poteškoće s dobavom centrifugiranih stupova od »Jugobetona«, uslijed nestanka betonskog željeza s tržišta. Sklopljena je pogodba s poduzećem »Karpoš«, Skoplje.

Uslijed ove situacije vod će predvidljivo biti dovršen koncem godine. *V. Vincer*, Osijek

TS 30/10 kV IMOTSKI

Građevinski radovi dovršavaju se 15. XI. Izgradnja se produžila radi poteškoća oko nabave betonskog željeza.

Montažni radovi se uslijed toga dovršavaju koncem I. 1960. *Projektni odjel »Elektrodalmacije«*

DV 30 kV DIONICA KRALJEVAC – RIMSKI PUT

Nastale su poteškoće oko dobave betonskog željeza. Radovi se predvidljivo dovršavaju koncem godine.

Projektni odjel »Elektrodalmacije«

TS 30/10 kV PETRINJA

Stanica će sigurno biti gotova do konca godine.

»Elektra«, Sisak

TS 30/10 kV BATRINA

Polovicom X. nalaze se građevinski radovi u završnoj fazi. Montažni radovi bit će dovršeni do konca godine.

Ivan Sokolić, Križ

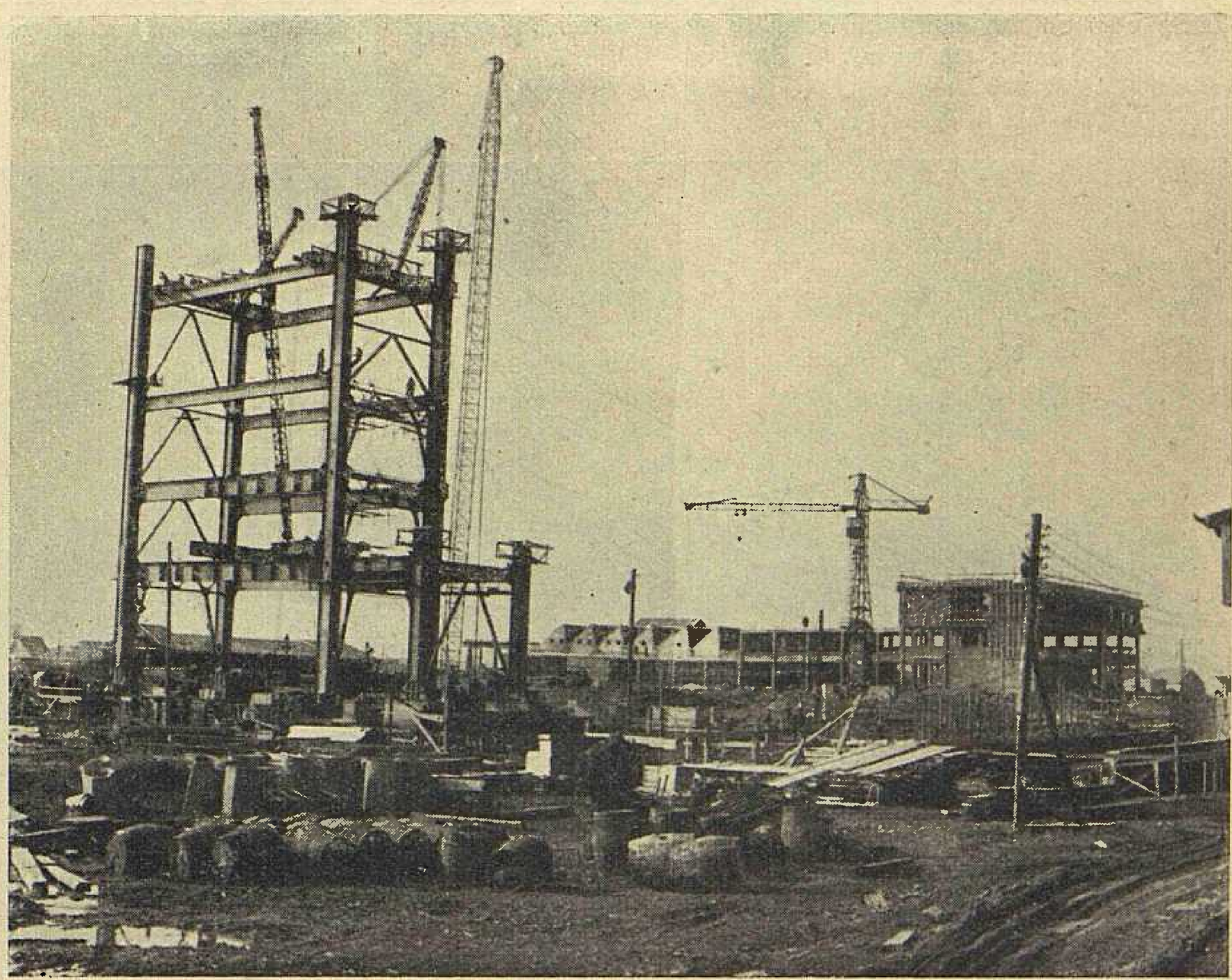
GRADNJA DV 110 kV PERUČA–SPLIT

U toku ove godine otpočela je izgradnja dalekovoda 110 kV Peruča–Split, dužine 34,118 km. Investitor je »Elektroprenos« Split. Zadatak je DV 110 kV Peruča – Split, da vrši prijenos električne energije proizvedene u HE Peruča u mrežu 110 kV preko TS 110/30 kV Split.

Dalekovod je jednostruki s pocinčanim čeličnim rešetkastim stupovima. Vodiči su alučelik 150 mm², dozemno uže Fe 50 mm².

Za izvedbu građevinskih i montažnih radova utrošit će se proračunska suma u iznosu od 120,900.000 dinara. Za građevne radove investitor je osigurao potrebnu količinu pocinčanih čeličnih rešetkastih stupova. Ostali građevinski i montažni materijal dužni su nabaviti izvođači.

Nadalje investitor je odredio da rok dovršetka svih radova treba biti 1. rujan 1960. Glavni projekt za DV 110 kV Peruča–Split izradili su projektanti poduzeća »Dalekovod«, Zagreb *I. R.*



Gradnja kotlovnice u Toplani Zagreb (XI. 1959.)

IZGRADNJA DALEKOVODA 110 kV MOSTAR–STON

Proširenje jugoslavenske mreže napona 110 kV nastavlja se izgradnjom dalekovoda 110 kV Mostar–Ston, u dužini od 68,6 km. Izgradnjom ovog dalekovoda omogućit će se prijenos električne energije iz jedinstvenog elektroprivrednog sistema za potrebe područja Ston, a prvenstveno opskrba luke Ploče, zatim Metkovića, poluotoka Pelješac, te Korčule i drugih manjih otoka u sklopu ovog područja.

Uključenjem ovih krajeva u jedinstveni energetski sistem otpast će neekonomična opskrba energijom iz dotrajalih mjesnih elektrana malih snaga. U perspektivnom planu predviđeno je proširenje ove visokonaponske mreže za prijenos energije prema Dubrovniku, Baru i drugim mjestima NR Crne Gore.

Investitori su: »Elektroprenos« Split i »Elektroprenos« Sarajevo, a glavni projekt izradili su projektanti »Dalekovoda«, Zagreb. Na održanom javnom nadmetanju investitori su usvojili ponudu poduzeća »Elektrocentar« Sarajevo za izvođenje građevnih i montažnih radova na DV 110 kV Mostar–Ston.

Prema glavnom projektu početna točka dalekovoda je TS 10 kV Raštani kod Mostara, a završna bit će TS 110/35 kV u Stonu. Pravac trase položen je od TS Raštani koji do Metkovića ide lijevom stranom, istočno od Neretve, radi povoljnog terena i ceste. Drugi dio trase ide od Dračeve Doljane, gdje se približava postojećoj cesti Mostar–Metković, preko Stonskog kanala u transformatorsku stanicu Ston. Trasa uglavnom prolazi oštrim kamenjarima, a djelomično šikarjem i raslinama, valovito, s izrazito strmim dionicama. Najteže dionice su kod Mostara, Glušci–Vranjevo selo i prijelaz preko Stonskog kanala.

Prijelaz zračnim vodom preko Stonskog kanala postavljen je na mjestu, gdje je kanal najuži, a između uzvisine Planikovac na sjevernoj strani i Kuline na južnoj strani Stonskog kanala. Raspon stupova na mjestu prijelaza je 720 m i to između stupova br. 218 i 219.

Stupovi su čelični rešetkasti iz profilnog čelika, jednostrukog tipa, s razmještajem konzola u obliku jele. Stupova ima 229 komada i to 191 nosnih i 38 zateznih. Srednji raspon među stupovima je 300 m, najveći raspon iznosi 720 m, a najmanji 81 m.

Obzirom na zonu III. stupovi su dimenzionirani za pritisak vjetra od 130 kg/m² na stup do 30 m visine, a stupovi visine 30–60 m za 150 kg/m².

Kod užeta za oba slučaja računano je 130 kg/m² na koeficijent djelovanja vjetra 1,2 na užetu. Prema projektu za vodiče je usvojeno alučelno uže 3 × 150/25 mm², odnos čelika i aluminija 1 : 6.

Zaštitno uže je od čelika II 1 × 50 mm² s prekidnom čvrstoćom 70 kg/mm². Za prijelaz preko mora u Stonskom kanalu od 720 m, radi korozije i mehaničke zaštite užeta, uzeti su vodiči na prijelazu Če III 3 × 150 mm², zaštitno uže na prijelazu Če III 1 × 95 mm², a visina vodiča nad morem iznosit će 40 m. Svi ostali elementi isti su kao i na drugim dionicama dalekovoda.

Izolatori su porculanski, kapasti tipa K-3, a ovjesni materijal je domaće proizvodnje za promjer bata 16 mm, što je usklađeno s izolatorima K-3.

Stupovi će se uzemljiti pocinčanim čeličnim užetom 50 mm² ili s pocinčanim betonskim željezom promjera 8 mm, koje prolazi oko svakog pojedinog temelja, t. j. kod svakog stupa oko 4 temelja. Za poboljšanje uzemljenja upotrebit će se pocinčana traka 30 × 3,5 mm.

I. R.

DEFINITIVNI PRIKLJUČAK HE GOJAK NA DALEKOVODNU MREŽU

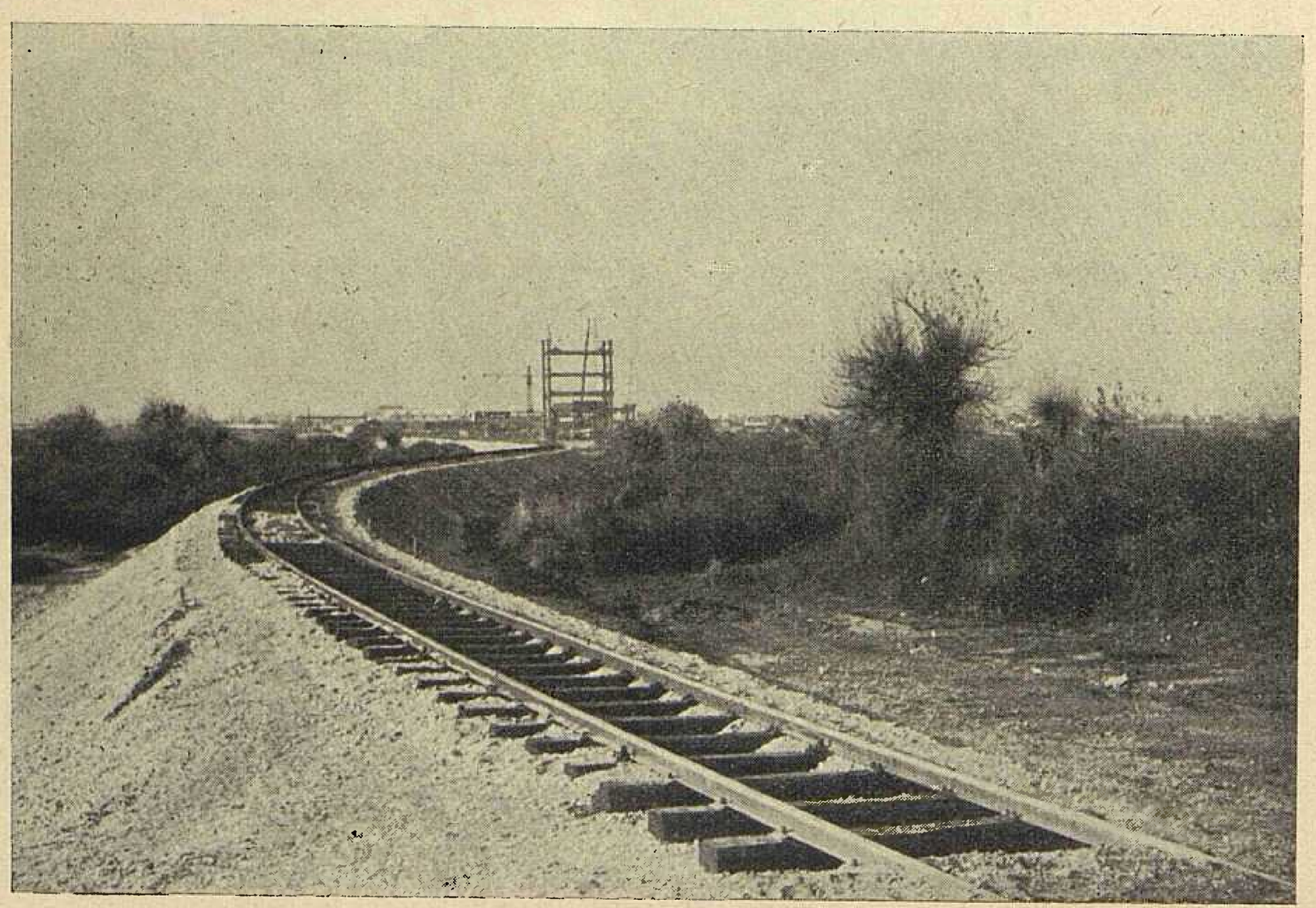
Na postojećem dalekovodu 30 kV Duga Resa–Oštarije ranije izgrađena veza sa HE Gojak služila je kao provizorij. Potpunom izgradnjom i puštanjem u pogon hidroelektrane pristupilo se izgradnji definitivnih priključaka na spomenuti dalekovod.

Prvi rasplet iz HE Gojak vezan je na dalekovod prema Dugoj Resi, dok je drugi priključen na dalekovod prema Oštarijama. Dužina novih priključaka je 5600 m, a izvedeni su na betonskim stupovima tipa »Šperac«. Za građevne radove, te opremu i montažu utrošeno je oko 14 i pol milijuna dinara. Projekte i radove izvelo je poduzeće »Dalekovod« Zagreb, a investitor je »Elektra« Karlovac.

Pod konac prošle godine pušten je u pogon priključak izveden prema Oštarijama, a početkom siječnja 1960. priključak iz elektrane na dalekovod prema Dugoj Resi.

Ovom izgradnjom priključaka HE Gojak povezana je definitivno u dalekovodnu mrežu 30 kV, što će biti od velike koristi za redovitu opskrbu električnom energijom industrijskih postrojenja u Dugoj Resi, kao i za elektrifikaciju područja Oštarije.

I. R.



Industrijski kolosijek za Toplanu Zagreb (XI. 1959.)

65 godina elektrike u Zadru

1. I. 1895. — 1. I. 1960.

Prvo svijetlo

List »IL DALMATA« (Dalmatinac), koji je na talijanskom jeziku izlazio u Zadru, donio je u broju 1/XXX od 2. siječnja 1895. na istaknutom mjestu članak pod naslovom: »Avvenimento« (Događaj), u kom kaže:

»Za nas je to događaj! A i za svakoga u čijim grudima bije srce Zadranina to je ushit zbog izvršenja jednog velikog naprednog djela.

Zadar, naš lijepi i dražesni gradić divio se sinoć prvom pokušaju javnog osvjetljenja električnim svijetlom, pokušaju, koji je uspio iznad svakog očekivanja.

Prvi je pokušaj obavljen zapravo iznenada u nedjelju u noći. U jednom su trenu Via Larga i druge sporedne ulice bile rasvijetljene električnim žaruljama na veliko začuđenje rijetkih prolaznika.

Na Silvestrovo uveče pokus je bio potpuniji. Vrijeme je bilo lijepo, a temperatura skoro proljetna. Na ulicama je bilo mnoštvo šetača, kao za velikih i svečanih zgoda. Razgovor je bio živahan, u očekivanju velikog događaja.

Mnoštvo sakupljeno na Gospodskom trgu (Piazza dei signori) bilo je golemo, kadli — točno kad je odbilo 8 sati — planu velika električna kugla (globo elettrico) jakošću od 1000 svijeća, a bijelo, srebrnasto, mirno svijetlo obasja čitav trg, sjajno kao u po bijela dana.

Gradska glazba, postrojena pred Gradskom vijećnicom, intonirala je svečanu koračnicu, a usklici divljenja i oduševljenja provališe opetovano i pretvoriše se u aklamacije načelniku Trigari-u, općini, vijećnicima, Zadru i njegovoj uljudbi.

Zadrhtala je svaka žilica, raznježilo se svako srce u grudima . . .«

I tako je Zadar, tada glavni grad Dalmacije, bio, kako izgleda, prvi dalmatinski grad, koji je dobio električnu rasvjetu.[1]

Zadar i zadarsko područje

Područje »ELEKTRE«, Zadar, obuhvaća područje kotara Zadar, te općine Stankovci, koja spada pod kotar Šibenik.

U elektroenergetskom smislu područje čini zatvorenu cjelinu i pripada t. zv. »Zadarskom energetskom području«, koje osim samog grada Zadra, obuhvaća područje Nina, Obrovca, Benkovca i Biograda u zaleđu, te otoke pred Zadrom: Ugljan, Pašman, Iž, Ravu, Dugi otok, kome se na sjeverozapadnom rubu nastavljaju Sestrunj, Molat i Ist.

Otok Pag na sjeveru spada također u Zadarsko energetsko područje, ali u pogledu elektrifikacije čini zasebnu zaokruženu cjelinu.

Za zadarsko područje karakteristično je to, da ima vanredno lijepo razvedenu otočnu obalu, kao stvorenu za turističku djelatnost, ali nije uključeno u turizam, te nije ni obuhvaćeno turističkim zajmom — da ima vrlo bogato i plodno poljoprivredno zaleđe, Ravne Kotare, ali nije uključeno u značajnije poljoprivredne planove — da ima dosta slabo razvijeno pomorstvo i industriju, koji su još u povojima, ali se područje smatra industrijskim.

U ovim suprotnostima ima ipak i neke logičnosti.

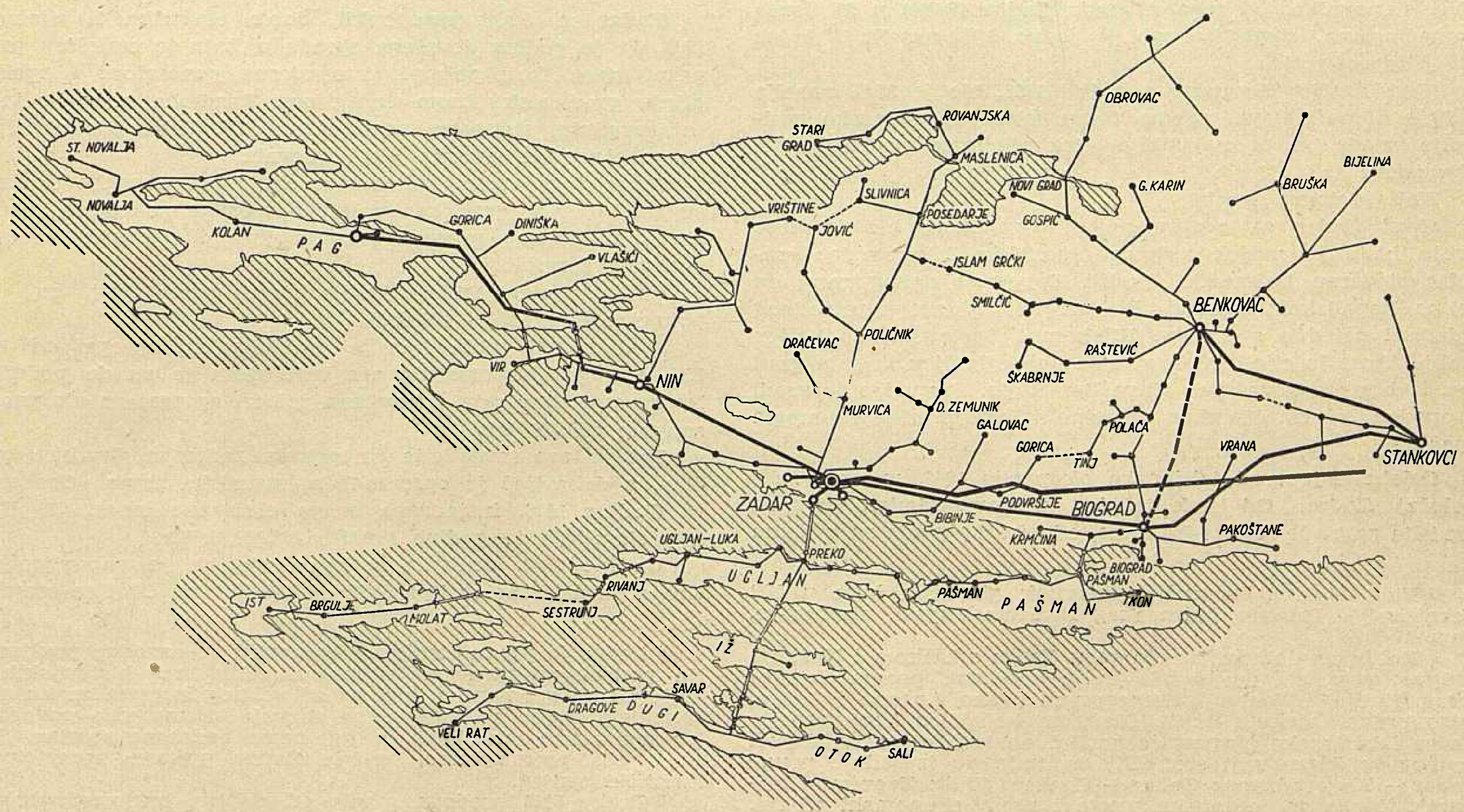
Zadar ima, naime, takav prirodni i geografski položaj, da mu je — uz pretpostavku, da mu se pruži mogućnost raz-

---

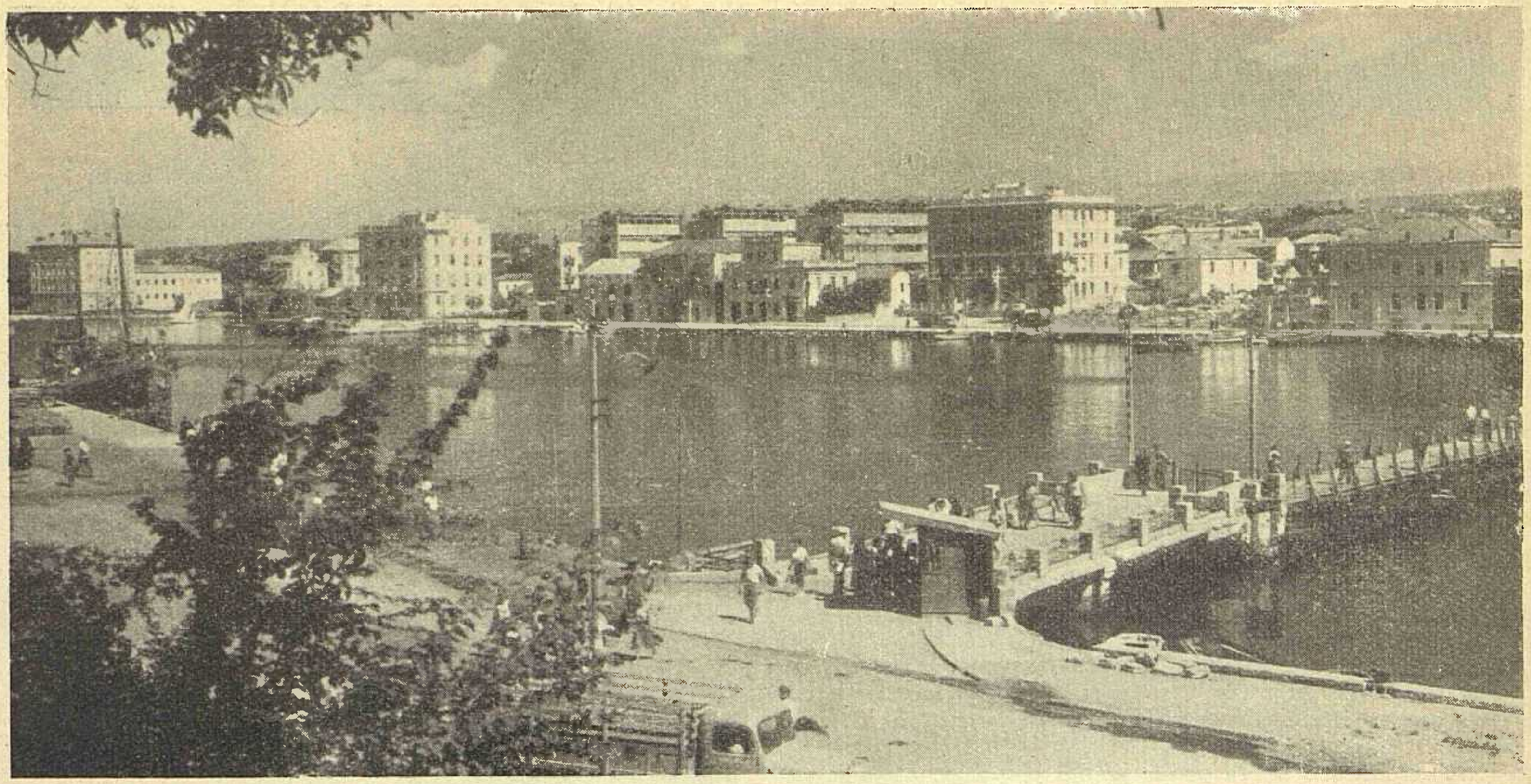
[1] To zaključujemo po tome, što je »Il Dalmata« u broju od 5. I. 1895. osvrćući se na prigovore »Narodnog lista«, koji je prigovorio da je Zadru bio potrebniji vodovod i kanalizacija negoli elektrika — rekao, da bi se i »Narodni list« i ljudi oko njega trebali bez sustezanja veseliti činjenici, što je Zadar, glavni grad pokrajine, uspio provesti u djelo taj veliki korak napretka. Kao što sada Zadar — kaže »Il Dalmata« — obradovat će se uskoro i Šibenik i Dubrovnik, koji će također dobiti električnu rasvjetu.

Iz toga bi slijedilo, da Šibenik i Dubrovnik u to vrijeme još nisu bili elektrificirani, pa da prema tome primat pripada Zadru.

(Svi ovi podaci potječu iz Državnog arhiva u Zadru).



Sl. 1. Plan konačne izgradnje visokonaponske mreže na području »Elektre« Zadar



Sl. 2. Zadar, luka

voja – osigurana sjajna budućnost kao luke velikog značaja sa velikim gravitacijskim područjem, koja dolazi u obzir za prihvat inozemnog tranzitnog tereta za Podunavlje i istočnu Evropu.[2]

Prema perspektivnom planu razvitka Jugoslavije, Zadar treba da dobije veliku teretnu luku, Gaženicu, te da bude priključen na zemaljsku željezničku mrežu.

U tom će slučaju moći bogato koristiti i turističko bogatstvo svoga arhipelaga i prirodno bogatstvo svoje uže pozadine, a i industriju, koja se u takovim okolnostima mora u njem neminovno razviti.

Tu će, međutim, morati da dođe u punoj mjeri do izražaja primarna snaga svake industrije, turizma i poljoprivrede – električna energija, a ta je u tom kraju za sada još u zaista bijednom stanju.

U zadarskom naime području, na kom živi oko 160 tisuća stanovnika (od toga u gradu Zadru 22.000) u 30 tisuća domaćinstava, *elektrificirano je jedva 8 % naselja i jedva 22 % domaćinstava.*

(Prosjek NR Hrvatske u godini 1956. bio je 36 % naselja i 46 % domaćinstava, prema čemu izlazi da zadarsko područje spada među najslabije elektrificirana područja NR Hrvatske).

Koji je tomu uzrok?

Grad Zadar sa svojim najužim zaleđem, bio je kroz svoju historiju uvijek kulturno, političko i privredno središte sjeverne Dalmacije. Poslije Prvog svjetskog rata, on je po Rapallskom ugovoru bio otrgnut od svoga prirodnog zaleđa i zajedno s Istrom, Rijekom i Lastovom, dodijeljen Italiji. Time je cijeli taj kraj ostao obezglavljen, a sam grad bez životnih sokova, kao glava bez trupa. Propadao je grad, propadao i kraj. Nikakve umjetne injekcije nisu ih mogle spasiti.[3]

Oslobođenjem od talijanske okupacije 1945. mijenja se i položaj Zadra. Od nekadašnjeg upravno-administrativnog središta za bivše Austro-Ugarske, od mrtvog grada za vrijeme 27-godišnje talijanske okupacije, u novoj Jugoslaviji Zadar postaje trgovački, pomorski i industrijski, a pomalo i prosvjetni centar (filozofski fakultet!) sjevernog dijela Dalmacije[4]

Pred njim stoje danas lijepe perspektive.

Tri su, međutim, odlučna faktora, koja uvjetuju da Zadar postane i stvarno taj centar, a i mnogo više, a to su:

izgradnja velike teretne luke,

dovršenje željezničke pruge i njegovo povezivanje s pozadinom i

opskrba dovoljnim količinama za taj razvoj potrebne električne energije. Ovo posljednje možda čak i na prvom mjestu. Međutim u svakom slučaju bar paralelno!.

Razvoj elektrifikacije

Zadar je, kako smo rekli, dobio elektriku 1. siječnja 1895. Te je godine dovršena zgrada u koju je smješten prvi parni stroj, koji pokreće istosmjerne generatore i opskrbljuje grad električnom energijom. Razdioba energije vrši se trovodnim sistemom napona 2 × 150 Volta. Maksimalna snaga elektrane iznosila je 36 kilovata.

Potrebe za većim količinama električne energije dnevno su rasle, jer se grad kao političko središte pokrajine, sjedište dalmatinskog sabora i samim time i trgovački cantar, sve više razvijao.[5]

Zbog toga je 1902. nabavljen veći parni stroj, koji je pokretao dinamo od 160 kW.

Godine 1912. nabavljen je prvi dizelski agregat od 150 KS, a kako je potrošnja sve brže rasla to su do početka Prvog svjetskog rata nabavljena još tri agregata s ukupnom snagom od 450 KS.

Sve je ove investicije financirala zadarska Gradska općina, a dobavljač je opreme bila austrijska firma »Grazer«.

Godine 1928. instalirana snaga elektrane iznosi 780 KS, a proizvodnja te godine dostiže 823.950 kWh.

Godine 1932. centrala se proširuje, te je nabavljen iz Graza dizelski motor tipa HSS od 360 KS, na čijoj se osovini

---

[2] Vidi: Martin Dobrinčić: Razvitak glavnijih luka u NR Hrvatskoj – Izdanje Jadranskog Instituta Jugosl. akademije, Zagreb 1959.

[3] Italija je, doduše, tražila vezu Zadra s Ličkom i Unskom prugom navodeći da bi bilo bolje upućivati promet iz sjeverne Italije u Bosnu i Hercegovinu preko Ancone i Zadra, nego preko Rijeke i Trsta. Međutim bojeći se konkurencije Zadra i talijanske ekspanzije na Balkan tadašnji su vladajući krugovi u Jugoslaviji spriječili da dođe do izgradnje pruge Zadar – Knin odnosno Zadar – Gračac. (Vidi: Zvonimir Jelinović: Borba za jadranske pruge i njeni ekonomski ciljevi. Izdanje Jugoslavenske akademije u Zagrebu, 1957.)

[4] Zadar je prava riznica dokumenata iz narodne povijesti. Na području Zadra pak postoji i velik broj historijskih i umjetničkih spomenika, koji su od velikog interesa za turiste. Klimatski uvjeti su također za razvoj turizma vrlo povoljni, jer zimi nema jake bure, a ljeti nema nesnosne sparine. Svi su uvjeti, prema tome, tu, da Zadar postane prosvjetni i turistički centar.

[5] Preko 5000 brodova s više od milijun brutoregistarskih tona skretalo bi godišnje u zadarsku luku.

uz istosmjerni generator nalazi i trofazni generator od 175 kVA, 6300 V, 50 Hz. Te godine dolazi do prve primjene izmjenične struje u Zadru. Međutim se istosmjerna struja nije dala potisnuti sve do konca Drugog svjetskog rata.

Novi agregat sa dizelskim motorom TOSI F., tip Q III/6 snage 400 KS, s izmjeničnim generatorom od 340 kVA, 6300 V, 50 Hz, montiran je godine 1935. I ovdje se na zajedničkoj osovini agregata nalazi istosmjerni generator.

Godine 1936. konačno je montiran i treći agregat, ali za proizvodnju samo izmjenične struje. Motor Diesel-Graz ima 620 KS, a generator je ELIN-ov od 600 kVA, 6300 V, 50 Hz. Te godine ukupno instalirana snaga u elektrani iznosi 2070 KS sa 6 agregata, a proizvedeno je 2,450.000 kWh.

U razdoblju od 1939. do 1945. nema podataka o proizvodnji električne energije, jer se to smatralo vojnom tajnom, samo se zna, da je zbog ograničenja potroška nafte, proizvodnja veoma reducirana.

Godine 1944. Zadar doživljava nezapamćeno bombardiranje, koje ga je sravnilo, tako reći, sa zemljom. Tom je prilikom porušena i električna centrala, pogođena direktnim pogotkom avionske bombe.

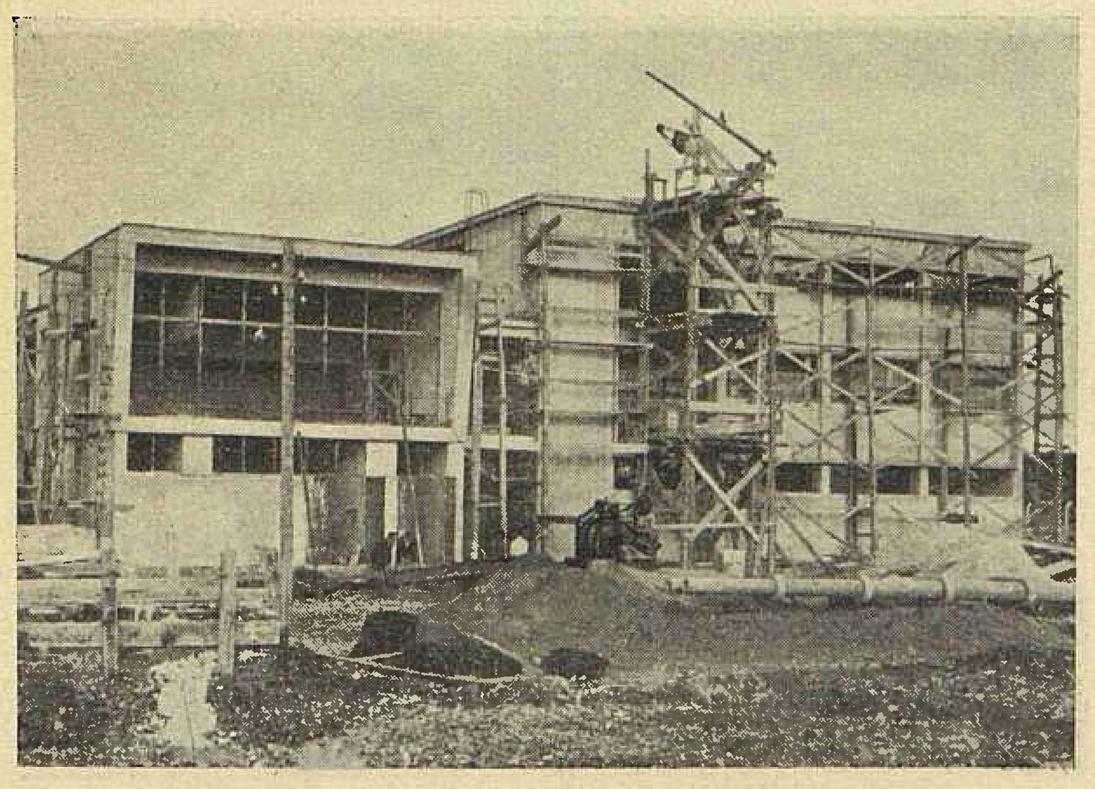
Nakon oslobođenja popravljen je jedan dio strojarnice, u koju su smještena tri osposobljena agregata, dok su ostala tri bila posve uništena, pa ih nije bilo moguće popraviti.

Zadar se u to vrijeme počinje oporavljati od pretrpljenog razaranja. Njegova se industrija obnavlja i proširuje pa traži sve više električne energije. Nestašica i skupoća ogrjevnog drveta i ugljena u Dalmaciji orijentirala je široku potrošnju na svestrano korištenje električne energije u kućanstvu, dakle ne samo za rasvjetu, nego i za kuhanje i grijanje prostorija. Stara i dotrajala centrala sa svega tri osposobljena agregata s instaliranom snagom od 600 kW ne može pokriti ni jednu petinu opterećenja grada.

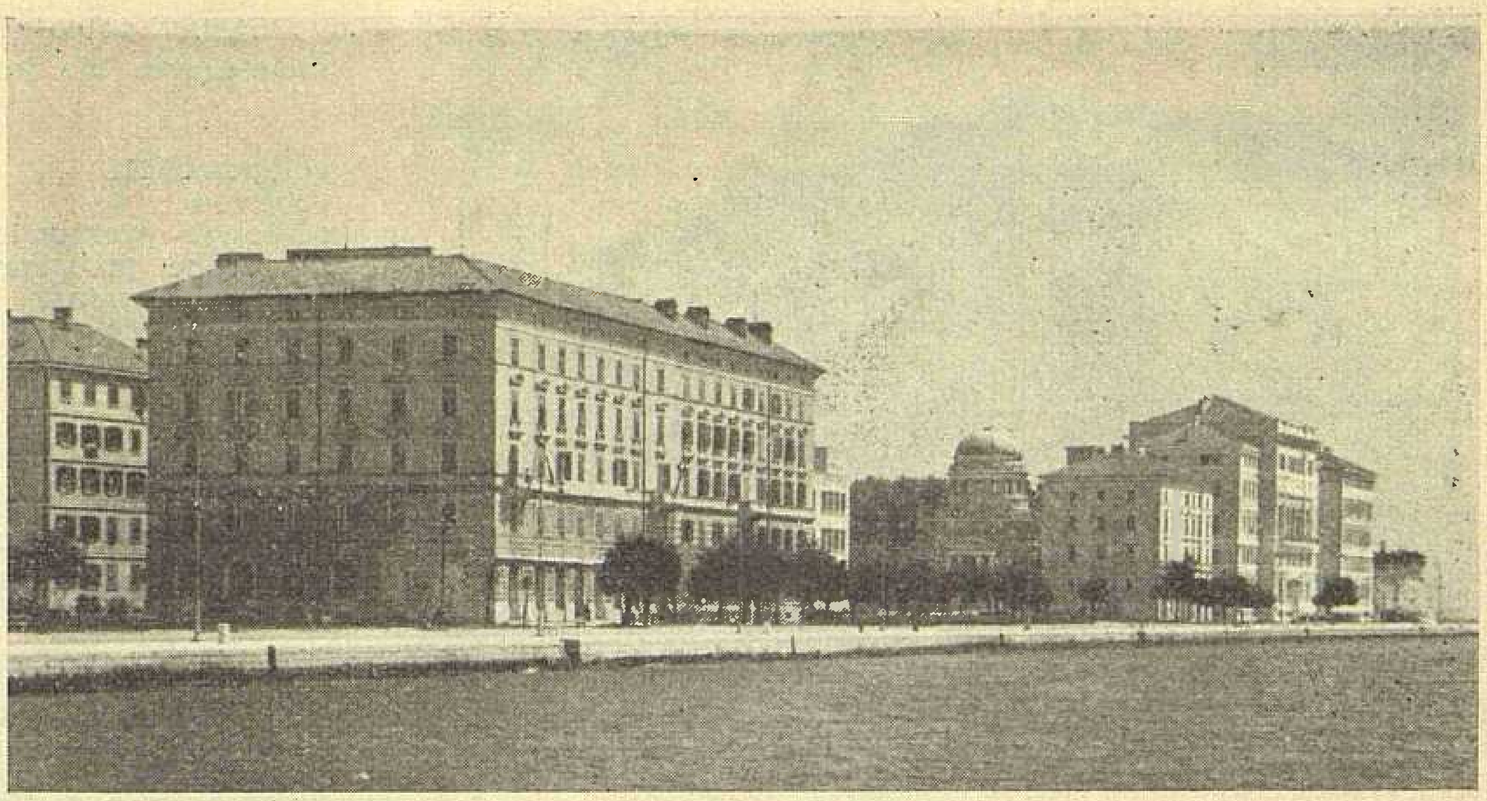
Godine 1948. spaja se grad po prvi put dalekovodom od 30 kilovolti, dužine 72 km, sa transformatorskom stanicom u Lozovcu, a preko nje na energetski sistem Dalmacije.

Centrala radi još samo u momentima kada je vod Zadar – Lozovac u kvaru (Zadarska centrala zbog potpune dotrajalosti danas više ne radi i čeka se da bude rashodovana).

Vod Zadar – Lozovac ima svrhu da snabdijeva prvenstveno električnom energijom sam grad Zadar i njegovu mladu industriju. Prema tome ne može poslužiti za široku elektrifikaciju područja sjeverne Dalmacije, koja je i nakon tog spoja ostala u svom najvećem dijelu neelektrificirana.[6]



Sl. 4. TS 110/30 kV Zadar u gradnji



Sl. 3. Zadar, obala

Godine 1956. izgrađen je u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu idejni projekt za elektrifikaciju zadarskog područja, prema kojem je za osiguranje prijenosa dovoljne količine električne energije na području sjeverne Dalmacije neophodno potrebno izgraditi dalekovod od 110 kV od Šibenika do Zadra, a kao krajnju točku toga dalekovoda izgraditi u predjelu istočno od grada nedaleko ceste Zadar–Benkovac transformatorsku stanicu 110/30 kV.

Time bi se za period od 30 godina osiguralo snabdijevanje zadarskog područja i otočja električnom energijom.[7]

Odmah po usvajanju projekta pristupilo se njegovoj realizaciji. Vod od 110 kV Zadar – Šibenik je dovršen i stavljen u pogon početkom ožujka 1959. za sada pod naponom od 30 kV čime je već postignuto bolje osiguranje Zadra i otoka električnom energijom. Pri završetku su i radovi na izgradnji transformatorske stanice 110/30 kV.

Tokom posljednje dvije godine uspjelo je pripojiti na mrežu i zadarske otoke. Tako su priključeni Rivanj, Ugljan i Pašman, Vir i preko njega Pag. U konačnom obliku snabdijevanje otoka Paga vršit će se dalekovodom 30 kV Zadar–Nin–Pag.

U 1960. predviđa se polaganje kabela s Ugljana na Iž, sa Iža na Ravu, a sa Rave na Dugi otok.[8]

U daljnjoj perspektivi predviđa se priključak od Rivnja na Sestrunj, od Sestrunja na Molat te od Molata na Ist.

Time bi svi otoci, osim Silbe, Oliba i Premude, bili elektrificirani.

Snabdijevanje samoga grada Zadra električnom energijom riješit će se u konačnom obliku preko četiri transformatorske stanice 30/10 kV, od kojih je do sada izgrađena samo jedna: Zadar I dok se Zadar II nalazi u završnoj fazi, te će biti dovršena sredinom 1960.

U predjelu nove luke Gaženice smjestila bi se treća transformatorska stanica, koja bi isključivo služila potrebama nove luke i tvornica koje će se ovdje podignuti.[9]

---

[6] Vidi članak: Elektrifikacija na području Sjeverne Dalmacije od ing. Ž. Gulina u »Narodnom kalendaru« 1958., izdanje Pododbora Matice Hrvatske u Zadru.

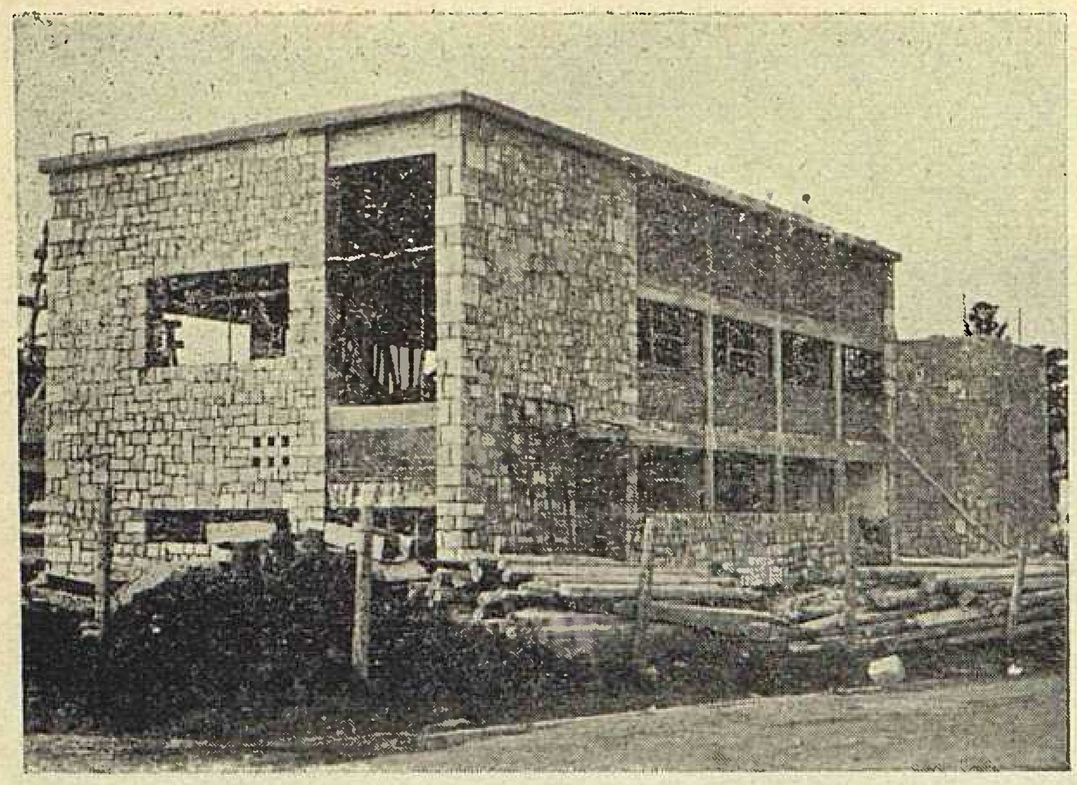
[7] Vidi članak: Elektrifikacija Zadra i Zadarskog područja od ing. Miroslava Ballinga u »Energiji« br. 5–6 iz 1957.

[8] Otoci Ugljan i Pašman priključeni su na energetsku mrežu u srpnju 1958. Neposredno iza toga položen je i kabel Ugljan–Rivanj, na kojemu međutim do danas još nije izgrađena visokonaponska mreža.

Na otocima Ugljan i Pašman elektrificirana su do sada: na Ugljanu Kukljica, Kali, Preko, Lukoran i djelomično Ugljan, a do konca godine 1959. bit će dovršena elektrifikacija Sutomišćice. Na otoku Pašmanu mjesta Banj i Pašman, a do konca 1959. bit će dovršena i elektrifikacija Tkona.

Podmorski kabel kopno i otok Vir te Vir i Pag položen je sredinom listopada 1959.

[9] Predviđa se, da će se izgradnjom nove teretne luke, Gaženice, i njenim povezivanjem na željeznički sistem, poslije izgradnje pruge Zadar–Knin, gravitacijsko područje luke Zadar toliko proširiti, da se već u prvo vrijeme očekuje povećanje prometa u luci do 250.000 tona godišnje, a perspektivni promet računa i sa 1,000.000 tona.



Sl. 5. TS 30/10 kV Zadar II u gradnji

Četvrta transformatorska stanica smjestit će se istočno od Rta Mike. Ova stanica imat će zadatak da osigura snabdijevanje gradskog područja, koje je danas tek u početnom razvitku.

Potrošači i potrošnja

Razvoj jednoga poduzeća najbolje se može ocijeniti iz statističkih podataka o njegovoj proizvodnji, bruto-produktu i financijskim rezultatima.

Iznijet ćemo stoga statističke podatke o proizvodnji, odnosno potrošnji, broju potrošača, te o bruto-produktu posljednjih godina.

Zadarsko poduzeće »Elektra« ili »tvornica električnosti«, kako ju je prije 60 godina okrstio jedan oglas tadašnjeg kotarskog predstojništva u Zadru, je, kako smo vidjeli, jedna od nastarijih javnih elektrana u državi (starija je samo beogradska iz 1892.).

Unatoč burnoj prošlosti, kroz koju je prolazilo, poduzeće ima lijepo sređene statističke podatke od prvih dana njegova opstanka do danas. To ima zahvaliti i kontinuitetu stručnog kadra, od kojeg su mnogi u tom istom poduzeću, bez obzira na njegove raznojezične nazive, započeli i završili svoju trudbeničku karijeru, pa su tako reći, živi arhivi. (Ivan Petani, Stjepan Minak, direktor poduzeća – i mnogi drugi!)

No o tom potom!

Proizvodnja, odnosno potrošnja i broj potrošača kretali su se – počet ćemo od 1945. – ovako:

Godina	Potrošnja kWh	Broj potrošača
1945	945.521	1.002
1946	1,468.116	1.608
1947	1,740.460	2.621
1948	2,312.816	2.809
1949	3,374.867	2.823
1950	3,667.473	2.951
1951	3,927.776	3.062
1952	4,201.249	3.306
1953	6,438.037	4.515
1954	8,388.793	5.376
1955	11,881.793	6.243
1956	15,222.718	6.874
1957	18,323.543	7.350
1958	23,276.311	8.115

U godini 1959. predviđa se potrošnja od skoro 30 mil. kWh na cca 10.000 potrošača.

Bruto-produkt poduzeća – uzimamo ga samo od 1954. dalje – bio je ovaj:

1954	Din	125,112.000
1955	Din	131,330.000
1956	Din	186,209.000
1957	Din	225,936.000
1958	Din	309,333.000
1959	Din	360,000.000

(1959.: predviđanje)

Sastav potrošača prikazan u naturalnim i dinarskim pokazateljima bio je u godini 1958. ovakav:

velepotrošači	kWh	3,519.000	Din	68,528.000
vodovod	kWh	959.000	Din	10,348.000
poslovne prostorije	kWh	1,392.000	Din	32,490.000
društvene prostorije	kWh	338.000	Din	6,898.000
motori i aparati	kWh	714.000	Din	19,300.000
poljoprivreda	kWh	177.000	Din	2,828.000
kućanstvo	kWh	11,601.000	Din	37,390.000
ostali	kWh	692.000	Din	4,577.000
svega	*kWh*	*19,392.000*	*Din*	*182,369.000*
realizacija ostalih usluga			Din	116,208.000
ukupni bruto-produkt poduzeća			*Din*	*298,577.000*

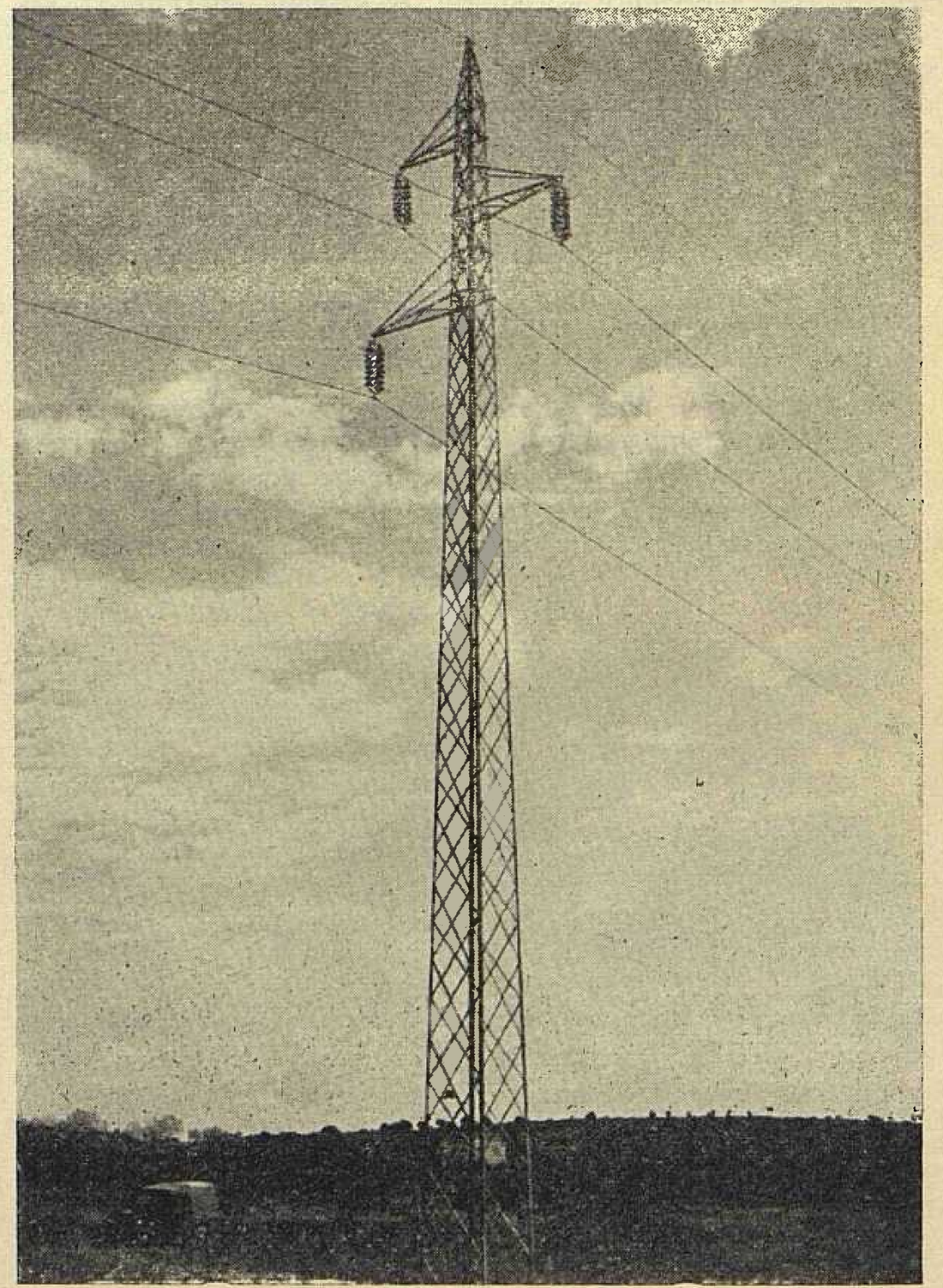
Brojke govore i svatko tko zna čitati statističke podatke, a to nije tako teško, lako će shvatiti koliko je golemi napredak učinjen na pr. od 1945. (da se ne vraćamo još i dalje natrag!), dok se je od 1000 potrošača i cca milijun kilovatsati došlo do 10.000 potrošača i skoro 30 milijuna kilovatsati. Tehničar koji zna pratiti razvoj mreže i dobave lako će to shvatiti.

Problemi i život radnog kolektiva

Poduzeće »Elektra« u dosadašnjem svom sastavu registrirano je kod Okružnog privrednog suda u Splitu 28. I. 1955., kao samostalno poduzeće. Do te je godine poduzeće bilo samo područni ured poduzeća Elektro-Dalmacije, Split, kome je sjedište bilo u Splitu.

Poduzećem upravlja Radnički savjet, koji broji 15 članova, od toga 11 radnika i 4 službenika, a od toga 1 žena i 3 omladinca.

Upravni odbor sačinjava 5 članova, uključujući i direktora, koji je »ex offo« član upravnog odbora. Poduzeće ima 4 pogonska okruga i to u Zadru, Biogradu, Benkovcu i Prekom.



Sl. 6. Novoizgrađeni dalekovod 110 kV Šibenik–Zadar

Poduzeće je učlanjeno u Stručnom udruženju distributivnih poduzeća Hrvatske. U Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske nema svoga predstavnika, a nema ga ni kotar Zadar. To je nedostatak, koji se znatno osjeća u razvoju i poslovanju poduzeća.

Organizaciono poduzeće se dijeli u tehnički, komercijalni i financijski odjel, zatim sekretarijat, grupu za izgradnju i grupu za dokumentaciju, a kao sporednu djelatnost ima i vlastitu mehaničku radionicu. U Obrovcu i Novigradu se nalaze rajonski elektromonteri.

Brojno stanje uposlenih iznosi 108, a sastav osoblja je ovaj:

radnici		*službenici*	
VK	14	VSS	7
K	42	SS	18
PK	9	NS	4
NK	7	PO	6

Poduzeće nema vlastite baždarske stanice, iako mu je naročito potrebna. Baždarske stanice ostalih poduzeća preopterećene su baždarenjem i preradom vlastitih brojila, pa ne stižu da baždare i prerade još i brojila iz Zadra. Uslijed transportnih manipulacija često se dešava, da se brojila vraćaju polupana. Sve to zahtijeva postavljanje vlastite baždarske stanice, pogotovu sada, gdje će trebati izvršiti preradbu 3–5 ampernih brojila na 15 – 20 amperna.

Problem stručnog kadra, naročito onog visokih kvalifikacija, veoma je težak.

U prijašnjim izlaganjima perspektivnog razvoja Zadra i zadarske privrede, upozorili smo na potrebu osiguranja i proširenja besprijekorne opskrbe električnom energijom. Luka, željeznica, razvoj industrije, elektrifikacija toga u elektrifikacionom pogledu najzaostalijeg područja NR Hrvatske, zahtijevaju spreman i visokokvalificiran kadar. Poduzeću su već sada prijeko potrebna još dva do tri inženjera, nekoliko tehničara i visokokvalificiranih majstora, a nema ih se kuda smjestiti, sve kad bi se i javili.

Zadar je jedan od najteže porušenih gradova u zemlji. Grad se doduše obnavlja, grade se kuće i popravljaju, ali to je tek jedna kap u moru potreba.

Poduzeće Elektra nije financijski u mogućnosti, da sagradi ni jedan stan. A bez osiguranog stana nema ni stručnjaka.

Upravna zgrada, koja je prije 30 godina za onih 2 tisuće potrošača sa 1 milijun kWh potrošnje i mrežom od desetak kilometara, bila dovoljna – danas je za 10 tisuća potrošača sa skoro 30 milijuna kWh potrošnje i stotinjak kilometara mreže raznih napona, i pretijesna i premala.

Problem kadrova i njihova smještaja je dakle više nego akutan. (Što se tiče kvalificiranih radnika, u Zadru postoji industrijska škola, koja je poduzeću dala i daje vrlo dobre radnike. Dobri su i oni, koji dolaze iz elektroprivredne škole u Zagrebu, premda poneki vole ići u industrijske pogone, nego na teren i na stupove za bure i nevremena.)

Poduzeće stipendira 1 studenta na Elektrotehničkom fakultetu i 1 učenika u Elektroprivrednoj školi. Međutim kada nastupe, gdje ih nastaniti?

Izgrađen je projekt, da se na sadašnjoj upravnoj zgradi podigne još jedan kat. Time bi se riješio problem smještaja traforadionice i baždarnice. No to bi stajalo 10 milijuna dinara, a poduzeće ih nema. Nema ih ni kotar, ni grad. Dok je poduzeće bilo u Zajednici očekivala se njezina pomoć. Danas je i ta mogućnost otpala.

Sve su to krupni problemi kojima taj mali radni kolektiv razbija sebi glavu u nemogućnosti, da ih riješi.

Inače je društveni život kolektiva vrlo lijepo razvijen i živahan.

Sl. 8. Zasjedanje Radničkog savjeta »Elektre« Zadar

Sindikalna podružnica veoma je aktivna i ima 5 sekcija: streljačku družinu sa 40 članova, foto-sekciju sa 20 članova, šah-sekciju sa 20 članova te ping-pong sekciju također sa oko 20 članova. Manji broj članova igra odbojku. Naravno, da su mnogi članovi i u jednoj i u drugim sekcijama. U krugu poduzeća redovito se održavaju izleti za Prvi maj, zabave za doček Nove godine, zimi sportska takmičenja, a u proljeće skupni izleti u prirodu.

Tako su ove godine organizirani izleti u 2 autobusa u Istru i Sloveniju (Portorož, Postojna, Ljubljana, Maribor) i na Plitvička jezera.

Organizirana je i Radnička tribina, na kojoj se održavaju politička i stručna predavanja i prikazuju kulturni i higijensko-tehničko-zaštitni filmovi. Predavači su što iz poduzeća, što iz gradskog Radničkog sveučilišta.

Održana su i 2 tečaja o radničkom samoupravljanju, koja su obavezno morali posjećivati članovi Radničkog savjeta i Upravnog odbora, te sindikalne podružnice.

Sindikalna svijest je na visini. Članovi kolektiva učlanjeni su sa 100 %, a isti je postotak i redovito plaćajućih.

Ima i Kasu uzajamne pomoći, u kojoj je učlanjeno oko 60 % članova kolektiva, a godišnji joj je promet preko 2,5 milijuna dinara.

Da zaključimo!

Zadar slavi ovih dana šezdesetpetu godišnjicu prve manifestacije električne snage, koju je pozdravio s ushitom i zanosom, kao nagovještaj napretka i nove ere u svome životu.

Zadar u životu našeg naroda i naše zemlje nije bio nikad tek običan primorski gradić na istočnoj obali Jadrana. On ima sjajnu i slavnu prošlost. Sva je povijest naša, kulturna i politička, od prvih dana našeg dolaska na more, s njime usko povezana: od Krešimira i Kolomana, križarskog osvajanja i mletačkog gospodovanja, od Zoranića i Barakovića, do Kuzmanića i Preradovića, Klaića i Pavlinovića, Nodila i Borelli-a, od »Zore dalmatinske« i »Narodnog lista« do tragičnog Rapalla i pobjedonosnog oslobođenja 1945.

Perspektivni plan razvoja nove Jugoslavije namijenio je Zadru važnu i značajnu ulogu kao važnoj saobraćajnici u povezivanju mora sa zaleđem na Balkanu i sa gospodarski razvijenim Podunavljem.

A mi iz elektroprivrede treba da idemo u korak s tim nastojanjima i da ne dopustimo, da nam taj kraj ostane najneelektrificiranije područje u republici.

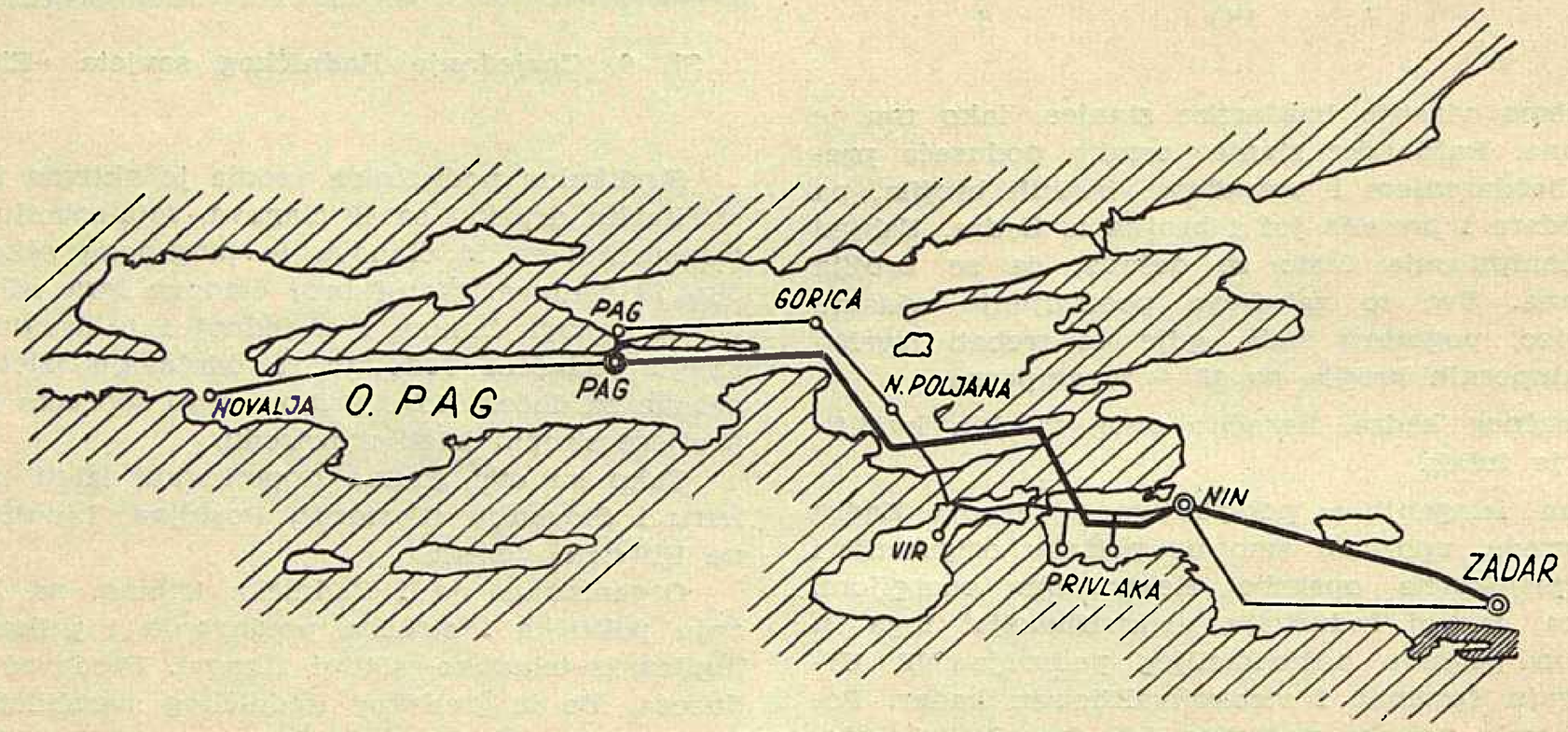
Ernest Radetić

Još dva otoka zadarskog područja spojena su podmorskim kabelom na zemaljsku mrežu

U cilju daljnje elektrifikacije zadarskog otočja položen je sredinom listopada podmorski kabel Privlaka – otok Vir i otok Vir–otok Pag, kao dio dalekovoda 10 kV Nin–Pag. Dužina prvog kabela iznosi 600 m, a drugog 1550 m. Podmorske kabele isporučila je tvornica kabela Svetozarevo i njihove su oznake XKRAA, 3 × 25,10 kV. Paralelno sa polaganjem ovih kabela otpočeli su radovi i na nadzemnom dijelu voda, koji će biti izveden na betonskim stupovima tipa Šperac, te sa bakrenim vodičima 3 × 25 mm². Ukupna dužina zračnog i kabelskog voda iznosi 25 km.

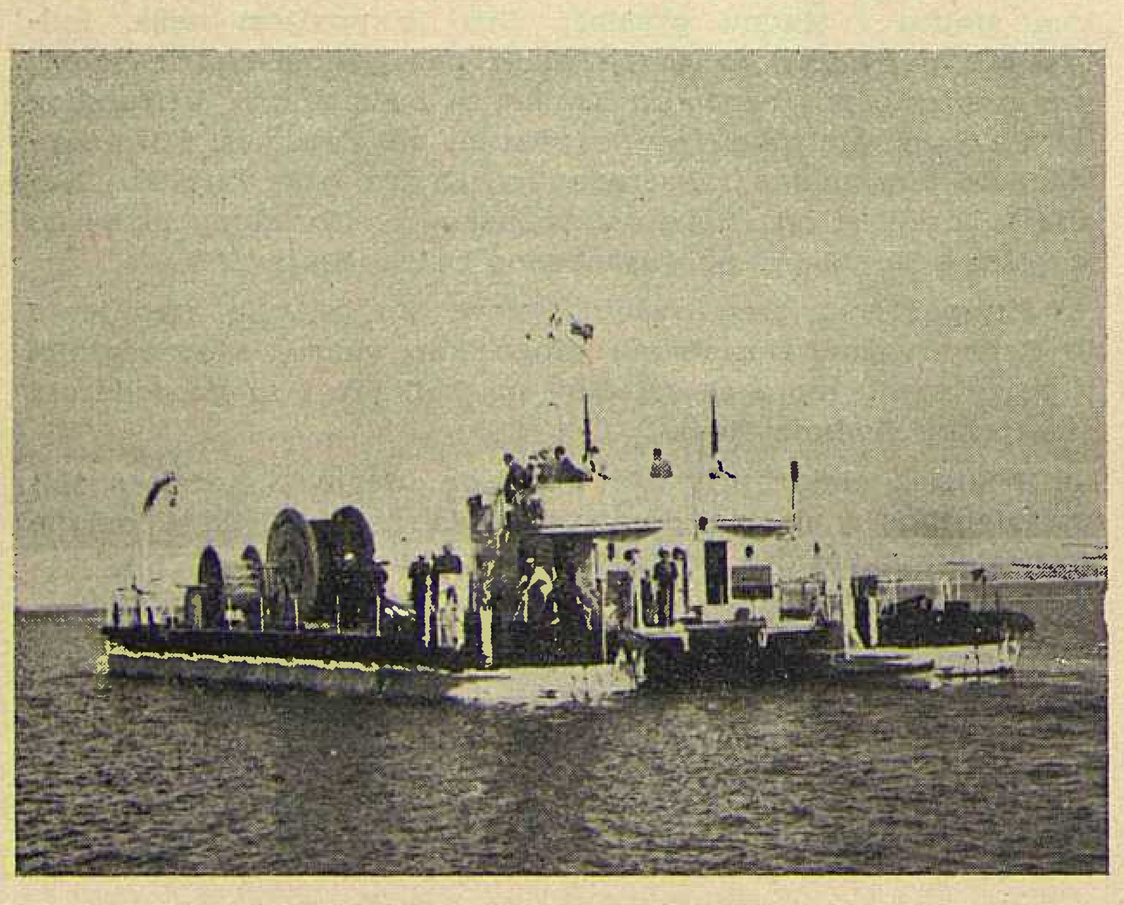
Izgradnja ovog dalekovoda sa spomenutim kabelskim prijelazima, u prvom će redu omogućiti sigurno i jeftino snabdijevanje električnom energijom pogona solane u Pagu, a zatim i samog mjesta Paga, koji predstavlja privredni i kulturni centar ovog otoka. Kada bude izgrađen dalekovod 30 kV Zadar–Nin i transformatorska stanica 30/10 kV u Ninu, omogućit će se daljnja elektrifikacija ovog područja, koja dotle ne će biti moguća. Dalekovod 10 kV protezat će se od Zadra pa sve do Paga sa ukupnom dužinom od 45 km (sl. 1). Nakon izgradnje dalekovoda 30 kV Zadar–Nin, pojno mjesto iz Zadra prenijet će se u Nin, što će omogućiti potpunu elektrifikaciju usputnih mjesta od Nina do Paga, a zatim i produženje dalekovoda 10 kV od Paga do Novalje. U perspektivi od 10 do 15 godina, kada se razvije i poraste konzum, realizirat će se posljednja etapa elektrifikacije otoka Paga, izgradnjom dalekovoda 30 kV Nin–Pag. Na taj način otok Pag će imati 30 i 10 kV priključak sa kopnom, što će biti osobito povoljno s obzirom na pogonsku sigurnost, kako pogoni solanâ ne bi trpjeli obustavu isporuke električne energije.

Prilikom projektiranja dalekovoda 10 kV Nin–Pag bilo je dosta diskusije i oprečnih mišljenja u pogledu trase voda, kao i da li da se polaže samo kabel 30 kV, koji bi u početku bio pod naponom od 10 kV. Nedostatak potrebnih financijskih sredstava za nabavku kabela 30 kV u prvoj etapi elektrifikacije otoka Paga, zatim nepotrebno prelaženje preko otoka Vira na Pag vodom 30 kV zbog veće dužine i dvostrukog kabelskog prijelaza i konačno pogonska sigurnost, prevladali su u korist rješenja sa dvostrukom vezom, ali u etapnoj izgradnji. Na taj način omogućena je i elektrifikacija otoka Vira, koji bi se inače vlastitim sredstvima teško i kasno elektrificirao. Budući dalekovod 30 kV Nin–Pag imat će direktan prijelaz sa kopna na otok Pag.



Sl. 1. Mreža 30 i 10 kV u konačnoj elektrifikaciji otoka Paga

Radovi na polaganju podmorskog kabela bili su povjereni poduzeću »Dalekovod«, Zagreb, a Jugoslavenska ratna mornarica stavila je na raspolaganje dvotrupnu baržu, sa koje je izvršeno polaganje. Polaganje je proteklo u najboljem redu, čemu su osobito pridonijele gotovo idealne vremenske prilike. Dobre manevarske sposobnosti dvostruke barže i njen veoma plitki gaz omogućili su prilaženje k samoj morskoj obali u neposredni plićak. Sprave za polaganje sastojale su se od najjednostavnije opreme: željeznog nosača kabelskog bubnja i kočnice, improvizirane na samo jednoj strani oboda bubnja. Bubanj, koji se nalazi na po prilici 10 m od krme barže (sl. 2), bio je postavljen tako, da se je kabel odmatao sa gornje strane bubnja, spuštajući se na 3–4 m od krme, te je preko željezne vodilice, kakvom su opremljene ove vrste brodova, klizio u more (sl. 3). Pokazalo se potpuno ispravno da kod manjih presjeka kabela i manjih morskih dubina na trasi polaganja, nije potrebno posebne kočne naprave postavljati ispred bubnja, na kojem je namotan kabel, jer se ne pojavljuju veći pritisci na donje slojeve kabela pri odmatanju kabela sa bubnja. Da se i kod ovog polaganja nije ispoljio stari nedostatak kod tvorničkog namatanja kabela na bubanj, polaganje bi proteklo gotovo bez ikakvog zastoja. Međutim zbog toga, što kabel nije bio uredno namotan na bubanj (mnogo jutenih umetaka između zavoja), a pogotovo zbog neefikasnog pričvršćenja početnih navoja kabela kod namatanja kabela na bubanj u tvornici, došlo je do pojave rasipanja ovih početnih navoja, te je prijetilo, da dođe do oštećenja kabela, odnosno udaranja o palubu broda, kao što se to dogodilo kod polaganja kabela Zadar–Preko. Moralo se zato prekinuti polaganje po prilici u sredini trase, dok se nisu ponovno pritegli ovi popušteni slojevi kabela i na taj način omogućilo slobodno okretanje bubnja. Na sreću, za vrijeme polaganja kabela Vir–Pag došlo je do ove pojave svega jedamput, a pritom, zbog povoljnih vremenskih prilika i malog strujanja, nije došlo do većeg zanošenja barže (sl. 4). Ova pojava, koja se gotovo redovito pojavljuje kod svakog polaganja, može imati za



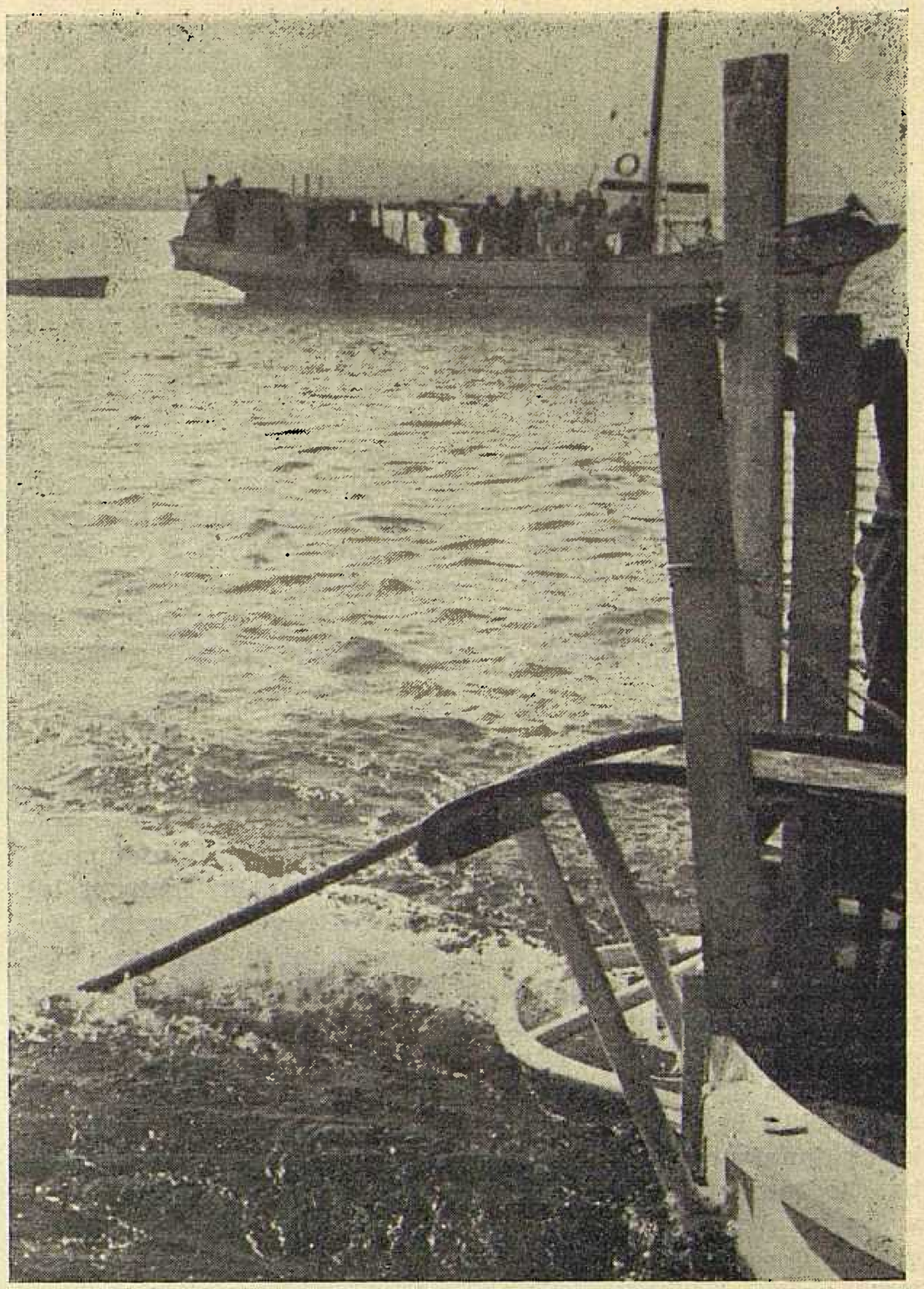
Sl. 2. Zastoj u polaganju zbog rasipanja početnih zavoja kabela

kabel kobnih posljedica, jer za vrijeme, dok se kod zastoja otklanja ovaj nedostatak (što od posade broda zahtijeva velike fizičke napore), brod za polaganje kabela u stvari je usidren preko kabela, pa kod većih strujanja i vjetra može pretrpjeli nedozvoljena naprezanja i struganja po dnu.

Uz pomnije tvorničko namatanje kabela na bubnjeve kao i solidnom konstrukcijom kabelskog bubnja, koji mora biti čvršći od bubnja za podzemne kabele te jednostavnim učvršćenjem početnih namotaja bubnja, kao što je to riješila tvornica Siemens, moglo bi se ubuduće izbjeći ovo neugodno rasipanje prvih navoja kabela. Ukoliko se pak radi o većim dužinama kabela i znatnijim dubinama, za preporuku je svakako postavljanje kočnih naprava na posebnom bubnju-kočnici prije napuštanja kabela u more. Ovo je potrebno zbog toga, da bi se izbjegla veća kočenja samoga bubnja, na kojem je namotan kabel, što izaziva klizanje namotanog kabela naprama bubnju i na taj način pogoduje rasipanju početnih namotaja kabela. Osim toga, na taj se način izbjegava pritisak kabela na donje slojeve namotaja, koji nastaje zbog vlačnih sila u odlazećem kabelu.

Drugog dana polaganja premošten je Privlački gaz bez većih poteškoća, jer je tu najveća dubina iznosila 3,36 m, pa je bilo ograničeno približavanje barže prema kopnu Privlake na cca 100 m, a prema otoku Viru na 40 m. Ovdje je najprije položen kabelski kraj na kopno Privlake prenošenjem preko čamaca i ljudi, koji su stajali u plićaku (sl. 5). Zatim se polaganje nastavilo kretanjem barže prema otoku Viru cca 450 m. Kod svakog završetka polaganja, preostali dio kabela odmotao se sa bubnja na palubu i prenio na obalu. Nedostatak ovog polaganja bio je da kabelske stanice nisu bile izgrađene do dana polaganja, pa su krajevi kabela ostali na obali i na taj način omogućeno je njihovo oštećenje. Kako se dovršenje DV 10 kV Nin–Pag predviđa u veljači 1960., to je s obzirom na približavanje zime, bio krajnji rok za polaganje kabela.

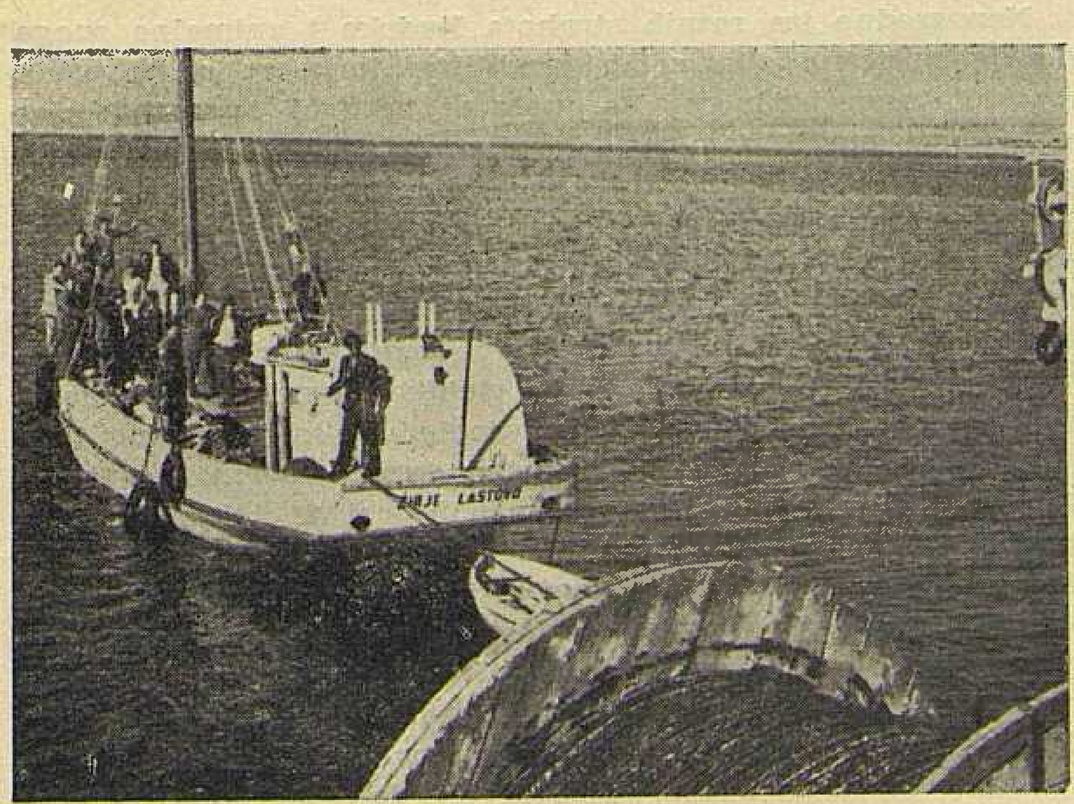
Još je bio jedan nedostatak kod projektiranja opisanih kabelskih prijelaza. Projektant, poduzeće »Elektra« Zadar se odviše oslonio na podatke Oceanografskog instituta u Splitu, kod kojeg su bila naručena snimanja profila podmorskog dna. Dobiveni podaci od Instituta o zračnoj udaljenosti kabelskih stanica povećani su čak za 10 % (profili sa veoma blagim padom prema sredini), pa ipak su jedan i drugi kabel ispali prekratki. Kabel Vir–Pag mora se produžiti za 110 m, a Privlaka–Vir 50 m. Prvi kabel produžili su stručnjaci iz Svetozareva, a drugi kabel, poduzeće »Elektra« Zadar. Prethodnim točnim mjerenjem instrumentima prije polaganja kabela, kad se kabel već nalazio u Zadru, ustanovljeno je, da zračne udaljenosti između kabelskih stanica ne odgovaraju podacima u projektu. Zbog toga je neophodno potrebno već u stadiju projektiranja, te nakon odabranog i snimljenog profila »echosounderom« (koji daje samo kvalitativnu sliku), izvršiti precizna geodetska snimanja, ako je to ikako moguće, ili uzeti podatke iz specijalnih pomorskih karata, vodeći računa o profilu i rezervi kabela ispred svake kabelske stanice. Ne može se očekivati, da će polaganje kabela proteći idealno i da će na dan polaganja vremenske prilike biti najpovoljnije,



Sl. 3. Kabel napušta krmu barže

pa se stoga kod određivanja dužine kabela treba osigurati rezervom, koja će samo izuzetno biti veća od 10 %, koji se procenat dodaje na dužinu između kabelskih stanica, izmjerenu po površini mora. U većini slučajeva, ovo povećanje bit će dovoljno, da se uzme u obzir profil trase kabela, kao i rezerve u obliku slova »S« koje se ostavljaju na kopnu da bi se kod eventualnog, atmosferskim pražnjenjem prouzrokovanog oštećenja kabela (koja obično nastaju na dijelu od kabelske glave i prvih desetina metara kabela), mogao kabel navući prema kabelskoj glavi, ili prema moru, ukoliko je tamo došlo do proboja kabela. Stoga kabelske stanice ne valja postavljati u neposrednoj blizini obale, jer će se tada oštećeni dio kabela moći nadomjestiti i običnim podzemnim kabelom.

Ing. Žarko Gulin, »Elektra«, Zadar



Sl. 4. Motorni jedrenjak »Žirje« uspio otkloniti zanošenje barže nastale uslijed obustave polaganja

Sl. 5. Izvlačenje kabela na kopno kod Privlake

Deset godina Elektroprojekta Zagreb

Referat ing. Antuna Stepinca na svečanoj akademiji 18. XII. 1959.

Ing. A. Stepinac

Nakon četirigodišnjeg ratnog pustošenja Jugoslavija se našla u izvanrednim poteškoćama, kako da planiranom razvoju mlade poslijeratne industrije osigura izvore električne energije. Veliki hidroenergetski i termoenergetski potencijali čekali su projektiranje i izgradnju svih vrsta elektroenergetskih objekata. Za ovu djelatnost Jugoslavija nije uopće imala tradicije, pa se dogodilo da smo oslobođenje dočekali s možda dvadesetak stručnjaka s jasnijom predodžbom, kako bi trebalo stvarati elektroenergetska postrojenja. Činjenica je, da je izgradnja pojedinih objekata započeta bez pravih razrađenih tehnički i ekonomski dokumentiranih podloga. Odgovarajući skromni tehnički kadrovi bili su sakupljeni samo u većim centrima (Beograd, Zagreb, Ljubljana i Sarajevo, a nešto kasnije u Skoplju). Ne ćemo ulaziti u stanju kakovo je bilo u drugim centrima. U Zagrebu je ova djelatnost bila koncentrirana u izvađačkom poduzeću »Hidroelektra«. Projektantska grupa »Hidroelektre« radila je u prvim godinama gotovo isključivo na HE Vinodol, dakle na objektu koji je započet još prije rata. Tu je stvoren nukleus današnjeg »Elektroprojekta« sa svega 6–7 stručnih osoba. Godine 1947. je »Hidroelektra« što po vlastitoj inicijativi, a što po direktivama, počela proširivati svoju projektantsku grupu. Osnivanjem Inženjerskog projektnog zavoda, koncem 1947., prešla je cijela projektantska grupa »Hidroelektre« u taj zavod i to ukupno 16 ljudi (9 inženjera, 1 tehničar, 5 crtača i 1 administrativac).

Rješenjem Vlade FNRJ od 12. III. 1949. osnovan je »Hidroelektroprojekt«, poduzeće za projektiranje hidroelektrana i za istražne radove, sa središtem u Beogradu i filijalama u glavnim gradovima republika, izuzevši NR Crnu Goru. U čl. 25. Pravilnika tog poduzeća konstatira se, da u Zagrebu postoji Hidroelektroprojekt, filijala Zagreb, za projektiranje hidroelektrana i tehnički nadzor na teritoriju NR Hrvatske. U čl. 26. utvrđuje se, da filijala ima poslovnu samostalnost u granicama predviđenim Pravilima saveznog poduzeća.

Međutim osim ove stvarne samostalnosti dobiva Hidroelektroprojekt i formalnu samostalnost rješenjem Vlade FNRJ broj 859 od 24. VIII. 1950. s predmetom poslovanja: »... izrada svih vrsta projekata za izgradnju HE, tehnički nadzor nad izvršenjem projekata, prethodni istražni radovi i davanje tehničkih konzultacija i ekspertiza«.

Prva pravila samostalnog poduzeća donesao je Radnički savjet, dne 15. IX. 1950. a potvrdila ih je Glavna direkcija elektroprivrede 27. XII. 1950., dok je 2. II. 1951. kod Ministarstva financija u Beogradu izvršena registracija poduzeća, kao poduzeća općeg državnog značaja. Odlukom Vlade FNRJ od 31. III. 1951. prešlo je poduzeće iz savezne u republičku nadležnost.

Rješenjem Vlade NRH od 6. II. 1952. na prijedlog Radničkog savjeta, poduzeće mijenja ime u »Elektroprojekt«, poduzeće za projektiranje elektroenergetskih postrojenja u Zagrebu.

Godine 1954. pojavljuje se poduzeće na radovima u inozemstvu kod čega ne možemo a da ne naglasimo da je »Elektroprojektu« kod vanjske afirmacije u znatnoj mjeri pomoglo poduzeće »Geoistraživanja« iz Zagreba. Dne 28. I. 1955. poduzeće je registrirano i za vanjsko-trgovinske poslove za izvođenje investicionih radova u inozemstvu.

Odlukom Radničkog savjeta 1957. i suglasnošću općine Donji grad u Zagrebu poduzeće proširuje u 1958. svoju djelatnost na sve vrste vodograđevina, te na studije nuklearne termoenergije.

Poduzeće je 1955. doseglo svoj najjači kapacitet od 150 ljudi i to: 53 inženjera, 39 tehničara, 24 crtača i 38 administrativaca u koje su uključeni i visokokvalificirani radnici hidrolaboratorija. Narednih godina pa sve do danas brojčano stanje se kreće oko 150 ljudi. Daljnje proširenje kapaciteta poduzeća ograničeno je radnim prostorom, koji je premalen i za postojeći kapacitet.

Radničko samoupravljanje

Osnovni zadaci pred kojima se našao prvi Radnički savjet bili su:

1. Organizacija poduzeća;
2. Pravila poduzeća;
3. Sređivanje osnovnih sredstava;
4. Kadrovska politika;
5. Samostalno financijsko poslovanje.

Prvobitno je poduzeće zadržalo brigadni organizacioni oblik postavljen po saveznom Hidroelektroprojektu, po kojem je tadanja zagrebačka filijala imala 3 brigade i to: »Kraška polja« sa sjedištem u Splitu, »Kupa« sa sjedištem u Zagrebu i »Vinodol« sa sjedištem u Crikvenici.

Ovaj sistem pokazao se prilično dobar, jer su se projektanti nalazili u neposrednoj blizini područja svojih objekata. Nedostatak ovakovog sistema bio je u znatnoj mjeri povećan administrativni aparat i udaljenost od uprave poduzeća. Ove brigade su kasnije promijenile ime u grupe, dok se konačno nisu pretopile u nazive po objektima. Takovo stanje potrajalo je sve do sredine 1951. kad je u poduzeće došla grupa Termoelektroprojekta i Trafostanica iz bivšeg Ministarstva elektroprivrede, Beograd, što je izazvalo reorganizaciju poduzeća na odjele hidroelektrana, termoelektrana i trafostanica. To je bila osnovna organizaciona shema koja se u principu zadržala do danas samo s promjenom utoliko, što su termo- i trafo-odjeli spojeni u jedan odjel.

Iz godine u godinu davana je kolektivima sve šira i šira samoupravna vlast. To je izazivalo stanovite poteškoće, kod čestih promjena tarifnih pravilnika i pravila poduzeća, te kod stvaranja pravilnika za razne djelatnosti poduzeća kod čega je redovito bilo angažirano najkvalitetnije osoblje, pa se rad na ovim poslovima smatrao donekle izgubljenim za proizvodnju. Međutim kad se baci pogled na minulih 10 godina jasno se opaža koliko je to bilo potrebno. Narodne vlasti su sukcesivno uvodile kolektive u široku samoupravu tako da nije bilo dezorijentacije, a sve ono takozvano izgubljeno vrijeme kod stvaranja instrumenata samoupravljanja, uvijek je bilo obilno naplaćeno. Ne samo to. Danas je stanje takovo da se svaki član kolektiva u dobroj mjeri vidi kao sastavni dio čitavog organizma poduzeća, vidi sebe u poduzeću čitavog u svim svojim pozitivnim i negativnim osobinama u odnosu na poduzeće.

Kadrovska politika poduzeća

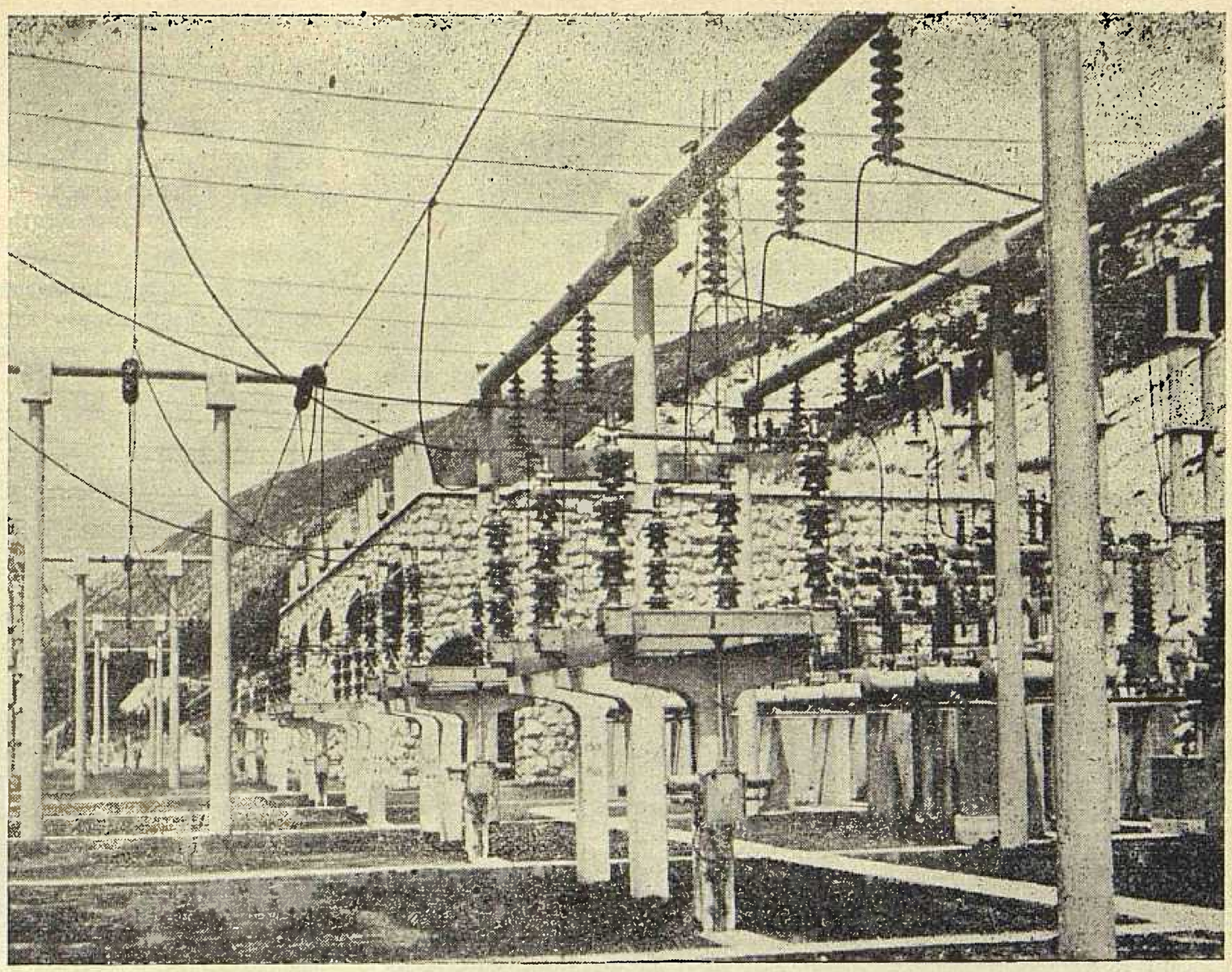
Neposredno iza ratnih strahota ljudska i animalna snaga bila je pretežna sila naših gradilišta, koja su se otvarala nevjerojatnom brzinom. Pa ipak ni takovoj operativi nisu projektanti mogli namicati dovoljan broj projekata. Operativa se naglo mehanizirala, gradilišta dobro organizirala, a projektanti su teško stizavali taj razvoj. Glavni uzrok je bio što projektanata nikada nije bilo u dovoljnom broju, kao što je to već uvodno spomenuto. Prema tome poduzeće je stavilo sebi u glavni zadatak prikupljanje i odgoj stručnih kadrova za potrebe projektiranja elektroenergetskih postrojenja. Najpovoljnije stanje u tom pogledu bilo je godine 1952. i 1953. kada je brojčano stanje poduzeća poraslo samo u 1952. za 61 osobu od toga 22 inženjera i 21 tehničar, te 8 crtača. To je bilo najplodnije stanje priliva. Daljnja dobra volja zapela je na pomanjkanju stručnih kadrova i prostorijama, a na tom zapinje do dana današnjega.

Poduzeće svake godine stipendira stanoviti broj ljudi na srednjim i visokim stručnim tehničkim školama. Efekat toga stipendiranja barem brojčano nije onakav kakav se očekivao. Tek od 1960. može se očekivati da će poduzeće imati nešto veće prinove od stipendista. Skromna raspoloživa sredstva poduzeća s druge strane nisu dozvoljavala stipendiranje na širokoj osnovici.

Danas je u pogledu novih kadrova stanje relativno daleko gore nego što je bilo u vremenu od 1951. do 1954. Ovo na prvi pogled izgleda kao neka anomalija, kad se zna da studij na fakultetima i srednjim tehničkim školama svršava znatan broj studenata. Ovo međutim proizlazi iz slijedećeg:

1. Znatan broj stručnog kadra apsorbiraju građevinske operative i razni drugi operativni pogoni;
2. Veći broj studenata već za vrijeme ferijalne prakse pronalazi i osigurava namještenja u inozemstvu poslije diplomiranja;
3. Pojavljivanje Jugoslavije na inozemnom tržištu koje se naročito razvilo od 1954. na ovamo, povlači također znatan broj stručnog tehničkog osoblja na inozemne radove.

U sva ova tri slučaja tehničko osoblje osigurava sebi znatno veće prihode nego u projektnim organizacijama, pa je sasvim razumljivo da svatko teži više tamo gdje mu je materijalno bolje pa makar to bilo i sasvim privremeno, i na uštrb njegovih visokih kvalifikacija. Treba još napomenuti i četvrti slučaj, a to je vrlo veliki broj projektnih organizacija koje same po sebi obuhvaćaju veliki broj stručnjaka. Te su se organizacije razvile u većem broju od 1954. na ovamo i to ne samo u Zagrebu kao republičkom centru, nego i u drugim većim gradovima NR Hrvatske kao što su Rijeka i Split s većim projektnim organizacijama, a ostali gradovi s manjim.



Sl. 1. Rasklopno postrojenje hidroelektrane »Nikola Tesla«

Pod ovakovim okolnostima kadrovska politika nije ružičasta, pa samo upornost i pravilnije stimuliranje kadrova može ojačati »Elektroprojekt« kao i svaku drugu projektnu organizaciju.

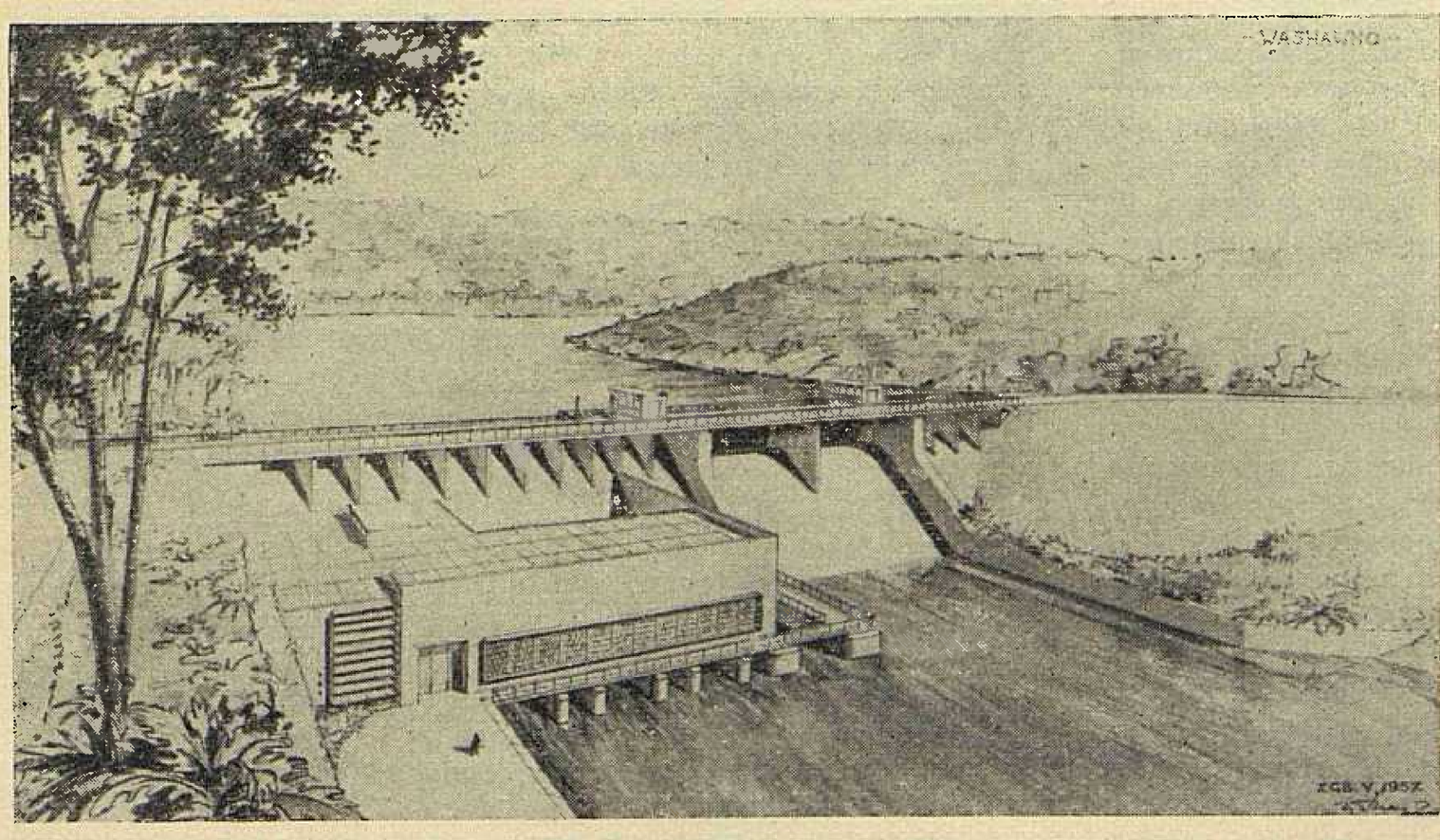
Stimuliranje kadrova

U pogledu stimuliranja kadrova projektna poduzeća, dakle i »Elektroprojekt«, nisu u istom položaju kao operative i slične organizacije, iako su – treba priznati – još uvijek u znatno boljem položaju nego stručni kadrovi u ustanovama. Razni terenski doplaci, investicioni dodaci, pogonske spremnosti, stažni doplaci, su elementi koji povećavaju osnovne tarifne stavove naročito kod investitora. Oni su poznati i projektnim organizacijama, ali nedostiživi.

Zar nije čudno da projektanti gigantskih elektroprivrednih i drugih objekata moraju biti odgovorni u punoj mjeri kroz cio život

projektnoj organizaciji i investitoru za projekt, (jer revizione komisije prihvaćajući projekt ne prihvaćaju ni najmanji dio odgovrnosti za njegovu tehničku i funkcionalnu ispravnost), a
investitoru i cijeloj društvenoj zajednici kroz cijeli život za gotov objekt.

Sjetimo se u ovom času velike ljudske i tehničke tragedije izazvane lomom dolinske pregrade Malpasset u Francuskoj. Prvo što su francuske vlasti učinile bilo je da su pozvale projektanta na odgovornost. Slažemo se s tim postupkom. Slažemo se da to bude u punoj mjeri i kod nas, ali smo mišljenja da projektanti moraju biti za svoju izvanrednu odgovornost stimulirani bar u tolikoj mjeri kao stručnjaci investitora odnosno izvođača. Pod ovako izmijenjenim okolnostima bit će i kadrovsko pitanje u projektnim organizacijama lakše rješivo nego danas.

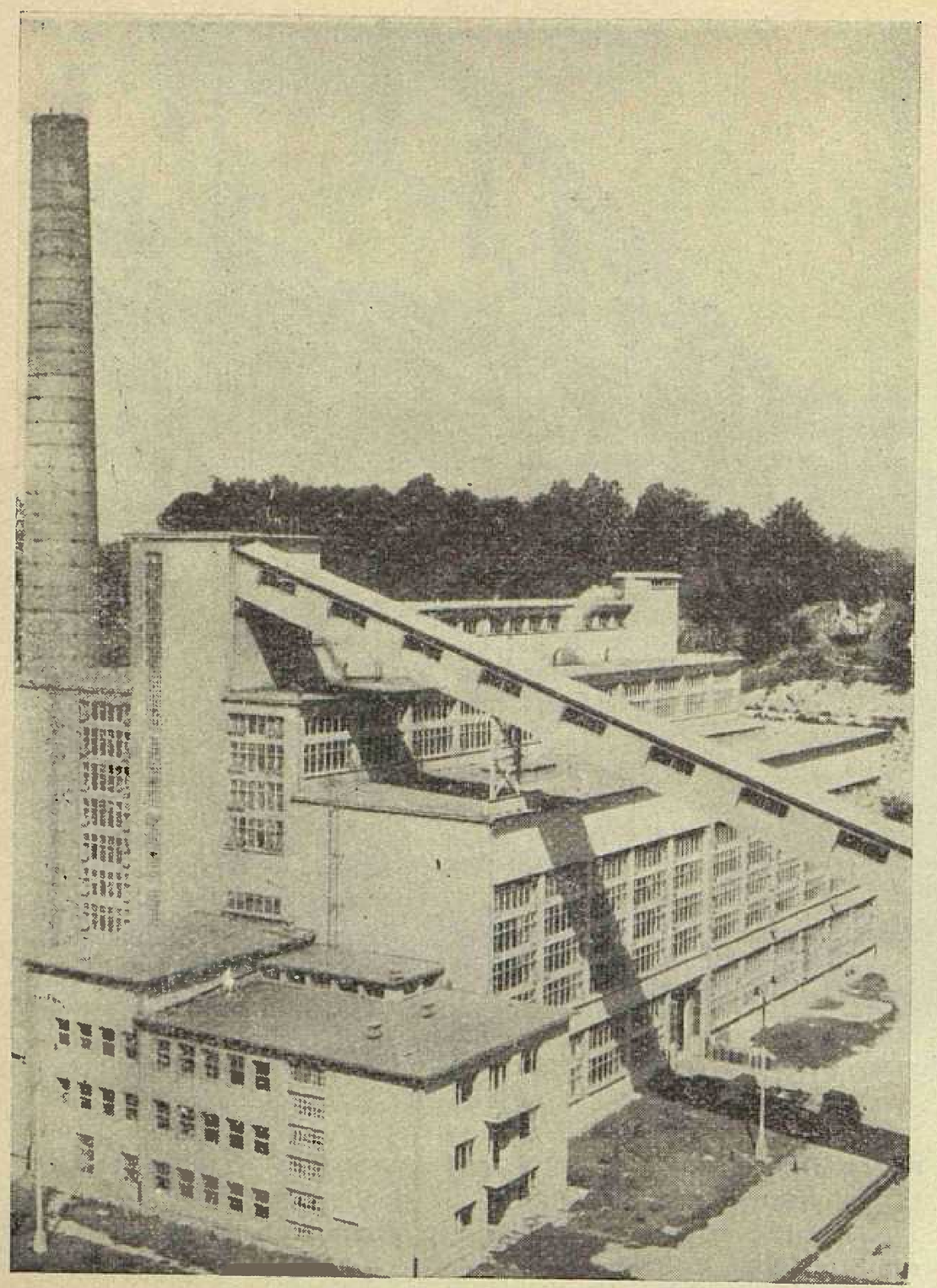


Sl. 2. Perspektiva strojarnice hidroelektrane Washawng u Burmi

Sredstva proizvodnje

Ovom pitanju je poduzeće posvećivalo naročitu pažnju od prvog dana svoje samostalnosti. Prvo se nametnulo pitanje sređenja zatečenih i od saveznog Hidroelektroprojekta dobivenih osnovnih sredstava. Neposredno iza toga iskrsla je potreba gradnje hidrotehničkog laboratorija isključivo za potrebe modelskog ispitivanja objekata hidroenergetskih postrojenja projektiranih u »Elektroprojektu«. Taj laboratorij izgrađen je vrlo brzo i već 1953. ušao u pogon, te je u njemu do danas ispitano ili se nalazi u ispitivanju 42 modela.

Osnovna sredstva sređena 1951. predstavljala su vrijednost



Sl. 3. Strojarnica termoelektrane Jertovec

od 6,230.000 Din od čega je samo stavka Hidrolaboratorij iznosila 4,000.000 Din. Oprema pak Hidrolaboratorija za njegov normalni pogon predstavljala je posebne poteškoće. Trebalo je izvršiti obilne nabavke počevši od obične pile, sjekire i kliješta do skupih instrumenata i strojeva što je poduzeće izdvojilo iz svojih skromnih sredstava. To je iziskivalo vrlo velika ulaganja. Ne možemo, a da se na ovom mjestu posebno ne zahvalimo u prvom redu investitoru Dalmatinskih hidroelektrana za obilnu materijalnu pomoć, Hidroelektri za prijenos izvjesnih osnovnih sredstava u strojevima, investitoru HE Rijeka, Elektrani Zagreb za ustupanje svojih radionica i Zajednici elektroprivrednih poduzeća NR Hrvatske.

Danas, deset godina nakon osnutka poduzeća, osnovna sredstva predstavljaju vrijednost od Din 39,840.000.

Kao crvena nit provlači se već 8 godina u problematici poduzeća pitanje uredskih prostorija. Godine 1953. poduzeće je stalo na stanovište gradnje vlastite zgrade. Razrađeni su i planovi za građevnu površinu od 2.400 m². Ovo pitanje nije realizirano zbog nepovoljnih uslova kod podizanja zajma u visini od Din 40,000.000. Zajam je trebalo otplatiti s godišnjim anuitetima i kamatima u roku od 5 godina, što je u prosjeku iznosilo oko 9,000.000 Din. Troškovi održavanja zgrade i pogona proračunati su na 5,000.000 Din godišnje. »Elektroprojekt« nije tada imao mogućnosti da uđe u takav riziko tim više što su troškovi najma prostorija iznosili godišnje 3,500.000 Din. Mi nismo mogli računati na neki povećani bruto-produkt preko stvarnih naših vlastitih mogućnosti, zaračunavajući investitorima znatno povećanje usluga, jer su često i sami investitori raspolagali skromnim sredstvima za projektantske usluge. No kad su i imali više sredstava nismo mogli ići preko vlastitih snaga koristeći na pr. u većoj mjeri vanjsku suradnju, jer stručnjaka naše djelatnosti izvan »Elektroprojekta« i investitorskih poduzeća — naročito što se tiče hidroelektrana — gotovo i nema. Kad se pogledaju naši završni računi uočava se da »Elektroprojekt« koristi do 1958. vanjsku suradnju u prosjeku od 4 %, što je sasvim neznatno.

Međutim pitanje radnog prostora se i danas provlači ali će to pitanje u suradnji sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske biti doskora u znatnoj mjeri poboljšano. To nužno zahtijevaju i predstojeći proizvodni zadaci, koji imperativno uslovljavaju povećanje kapaciteta poduzeća na barem 200—220 ljudi.

Sredstva proizvodnje stalno se povećavaju, usavršuju i moderniziraju. To ima svoj odraz na radnom elanu i proizvodnom efektu, premda smo još daleko od toga da u tom pogledu dostignemo kulminaciju, no u odnosu na prve godine samoupravljanja postignut je izvanredan napredak.

Financijsko poslovanje

Prvi naš godišnji financijski plan bio je postavljen na 36,000.000 Din (godine 1950.). Istina, tada smo bili 2 i pol puta manji nego danas. Danas, deset godina kasnije, bruto-produkt poduzeća penje se na preko 200,000.000 Din na tuzemnim i inozemnim radovima. Od ovoga iznosa na domaće radove isključivo za elektroprivredu NR Hrvatske otpada preko 160,000.000. Za domaće potrebe poduzeće koristi 93,7 % svih svojih raspoloživih kapaciteta, a za inozemne 6,3 %.

Bruto-produkt poduzeća rastao je iz godine u godinu, ali ne bez ikakovih trzavica. Gotovo svake godine poduzeće ima poteškoća kod svojih obaveza kako prema kolektivu tako i prema vanjskim dobavljačima, naročito u prvoj polovici godine. Razlog je tome uglavnom taj što investitori nemaju pravodobno otvorenih kredita. Odatle proizlazi stanoviti proizvodni gubitak, jer se u prvoj polovici godine vrše radovi na objektima koji kod raspodjele sredstava ostaju često bez materijalne podloge pa se moraju prekidati. Tu nastaje veća poteškoća i gubitak za investitora nego za »Elektroprojekt«, jer investitor u krajnjoj liniji ipak nađe mogućnost da podmiri projektanta.

Sve ovo uzrokovano je nepostojanjem dugoročnih planova osim kod objekata koji su sigurno ulazili u gradnju. Dapače u nizu ovih 10 godina bile su 2 koje su bile naročito kritične obzirom na poslove tako da se ozbiljno pomišljalo na redukciju kapaciteta.

Ovo stanje se od godine 1960. bitno mijenja sklapanjem dugoročnog aranžmana sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Proizvodni rezultati

I. Hidroelektrane

Ekonomično iskoristiva hidroenergija u NR Hrvatskoj ocijenjena je na temelju dosadašnjih projekata i studija na oko 8.10^9 kWh kod čega bi instalirana snaga iznosila cca 1800 MW. Od toga je izgrađeno ili se nalazi u izgradnji, na temelju projekata Elektroprojekta, 850 MW s energijom od 3828 GWh ili 48 % raspoloživih snaga. Nadalje je u »Elektroprojektu« obrađeno raznim studijama, osnovnim i idejnim projektima daljnjih 527 MW, dok je još posve neobrađeno 373 MW. Iz ovoga proizlazi da je preko 40 % ekonomično iskoristivih vodnih snaga u NR Hrvatskoj već izgrađeno ili se nalazi u izgradnji. Prema tome bilo kojom fazom projekta obuhvaćeno je oko 1380 MW ili 77 % svih ekonomično raspoloživih vodnih snaga.

II. Termoelektrane

Od projektiranih termoelektrana izvedeno je ili se nalazi u izgradnji 137 MW te u studiji daljnjih 50 MW od čega 15,5 MW otpada na NR Crnu Goru. Osim toga je projektirano ukupno 35 MVA industrijskih transformatorskih stanica, od čega je izvedeno ili se nalazi u izgradnji 34 MVA.

III. Transformatorska postrojenja

Od transformatorskih stanica je projektirano, ili se projektira i studira

TS 220/110 kV sa snagom od	450 MVA;
TS 110/35 kV sa snagom od	800 MVA;
TS 30/10 i 10/0,4 kV sa snagom od	65 MVA.

Od ovoga je već u pogonu ukupno 485 MVA, a odnosi se na TS 110/35 kV te 30/10 i 10/0,4 kV.

U gradnji je daljnjih 120 MVA, a u studiji i projektiranju 710 MVA.

Radovi u inozemstvu

Godine 1954. »Elektroprojekt« se prvi put pojavio na inozemnom tržištu a od 1955. je i registriran za vanjsko-trgovinsko poslovanje. Svoje usluge nudio je ili sam ili u kooperaciji sa »Energoprojektom« iz Beograda odnosno »Geoistraživanjima« iz Zagreba.

Za Burmu su projektirane 3 hidroelektrane i melioracije područja od oko 7000 ha. Osim toga izrađene su brojne preliminarne studije i ekspertize za iskorištenje vodnih snaga i melioracija za Burmu i ekspertize za Libanon te orijentacioni izvještaji za Etiopiju u preventivnoj režiji INGRA-e.

Treba napomenuti da smo za radove u inozemstvu dobili veoma pohvalna priznanja sa strane inozemnih stručnih krugova.

Osim spomenutih radova treba dodati da je za INGRA-u izrađen stanoviti broj pretprojekata za termoelektrane u inozemstvu.

Članstvo u stručnim udruženjima i društvenim organizacijama

Elektroprojekt je učlanjen kao obavezni član Savezne spoljnotrgovinske komore, kao dobrovoljni član Udruženja projektnih organizacija i INGRA-e. U INGRA-i je Elektroprojekt od njenog prvog dana, pa se smatra jednim od njezinih osnivača.

Nadalje smo učlanjeni:
u Društvu Građevinskih inženjera i tehničara, Zagreb;
Elektrotehničkom društvu Hrvatske, Zagreb;
Društvu strojarskih inženjera i tehničara, Zagreb;
CIGRA, Zagreb;
Nikola Tesla, Beograd–Zagreb;
Komitetu za energetiku;
Društvu za hidraulička ispitivanja;
Jugoslavenskoj sekciji za visoke brane;
Speleološkom društvu Hrvatske.

Odnos prema srodnim projektnim organizacijama

»Elektroprojekt« je podržavao uvijek na visini pravilne odnose sa projektnim poduzećima naročito onima koja su mu najbliža kao što su »Elektroprojekt«, Ljubljana, »Energoinvest«, Sarajevo, »Energoprojekt«, Beograd i »Hidroelektroprojekt« Skopje. No ono što nismo sami mogli učiniti u pojačanjima veza učinila je Zajednica jugoslavenske elektroprivrede putem revizija naših projekata njihovom dostavom svim srodnim poduzećima. Tako smo eto imali prilike upoznati međusobne radove, skupljati i proširivati iskustva, izmjenjivati misli i ideje. To je također pridonijelo, da je Jugoslavija uz 10 eminentnih stručnjaka iz prvih dana poslijeratnog života, dobila već čitav niz odličnih stručnjaka hidroenergetičara i termoenergetičara. Smatramo da je i »Elektroprojekt« kod toga mnogo učinio.

Odnos prema investitorima

Ne možemo se pohvaliti da su i tu međusobni odnosi uvijek bili sa svima na jednakoj visini. Neodržavanje rokova s naše strane, neispunjavanje obaveza investitora s njihove strane, pitanje cijena usluga i sličnih elemenata dovodilo je do stanovitih trzavica. Nismo mogli uvijek razumjeti ni mi njih, ni oni nas. Konačno ne bi bilo ni prirodno da sve ide bez poteškoća.

Sva ta, u biti sitna razmimoilaženja rješavana su međusobnim sporazumijevanjem bez ikakovih arbitražnih zahvata, a niti jedna strana u krajnjoj liniji nije bila oštećena, barem ne u znatnijoj mjeri.

Odnos prema Zajednici elektroprivrednih poduzeća NRH

Iskreno priznajemo da smo do nedavna sa Zajednicom podržavali veze koje su bile upravo identične vezama sa ostalim investitorima. Istina nismo nikada odbijali suradnju. bili smo u pogledu objekata na međusobnoj pomoći, ali sve to nije nas povezivalo u dovoljnoj mjeri.

U ovoj jubilarnoj godini ovi se odnosi iz temelja mijenjaju. Postavljanjem višegodišnjeg plana istražnih radova i projektiranja sa strane Zajednice i prihvaćanjem svih tih zadataka sa strane »Elektroprojekta« stvaraju čvršći odnos. Konačno kod toga ima neminovno udjela i materijalna pomoć Zajednice za osiguranje kadrova i sredstava proizvodnje.

Odnos prema vlastitim namještenicima

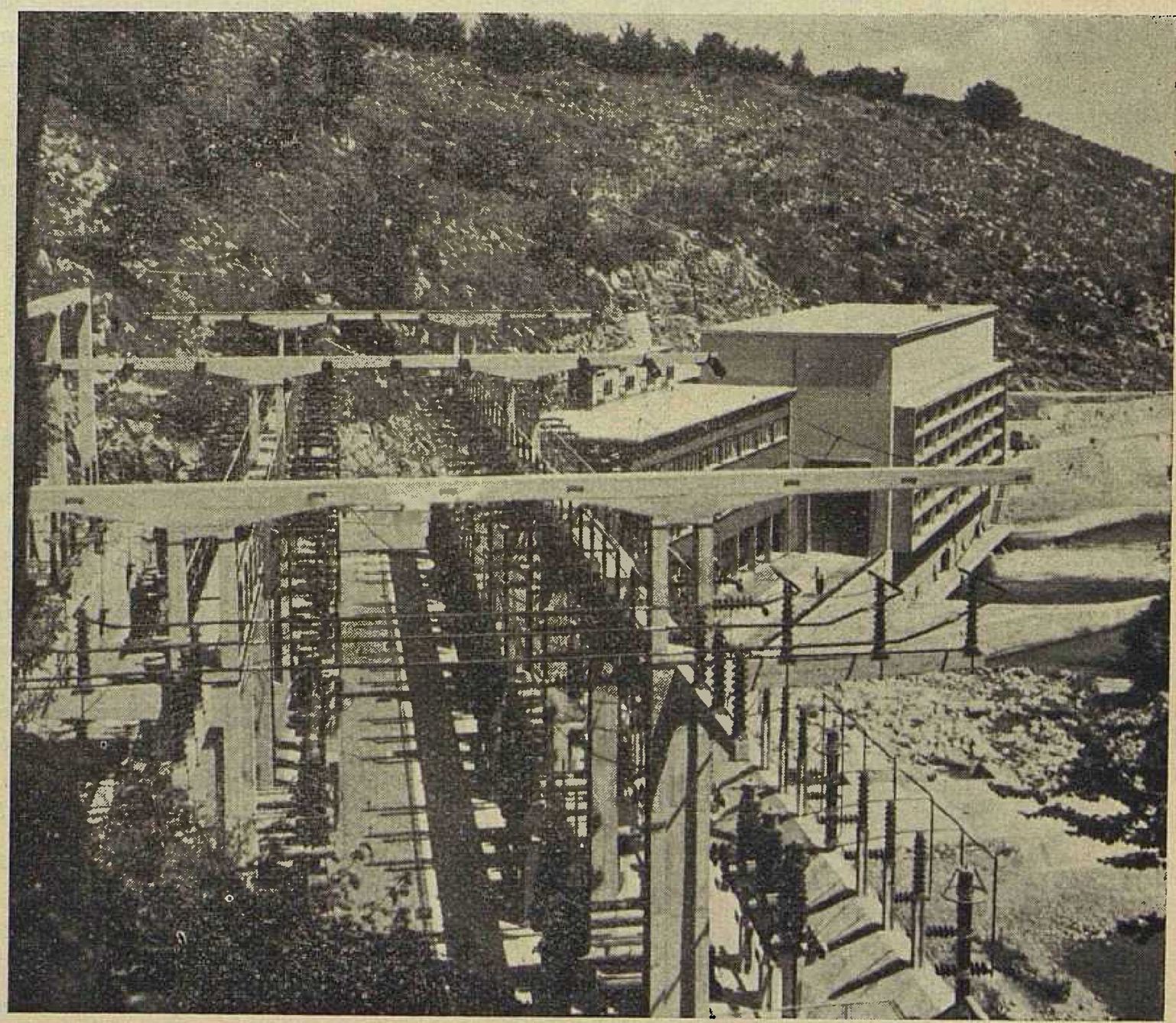
U smislu zakona, propisa i tarifnog pravilnika nastojali smo stimulirati osoblje kolektiva za njegov rad. Međutim pitanje tarifa nije problem samo »Elektroprojekta«, nego svih projektnih organizacija. Udruženje projektnih organizacija ulaže napore da se stanovite manjkavosti otklone, i da se nađe pravilniji odnos materijalne odštete za uloženi rad na projektnoj proizvodnji.

Ostaje i nadalje briga za stanove za 30 namještenika i za rezervni prostor za nove kadrove izvana. Nadamo se već iduće godine putem stambenog fonda znatnijim ulaganjem vlastitih sredstava namaknuti novi prostor i smanjiti ove teškoće.

Zaključak

Dosadašnje izlaganje pokazuje da je rad »Elektroprojekta« u njegovoj osnovnoj djelatnosti bio bezuvjetno veoma pozitivan. U rješavanju svoje unutrašnje problematike nismo uvijek bili najsretniji, ali te probleme nismo nikada puštali iz ruku pa su nastojanja ipak ispunjena bar djelomičnim uspjesima.

Nadamo se, a nastojat ćemo svim svojim raspoloživim snagama da naš rad u idućih 10 godina okrunimo još većim uspjesima na sreću i korist cijele društvene zajednice Jugoslavije, uže domovine Hrvatske, na korist svog poduzeća i ličnu sreću svakog člana našeg kolektiva.



Sl. 4. Transformatorsko postrojenje i strojarnica hidroelektrane Gojak

Iz Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

TRINAESTO REDOVITO ZASJEDANJE UO ODRŽANO U SPLITU DNE 4. IX. 1959.

Izvršena raspodjela investitorstva na dalekovodu 220 kV Split–Zagreb

Prije prijelaza na dnevni red prihvaćen je prijedlog da se na buduća zasjedanja UO poziva i tajnik Stručnog udruženja poduzeća za distribuciju, te da mu se imaju dostavljati materijali kao i ostalim članovima UO.

Također je zadužen i ekonomsko-financijski sektor Zajednice, da utvrdi iznos sredstava Fonda zajedničke potrošnje kako bi se moglo pristupiti rješavanju molbi, koje su uputila udružena poduzeća za dodjelu sredstava.

Izvještaj o toku radova na gradnji Dalmatinskih hidroelektrana – Split

Direktor poduzeća u izgradnji Dalmatinske hidroelektrane, Split, Miro Šegvić, podnesao je opširan izvještaj o toku radova na objektima. Drug Šegvić je u svom izvještaju prikazao cjelokupnu problematiku na gradnji, te probleme oko buduće organizacije s obzirom na uključenje i sadašnje elektrane u eksploataciji HE Kraljevac. Nakon podnijetog izvještaja članovi UO su postavljali stanovita pitanja tokom diskusije na koja su davali odgovor drug Šegvić i ing. Bulić. Poslije opširne diskusije doneseni su ovi zaključci:

Zadužuje se Zajednica, kao i predstavnik Zajednice u UO Jugela, da poduzmu potrebne mjere u Jugelu da se dozvoli Dalmatinskim hidroelektranama da mogu sredstva ušteđena na akumuliranoj vodi upotrebiti za eventualna prekoračenja u gradnji.

Smatra se kao najpravilnija organizacija budućih elektrana na Cetini, jedno poduzeće sa tri samostalna pogona. Uprava Zajednice i Dalmatinskih hidroelektrana iznijet će ovaj prijedlog pred NO Split te općinu Kraljevac sa svim ekonomskim i tehničkim prednostima.

Izvještaj u vezi projektiranja i istražnih radova za elektroprivredne objekte u NRH

Pred UO je također iznesen izvještaj o stanju projektiranja i istražnih radova, kao i o mogućnostima projektantske organizacije poduzeća »Elektroprojekt« Zagreb.

Nakon veoma iscrpne i prilično duge diskusije donijeti su zaključci:

Da se s poduzećem Elektroprojekt, Zagreb sklopi petogodišnji ugovor za projektiranje i istražne radove.

Da se osigura godišnji iznos od 150 milijuna dinara za radove na istraživanju i projektiranju.

Da se pruže stanovite pomoći poduzeću Elektroprojekt, Zagreb kako bi ono moglo odgovoriti zadatku koji mu postavlja elektroprivreda.

Uprava Zajednice će proanalizirati sadašnje stanje projektiranja u Hrvatskoj te na slijedećem zasjedanju UO podnijeti opširan izvještaj kao i prijedlog za definitivno rješenje toga problema.

Prigovor JUGELA na Kolektivni ugovor ZEPH za 1959.

Zajednica jugoslavenske elektroprivrede dostavila je Zajednici Hrvatske prigovor na »Kolektivni ugovor« za god. 1959., kao i elaborat »Organizacijsko-ekonomski problemi jugoslovenske elektroprivrede« na razmatranje.

Komisija za ekonomsko-financijska pitanja pregledala je dostavljeni materijal te podnijela UO opširan izvještaj i prijedlog zaključaka koje je UO jednoglasno prihvatio.

Na prijedlog komisije osnovane su radne grupe iz svih djelatnosti elektroprivrede sa zadatkom da prouče dobiveni elaborat. Radne grupe su sastavljene ovako:

Koordinaciono tijelo

Kršulović Ante, predsjednik
Lučev ing. Ivan
Balog ing. Zvonimir
Jovanović Mirko
Tocigl Benito

Sekcija za TE

Trautman ing. Miroslav
Milonja Zvonimir

Sekcija za HE

Simončić ing. Boris
Laušin Marijan

Sekcija za prijenos električne energije

Cvetković ing. Zorko
Vušković Josip

Sekcija za distribuciju električne energije

Vidović ing. Hrvoje
Raguž Nikola
Poznić Vladimir
Milinović Emanuilo
Kolombatović dr. Bogdan

Radna grupa ima proučiti cijeli elaborat, a naročito:

Razmotriti zaključke i osnove na kojima su oni doneseni.

Proučiti prijedlog o cijeni električne energije u »međurepubličkoj razmjeni«.

Proučiti materijal o viškovima i manjkovima na ukupnom prihodu elektroprivrednih zajednica za 1959. kao i prijedlog za podmirenje manjkova po zajednicama.

Proučiti prijedloge za reorganizaciju elektroprivrede, kao i ostala pitanja iz elaborata.

Raspodjela investitorstva na DV 220 kV Split–Zagreb

Gradnja ovog, bez sumnje najdužeg i najvećeg dalekovoda u NRH, izazvala je prilično interesiranje među članovima UO, to više što će taj dalekovod vezati naše najjače energetske izvore sa centrom republike. Budući da taj dalekovod prelazi preko područja raznog geološkog sastava, a i područja naših dvaju prijenosnih poduzeća koja trebaju biti investitori toga dalekovoda, održano je nekoliko sastanaka s predstavnicima tih poduzeća kako bi se s obzirom na tipizaciju opreme i način gradnje izvršila podjela dionica za građenje. Tako je UO donesao zaključak da se gradnja dalekovoda podijeli na dvije dionice i to jedna od Splita do Zrmanje koja je povjerena Elektroprenosu Split, a druga dionica Zrmanja–TS Mraclin, koja je povjerena Elektroprenosu Zagreb. S obzirom na ovakovu raspodjelu gradnje vršit će se i raspodjela investicionih sredstava, kao i preuzimanje opreme.

Stručna ekskurzija u energetska postrojenja Slovenije

Komisija za stipendije i uzdizanje kadrova podnijela je prijedlog za stručnu ekskurziju u energetska postrojenja Zajednice Slovenije. Iz prijedloga komisije slijedi da je ova ekskurzija pripremana ranije i da je ova ideja prihvaćena od Zajednice Slovenije s puno razumijevanja i ozbiljnosti. Ova ekskurzija ne bi trebala ostati usamljena; upoznavanje domaćih objekata trebao bi biti prvi i osnovni zadatak naših stručnih kadrova.

Ekskurzija će trajati šest dana, a izvršit će se obilazak svih hidroenergetskih objekata, te nekih rasklopnih postrojenja i TE Šoštanj. Također će se izvršiti obilazak i Elektroprivredne škole Cerkno, najbolje škole u zemlji te vrste. Na ekskurziji učestvuju predstavnici svih poduzeća.

Davanje garancije za gradnju HE Rječina

Budući da je Kvarnerskim elektranama Rijeka kao investitoru odobren zajam za gradnju novog energetskog objekta HE Rječina kraj Rijeke, to je potrebno da se odobri potreban iznos na ime garantnog pologa za podizanje zajma.

Zajam za izgradnju i uključenje elektrane na prijenosnu mrežu iznosi oko tri i pol milijarde dinara.

Plan stipendija za školsku godinu 1959-60

Na kraju zasjedanja UO je prihvatio prijedlog Komisije za stipendije i uzdizanje kadrova da se u školskoj godini 1959-60 podijele stipendije kako slijedi:

Elektrotehnički fakultet	8 stipendija
Građevinski fakultet	2 stipendije
Strojarski fakultet	2 stipendije

Ekonomski fakultet	2 stipendije
Srednja tehnička škola	9 stipendija
Srednja ekonomska škola	2 stipendije

Komisija će na temelju ovoga plana raspisati natječaj za podjelu stipendija uz uvjete koje propisuje Osnovni zakon o stipendijama.

ČETRNAESTO REDOVITO ZASJEDANJE UO ODRŽANO DNE 16. X. 1959.

Upravni odbor izabrao novog predsjednika i potpredsjednika

Nakon što su raniji predsjednik i potpredsjednik ing. Ivo Bezić i ing. Božidar Širola podnijeli ostavke na svojim mjestima uz obrazloženje da iz objektivnih razloga nisu u mogućnosti obavljati svoje dužnosti u UO, to je prihvaćena njihova ostavka i izvršen izbor novog predsjednika i potpredsjednika.

Za novog predsjednika izabran je Marin Čizmić, direktor HE Kraljevac, a za potpredsjednika Ante Lučev, direktor distributivnog poduzeća »Elektra« Zagreb.

Izvještaj radne grupe UO Zajednice

Početkom septembra 1959. UO je na svom zasjedanju, koje je održano u Splitu, razmatrao i elaborat »Organizaciono-ekonomski problemi jugoslavenske elektroprivrede«. Kako je elaborat bio veoma opsežan to ga se tada nije moglo detaljno razmotriti i donijeti zaključke, pa je bila formirana radna grupa UO sa zadatkom da dobro prouči elaborat, te poslije podnese izvještaj UO s prijedlogom zaključaka. Nakon što je radna grupa intenzivno radila skoro mjesec dana na elaboratu, podnijela je izvještaj i prijedlog zaključaka UO na odobrenje. Poslije svestranog razmatranja izvještaja UO ga je s manjim dopunama prihvatio, s tim, da se on kao takav dostavi Jugelu.

Davanje garancije za gradnju nekih objekata iz sredstava OIF

UO je u smislu odredaba čl. 17/b. Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama, dao svoju suglasnost o davanju garancije za podizanje zajma kod Jugoslavenske investicione banke iz općeg investicionog fonda za gradnju dalekovoda 110 kV Senj–Vinodol, kao i proviziorija TS 110 kV Senj, te za dalekovod 110 kV HE »Senj« – Lički Osik.

Iznosi za garantne pologe moći će se uplatiti nakon što Savezno izvršno vijeće donese propis, iz kojih će se sredstava to financirati.

Institutu će biti osnivač Zajednica?

Institut za elektroprivredu je ustanova sa samostalnim financiranjem osnovana od NO grada Zagreba. Takav institut uglavnom pripada elektroprivredi i trebao bi biti osnovan od Zajednice. Često puta to nema većeg značaja, ali ovoga je puta svakako baš to značajno. Osnovna sredstva odnosno cijela imovinska masa potrebna jednoj takovoj ustanovi kao i kostur stručnog kadra, trebao bi osnivač dati osnovanoj organizaciji, međutim NO to nije mogao u cijelosti ispuniti, pa stoga niti ta ustanova nije mogla dati sve ono što se od nje očekivalo.

Imajući u vidu sve to, kao i niz drugih komponenata, UO je zaključio, da se predloži NO kotara, da svoja prava kao osnivač Instituta prenese na Zajednicu elektroprivrede. Ukoliko UO prihvati ovaj prijedlog, Zajednica će preuzeti ulogu osnivača.

Donesen pravilnik o prijemu stranaca u ZEPH-e

Kako je IV Sabora već prilično dugo donijelo uputstvo o izradi Pravilnika o posjeti stranaca u našim privrednim poduzećima, Zajednica je tek sada izradila svoj Pravilnik. Pravilnik je, doduše, izrađen mnogo ranije, ali je doživio osjetnu korekturu. Pravilnik je obuhvaćao sva elektroprivredna poduzeća i poduzeća u izgradnji, te Zajednicu. Pošto bi bilo teško organizirati provedbu Pravilnika na takovoj centralnoj osnovi, odbačena je ova solucija i prihvaćeno donošenje Pravilnika za svako poduzeće posebno. Prema tome svako poduzeće je dužno donijeti Pravilnik za sebe i strogo ga provoditi. Kao materijal za izradu Pravilnika poduzećima služit će onaj centralni Pravilnik, koji nije zbog forme prihvaćen.

Izvještaj Komisije za stipendije i uzdizanje kadrova

Komisija je između ostalog u svom izvještaju predložila UO, da prihvati njen izbor kandidata za stipendiste elektroprivrede i to dvadeset đaka i studenata. U svom obrazloženju Komisija ističe nov način izbora kandidata, koji se razlikuje od ranijeg u tome što su kandidati izabrani u zajednici s poduzećem, koje je zainteresirano za školovanje pojedinih struka. Na taj način je kandidatu već u jednu ruku određen kolektiv u kojem će raditi poslije završetka škole, a poduzeće se osiguralo, da dobije kako radnike određene struke, tako i konkretnu osobu koju je predložilo.

Pored ovoga Komisija je podnijela i prijedlog kandidata za specijalizaciju u inozemstvu iz sredstava tehničke pomoći ICA i ILO, koji bi boravili u nekim evropskim zemljama u toku godine 1960. Komisija je predložila kao kandidate iz sredstava tehn. pomoći ICA: ing. Borisa Tilić, Elektra, Zagreb, ing. Nikolu Bilčar, Hidroelektrane na Krki i ing. Božidara Širolu, Toplana, Zagreb, a za kandidate iz tehn. pomoći ILO: Dragu Horvat, Hidroelektrane na Krki i Josipa Jalšovec, Zajednica. Oba prijedloga Komisije je UO u cijelosti prihvatio.

Pored ovoga UO je donio još niz važnih zaključaka iz oblasti stambene izgradnje poduzeća u izgradnji Toplana Zagreb, i Dalmatinske hidroelektrane, Split, te HE Kraljevac, Zadvarje i drugih oblasti. *M. J.*

Iz Instituta za elektroprivredu Zagreb

NOVA STUDIJA O SUPERPONIRANOJ MREŽI JUGOSLAVIJE

U Institutu za elektroprivredu u Zagrebu izrađena je, uz suradnju instituta i projektantskih poduzeća iz Beograda i Ljubljane, a po narudžbi Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, studija o razvoju jugoslavenske mreže 220 kV za idućih 7 godina, s naročitim težištem u obradi prve etape nove faze ove mreže.

Sadržaj, opseg, način i rok izrade studije bio je određen ugovorom, sklopljenim u ožujku 1959. Također su bili od naručioca zadani svi osnovni podaci o konzumu i izvorima energije.

Prvi dio zadatka bio je da se za 1962., 1965. i 1967. za određenih 15 područja Jugoslavije načine energetske bilance i izračuna izmjena energije između tih područja za razne energetske situacije, tako da kod toga bilanca cijele Jugoslavije bude u svakom slučaju optimalna. Metoda rada za ovo bilanciranje bila je izrađena u zagrebačkom institutu i odobrena od posebne komisije naručioca.

Detaljnu obradu konzuma i bilance užih područja, u zadanim okvirima i zadanom metodom, izradili su Institut za elektriško gospodarstvo, Ljubljana, Energoprojekt, Beograd i Institut, Zagreb, svaki za određeni dio Jugoslavije. Na zajedničkom radnom sastanku bile su bilance pojedinih područja usklađene međusobno i sa bilancom cjelokupne Jugoslavije.

Istovremeno su instituti u Zagrebu i Ljubljani izradili neovisno jedan od drugoga tehničke i ekonomske osnove kojima ima odgovarati i prema kojima ima biti oblikovana mreža 220 kV. I ove principe, koji su se prilično poklapali

u obe obrade, odobrio je naručilac. Tek tada se pristupilo izradi konfiguracije mreže i određivanju tehničkih parametara pojedinih linija i čvorova. Za svaku od promatranih etapa bilo je promatrano više varijanata, od kojih su samo najviše dvije za svaku etapu proučavane na mrežnim analizatorima Instituta »Nikola Tesla«, Beograd i ljubljanskog instituta.

Analizatorski rad dao je, za razne pogonske slučajeve, konačne elemente za izbor varijante. Tako je nastala mreža koja se predlaže naručiocu. Kod toga se naravno ne smije zaboraviti da je ona rezultat učinjenih radnih pretpostavki i opsega raznih proračuna. I uz ta ograničavanja, ovaj je rad od ogromne važnosti, kao podloga za donošenje odluka o izgradnji mreže 220 kV, te kao podloga za daljnji studij.

Treba ovom prilikom istaći naročito sretnu suradnju naših triju instituta za elektroprivredu među sobom i sa Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede.

Ing. B. Baranović

Ostale vijesti

AKTIVNOST EKONOMISTA ELEKTROPRIVREDE FNRJ

Razvitak elektroenergetike u našoj zemlji postavlja pred ekonomiku elektroprivrede sve više takovih problema, za čija su rješenja potrebne prethodne teoretske obrade. To su na primjer:

- nivo i sadržaj vlastite cijene prodaje;
- rentabilitet i proširena reprodukcija u elektroprivredi;
- amortizacija postrojenja i tržne cijene reprodukcionog materijala;
- amortizacija investicionih zajmova u elektroprivredi;
- investiciono uzdržavanje postrojenja;
- pitanje monopolnog karaktera elektroprivrede;
- privredni račun elektroprivrede i njeno svojstvo javne službe;
- utvrđivanje nivoa osobnog dohotka u elektroprivredi i sistem njegove raspodjele obzirom na individualni rad temeljnih elektroprivrednih organizacija i njihovo sudjelovanje u kooperativnom radu elektroprivredne zajednice;
- posebni fondovi u elektroprivredi te način njihovog formiranja i raspodjele;
- organizacija elektroprivrede kao cjeline — teritorijalna i strukovna podjela rada te privredni račun;
- organizacija privredno-računske i komercijalne službe u elektroprivrednim zajednicama, poduzećima i samostalnim pogonima;
- tarifa električne energije kao ekonomski instrument elektroprivrede za prilagođavanje načina potrošnje jednom racionalnom dijagramu opterećenja i za pospješenje elektrifikacije;
- tarifa električne energije kao dopunski ekonomski instrument organa društvene zajednice u općoj politici cijena i politici preraspodjele nacionalnog dohotka. Elektroprivreda kao regresni mehanizam budžeta;
- ekonomski odnosi unutar elektroprivrede i način reguliranja ovih odnosa kao i druga slična pitanja, koja zadiru u područje elektro-ekonomike.

O načinu rješenja ovih pitanja zavise i privredni propisi i ekonomski instrumenti, koji reguliraju rad i razvitak elektroprivrede.

Razmatranje ovih problema spada i u zadatak elektroprivrede pa je na jednom od poslovnih sastanaka ekonomista elektroprivrede zaključeno, da se u cilju teoretske obrade ovih pitanja osnuje *debatni klub ekonomista elektroprivrede FNRJ.*

Prvi sastanak ekonomista elektroprivrede iz elektroprivrednih zajednica i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede u cilju osnivanja takvog studijskog tijela, održan je u Titogradu u organizaciji Elektroprivedne zajednice Crne Gore mjeseca lipnja 1959. Na tom sastanku je zaključeno da se predloži osnivanje posebne sekcije za ekonomiku elektroprivrede pri Savezu društva ekonomista FNRJ u kojoj bi se razmatrala i proučavala sva pitanja s područja ekonomike elektroprivrede. U ovu sekciju mogli bi se učlaniti svi stručnjaci elektroprivrede, koji se na svojim radnim mjestima bave privrednim problemima.

Stručna savjetovanja bi se održala prema nastaloj potrebi no najmanje dva puta godišnje. Na sastancima bi se podnosili referati i koreferati za unaprijed postavljene teme. Svako savjetovanje bi organizirali ekonomisti iz elektroprivrede. Troškove za organizaciju savjetovanja (dvorana, umnažanje referata i sl.) snosila bi ona elektroprivredna zajednica, na čijem području se održava sastanak i savjetovanje. Podneseni referati bi se objavljivali u ekonomskim publikacijama i stručnim časopisima elektroprivrede, a rezultati savjetovanja dostavljali bi se prema potrebi i zainteresiranim forumima na uvid i rješenje.

Naredni sastanak ekonomista elektroprivrede organizirat će Elektrogospodarska skupnost Slovenije, Ljubljana, u toku mjeseca travnja 1960. Za to savjetovanje utvrđene su ove teme i referati:

1. *Ekonomske cijene za električnu energiju s rentabilitetom, koji osigurava normalnu proširenu reprodukciju.*
   Elaborat sastavljaju ekonomisti iz Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd.
2. *Položaj i svojstva elektroprivrede u sklopu društvene proizvodnje. Problemi elektroprivrede i prijedlozi za njihovo rješenje do prelaska na ekonomske cijene za električnu energiju.*
   Elaborat sastavlja: Daniel Feöcze, ekonomist iz Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb.
3. *Analiza osnovnih faktora proizvodnje u elektroprivredi i mogućnosti ostvarenja većeg osobnog dohotka (iznad tarifnog stava) u okviru »pogonskog gospodarstva«, rada u kooperaciji elektroprivredne zajednice te na tržištu električne energije.*
   Elaborat sastavlja: Aleksandar Živko, ekonomist iz Elektrogospodarske skupnosti Slovenije, Ljubljana.

Elektrogospodarska skupnost Slovenije, Ljubljana, preuzimat će prijave reflektanata za učestvovanje na ovom drugom savjetovanju ekonomista elektroprivrede FNRJ i dostaviti im spomenute referate.

D. F.

SAVJETOVANJE O ELEKTRIFIKACIJI POLJOPRIVREDE U OSIJEKU OD 10. DO 12. VELJAČE 1960.

Suglasno zaključku IV. kongresa Saveza mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Jugoslavije, Elektrotehničko društvo Hrvatske organizira savjetovanje o elektrifikaciji poljoprivrede, koje će se održati u Osijeku dne 10., 11. i 12. veljače o. g.

Savjetovanje ima opći jugoslavenski karakter, a namijenjeno je prvenstveno odgovornim faktorima i zainteresiranim stručnjacima iz redova poljoprivrede, elektroprivrede i industrije. Svrha mu je da se utvrdi: današnje stanje u rješavanju zadataka elektrifikacije u poljoprivredi i na selu; smjernice za rješavanje zadataka elektrifikacije poljoprivrede i sela; problemi, koji se pojavljuju i kako treba pristupiti njihovu rješavanju.

Teme savjetovanja su:

- Prednosti elektrifikacije poljoprivrede s posebnim osvrtom na stanje kod nas.
- Razvoj konzuma električne energije za poljoprivrednu elektrifikaciju.
- Tarife za elektrifikaciju poljoprivrede.
- Elektrifikacija poljoprivrednih dobara i zadružnih gospodarstava.
- Ekonomsko dimenzioniranje distributivnih mreža.
- Ekonomska opravdanost i način financiranja elektrifikacije u poljoprivredi.
- Kadrovi i izobrazba potrošača.

Savjetovanje se održava pod pokroviteljstvom dr. Slavka Komara, državnog sekretara za poljoprivredu SIV.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE KOLOVOZ I RUJAN 1959.

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	Madarska	
		HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.	1958	31290	33129	1046	26466	99	262	32435	59857	72636	4997	— 5975	163950
11.	1958	61776	23411	1928	21683	108	266	63812	45360	47405	23991	— 5781	174787
12.	1958	75436	21585	1951	20474	112	319	77499	42378	45197	27059	— 5627	186506
Ukupno	1958	654130	275959	16873	218012	1248	3244	672251	497215	374061	417825	— 53024	1908328
1.	1959	92472	21860	2374	17299	114	317	94960	39476	13943	58082	— 11131	195330
2.	1959	73909	40212	1498	17916	108	310	75515	58438	— 3002	52748	— 2519	181180
3.	1959	70584	30070	1660	19073	102	316	72346	49459	12083	53868	— 1296	186460
4.	1959	63681	24000	2020	16649	100	287	65801	40936	34117	36649	— 6506	170997
5.	1959	60878	20368	1567	20954	108	277	62553	41599	44380	28618	— 8826	168324
6.	1959	67261	12039	1436	19088	101	281	68798	31408	37702	37821	— 8324	167405
7.	1959	61649	16991	969	18093	112	285	62730	35369	43696	27999	— 4605	165189
8.	1959	51558	28686	821	19246	118	300	52497	48232	52215	10693	— 3536	160101
9.	1959	35774	36545	607	26276	110	374	36491	63495	26647	39831	— 82	166082
Ukupno 1. — 9.	1959	577766	230771	12952	174594	973	2747	591691	408112	261781	346309	— 46825	1561068

Napomena: Od mjeseca siječnja 1959 iskazuje se u statističkom izvještaju proizvodnja električne energije svih kod Statističkog zavoda evidentiranih industrijskih i lokalnih elektrana, a ne samo većih industrijskih elektrana kao što je to bilo iskazivano u 1958. g.

Pogonski pokazatelji elektrana NR Hrvatske za mjesece kolovoz i rujan 1959.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje, %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Kolovoz	Rujan	Od početka godine	Kolovoz	Rujan	Od početka godine	Kolovoz	Rujan	Kolovoz	Rujan
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	79,0	2214	9535	90490	2941,0	—	105,4	98,9	99,0	—	—
		Gojak	48,0	3	—	34328	—	—	—	—	—	—	—
		Ozalj	5,1	1221	673	17531	320,0	149,2	104,7	98,7	93,4	—	—
		Kraljevac	62,0	40381	18921	310181	525,0	663,0	122,4	95,0	91,3	—	—
		Manojlovac (Miljacka)	24,0	5416	4724	87331	126,2	146,0	94,2	99,8	98,7	—	—
		Jaruga	5,5	2113	1756	29268	138,7	156,1	107,3	88,9	89,2	—	—
	TE	Zagreb	17,0	5830	7688	52820	115,8	92,4	106,6	46,3	63,0	6100	6275
		Jertovec	39,0	19133	22637	122754	122,3	101,3	111,3	65,8	80,7	4108	4081
		Vlaška	9,5	1764	124	23675	59,5	5,2	98,8	24,9	1,8	5534	5497
		Rijeka	6,3	1233	4193	18652	70,2	148,0	352,4	26,4	92,5	6852	5952
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,5	5301	8689	45064	131,5	131,4	193,1	40,7	69,0	...	...
		Sladorana, Županja	3,0	567	1215	1808	—	198,2	224,2	25,4	56,2	...	...
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	1577	1638	14714	109,0	111,9	157,7	35,3	37,8	...	...
		Željezara, Sisak	5,5	3325	3777	29037	120,7	117,4	97,2	81,2	95,2	...	...

1) Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na god. 1958. = 100.
2) Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje instaliranog kapaciteta.

Energetska bilanca NR Hrvatske za mjesece kolovoz i rujan 1959.

Elementi energetske bilance	Kolovoz		Rujan		Od početka god.		Indeks 1958 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	kolovoz	rujan	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	80244	45,6	72319	41,1	808537	47,0	200,0	161,2	118,2
Proizvodnja industr. elektrana	20067	11,4	26883	15,3	187546	10,9	108,7	116,6	116,3
Proizvodnja lokalnih elektrana	418	0,2	484	0,3	3720	0,2	111,0	130,8	111.9
Ukupna proizvodnja na generatoru	100729	57,2	99686	56,7	999803	58.1	171.2	146,0	117,6
Nabava el. en. od susjed. zajednica	75438	42,8	76452	43,3	718594	41,8	79,6	76,6	104,0
Nabava el. en. iz inozemstva	—	—	—	—	1664	0,1	—	—	2679,0
Ukupno raspoloživa električna energija	176167	100,0	176138	100,0	1720061	100,0	114,6	104,7	111,8
Vlast. potr. elektrana u sistemu	3154	1,8	3985	2,3	30722	1,9	111,6	107,8	118,0
Vl. potr. industr. i lokal. elektr.	2048	1,2	2736	1,6	19238	1,1	109,0	118,3	117,0
Ukup. raspolož. na pragu elektrana	170965	97,0	169417	96,1	1670101	97.0	115,4	104,7	111,6
(Dobava industr. elektrana sistemu)	(1507)	(0,9)	(4434)	(2,5)	(17191)	(1,0)	(119,0)	(139,9)	(200,5)
(Prag elektrana u sistemu)	(154035)	(87,5)	(149220)	(87,2)	(1513600)	(87,7)	(115,7)	(103,4)	(111,7)
Gubici prijenosa u sistemu	8585	4,9	6712	3,8	66881	3,9	110,2	99,9	87,2
Gubici razvoda u sistemu	21401	12,1	7353	4,2	124235	7,2	171,2	75,5	114,6
Gubici razvoda lokal. elektrana	42	0,0	48	0,0	372	0,0	110,4	129,7	111,7
Ukupna predaja el. en. potrošačima	140937	80,0	155304	88,1	1478613	85,9	109.6	107,0	112,5
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	12530	7.1	9974	5,7	110504	6.4	119,9	47,6	91,9
Predano inostranstvu	3536	2,0	82	0,0	48469	2,8	394,0	73,8	135,4
Industrijska vlastita opskrba	16554	9.4	19761	11,2	152630	8.9	108,1	112,6	111,8
Lokalna opskrba	334	0,2	388	0,2	2976	0,2	111,0	131,0	111,8
Potrošači u sistemu	107983	61,3	125099	71,0	1164034	67,6	106,2	117,3	114,6
Struktura potrošnje u sistemu = 100% — Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100%									
Kućanstva (domaćinstva)	22513	20,7	42121	33,7	305771	26,3	88,2	134,9	119,0
Rasvjeta poslov. prostorija	2816	2.6	3052	2,4	32991	2,8	124,8	118,7	116,0
Rasvjeta društv. prostorija	515	0,5	582	0,5	7327	0,6	117,0	123,5	113.3
Motori i aparati	4527	4,2	4668	3,7	39786	3,4	122,9	117,8	120,3
Poljoprivredni motori	881	0,8	832	0,7	6115	0,5	112,0	111,2	115.2
Javna rasvjeta	1571	1,5	1769	1,4	15007	1,3	122.1	116,8	115,8
Preprodavaoci	1342	1,3	1411	1,1	11659	1,0	98,3	109,8	94,2
Ukupna potrošnja na malo	34165	31,6	54435	43,5	418656	35,9	96,5	130,0	117,9
Vodovod	4420	4,1	4233	3,4	34656	3.0	101,0	102.6	106.3
Gradska električna vuča	1453	1,3	1515	1,2	12103	1,0	119,6	121,0	111,4
Ukupna komunalna velepotr.	5873	5,4	5748	4,6	46759	4,0	105,0	106,9	107,7
Ugljenokopi	5708	5,3	5828	4,7	52498	4,5	104,5	108,0	101,3
Tvornice cementa	8248	7,6	8581	6,9	69794	6,0	118,0	131.0	125,9
Ostala opća velepotrošnja	28126	26,1	29441	23,5	262472	22,6	117,0	119,7	117,0
kod elektrokemije	(1169)	(1,1)	(599)	(0,5)	(11240)	(1,0)	(90,5)	(58,2)	(66,3)
kod elektrometalurgije	(14377)	(13,3)	(11847)	(9,5)	(112784)	(9,7)	(128,9)	(105,0)	(134,0)
kod ostalih	(12580)	(11,7)	(16995)	(13,5)	(138448)	(11,9)	(109,0)	(138,3)	(112,2)
Ukupna ostala velepotrošnja	42082	39.0	43850	35,1	384764	33,1	115,4	120,0	116,0
Karbid	—	—	—	—	82630	7,1	—	—	104,2
Aluminij	13377	12,4	11847	9,4	111785	9,6	119,9	105,1	123,1
Ostala elektrokemija	1168	1,1	599	0,5	11244	1,0	90,4	58,1	65,8
(Ukupno elektrokemija)	(14545)	(13,5)	(12446)	(9,9)	(205659)	(17,7)	(116,0)	(101,0)	(110,0)
Ferolegure el. metalurgije	6935	6,5	5103	4.1	73714	6,3	80,4	75,4	102,9
Elektrotoplina	2773	2,6	2220	1,8	24095	2,1	122,1	99,4	132,0
Željeznička električna vuča	1538	1,4	1252	1,0	9871	0,9	308,0	87,6	119,0
Melioracija	72	0,0	45	0,0	516	0,0	218,0	112,5	73,5
Ukupno specijal. velepotrošači	25863	24.0	21066	16,8	313855	27,0	107,5	92,5	109,6

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u FNR Jugoslaviji za mjesece kolovoz i rujan 1959.

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	8. 1959	553	304	249	51	29	35	84	145	69	50	57	22	9	1	1
	9. 1959	566	285	281	36	36	55	89	94	87	76	60	23	9	1	1
Indeks na bazi	8. 1958	112	110	114	371	110	137	95	91	152	89	110	102	141	175	331
	9. 1958	114	125	105	463	122	171	98	75	104	180	104	111	110	422	6594

Proizvodnja ugljena za mjesece kolovoz i rujan 1959.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1958 = 100		
		Kolovoz	Rujan	Od početka godine	Kolovoz	Rujan	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi		72690	74360	640890	102,5	99,7	104,3
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljenokopi	7790	7131	61854	104,6	108,3	98,8
	Rudnik Pregrada	5742	5950	47454	97,1	138,6	108,2
	Ostali	4213	3849	40085	70,1	72,0	75,7
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi	16532	17161	148072	99,5	107,5	98,1
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Dalmacija: Rudnik Siverić	12510	12483	105465	97,7	97,3	97,8
	Ostali	600	825	5328	84,5	138,4	107,3
	Ostala područja	1946	1902	20204	94,1	95,1	103,4
	Ukupno mrki	49333	49301	428462	95,7	103,5	96,8
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečki ugljenokopi	19383	32154	276611	123,1	105,4	114,7
	Konjščinski ugljenokopi	22541	21917	188550	128,1	133,5	109,4
	Rudnik Ladanje Donje	12114	— 1)	— 1)	92,6	—	—
	Stubički ugljenokopi	15409	14766	136670	116,8	115,2	113,2
	Ostali	1472	1575	15120	87,6	90,5	82,6
	Bilogora — Podravina: Koprivnički ugljenokopi	10283	10101	96568	101,7	102,4	92,3
	Križevački ugljenokopi	4900	4967	49439	107,3	102,5	118,9
	Ostali	7326	7824	64232	87,4	104,0	103,2
	Ostala područja	1194	1281	7083	232,7	28[illegible],7	82,1
	Ukupno lignit	94622	94585	834273	111,4	112,4	106,6
Ukupno sve vrste ugljena		216645	218246	1903625	104,5	105,7	103,4

1 Od 1. IX. 1959. proizvodnja rudnika Ladanje Donje uključena je u proizvodnju Ivanečki ugljenokopi.

Proizvodnja ugljena i koksa u FNR Jugoslaviji za mjesece kolovoz i rujan 1959.

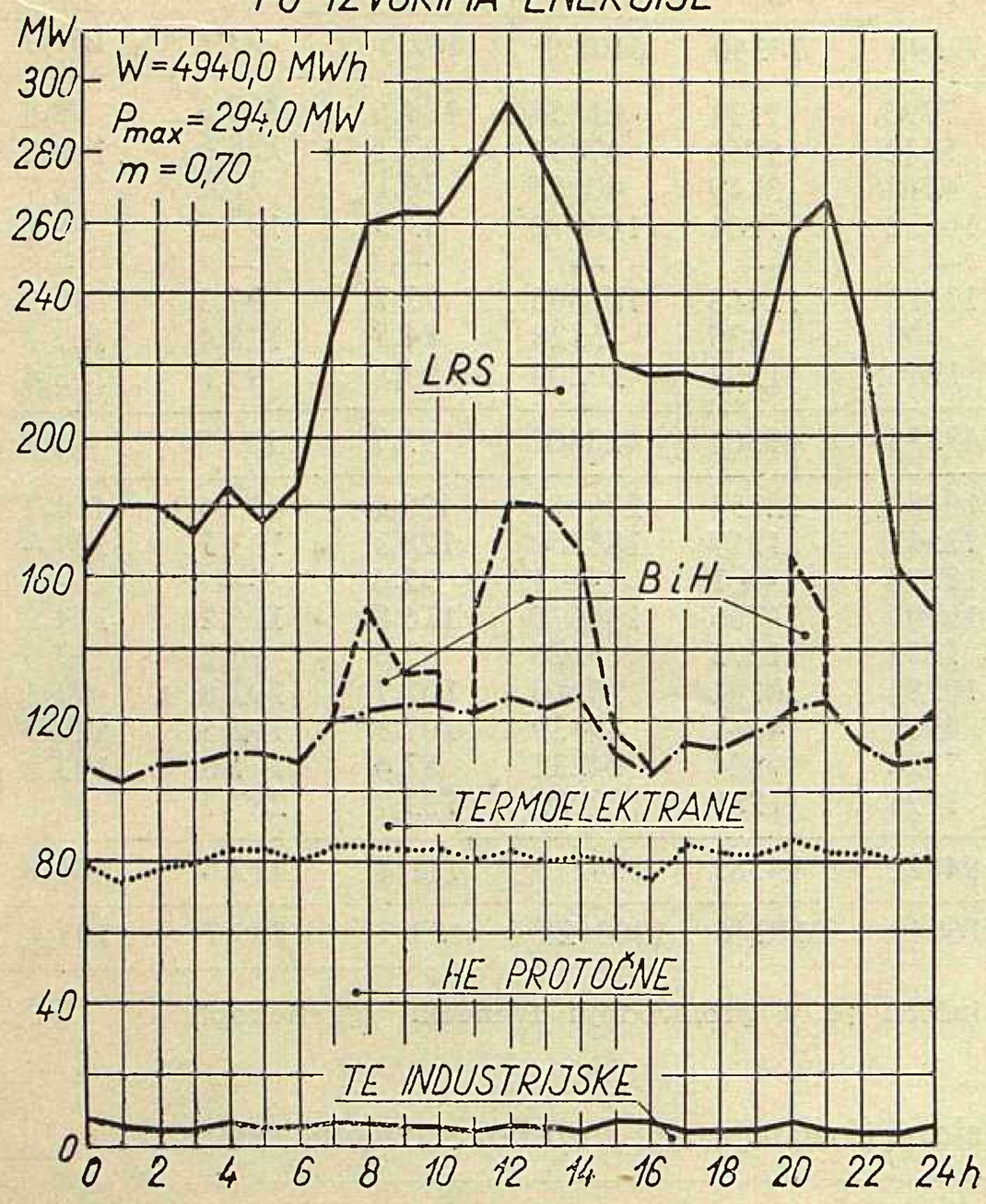
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen										Koks iz	
		FNRJ				Po narodnim republikama						koksara	plinara
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora		
Proizvodnja u 1000 t	8. 1959	1746	109	731	906	453	217	380	678	0,5	17,8	92	1,5
	9. 1959	1814	110	765	939	492	218	380	705	0,5	18,9	89	1,6
Indeks na bazi	8. 1958	111	109	105	116	104	105	114	117	56	133	112	71
	9. 1958	110	102	110	111	101	106	115	116	50	133	103	76

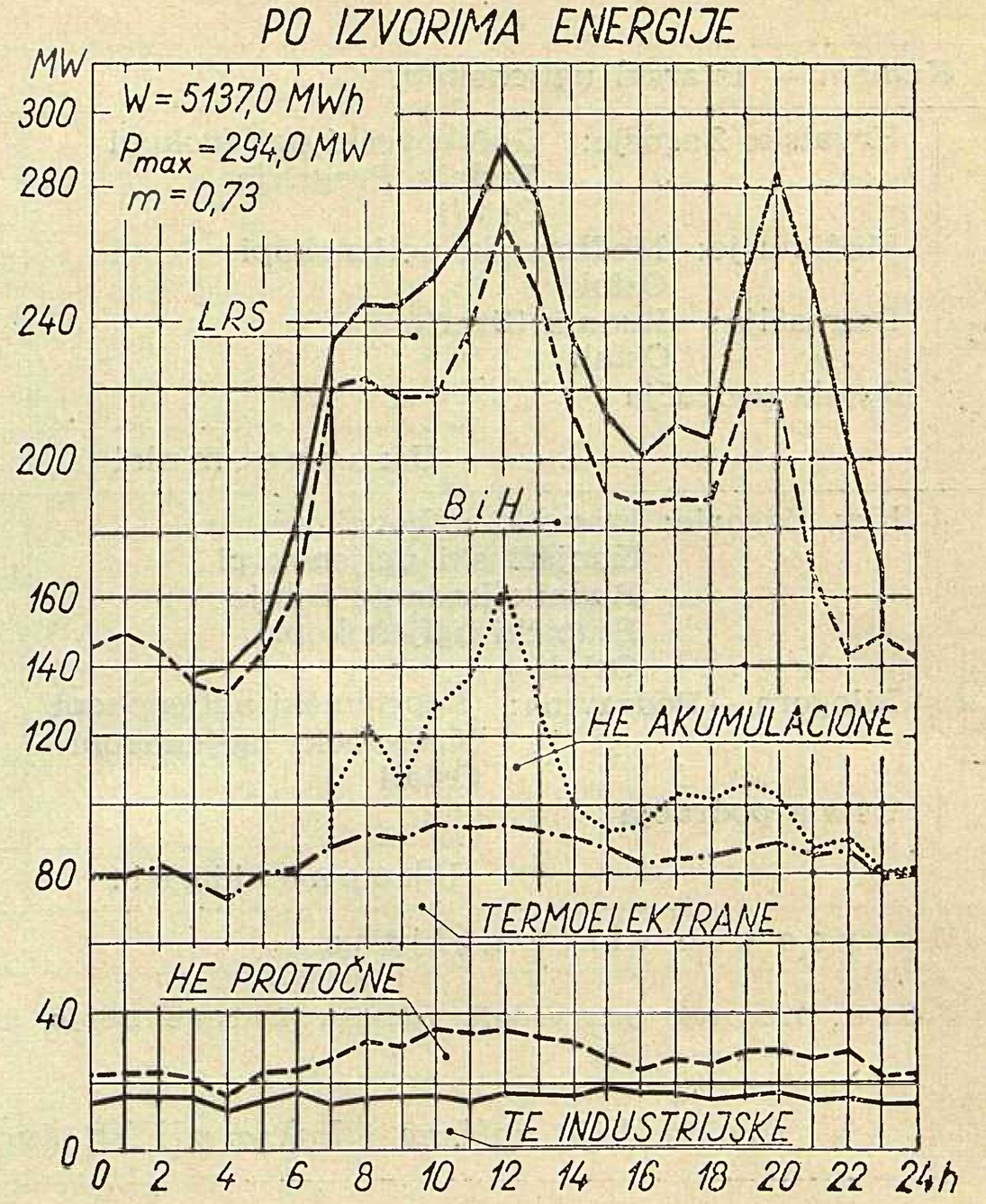
Proizvodnja i prerada nafte u FNR Jugoslaviji za mjesece kolovoz i rujan 1959.

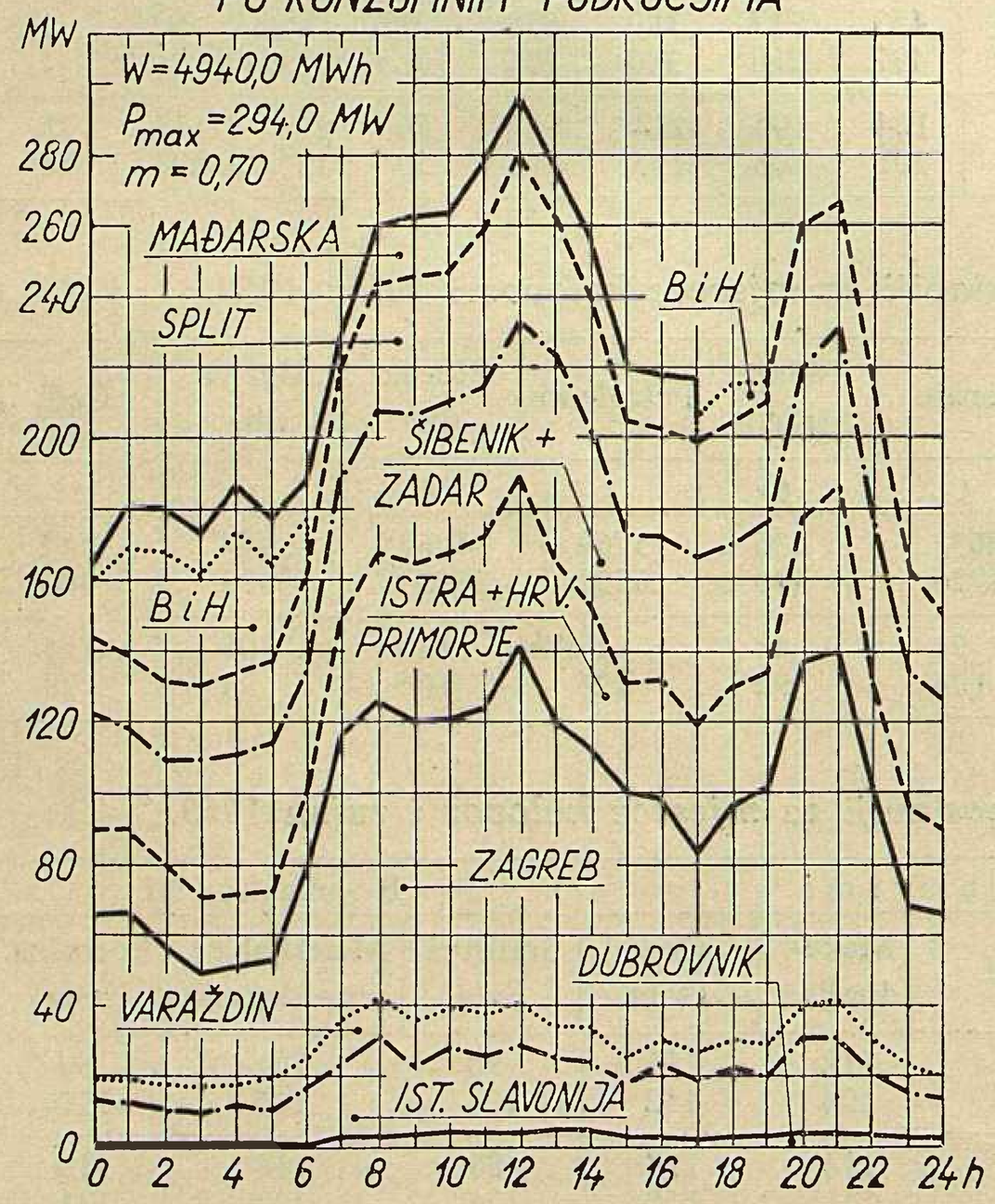
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Čađ
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	8. 1959	51203	3808	108891	19633	436	5769	34267	3954	247
	9. 1959	50573	3713	100787	24726	590	6757	29187	3629	200
Indeks na bazi	8. 1958	122	114	107	91	48	117	120	105	115
	9. 1958	129	113	102	104	92	126	106	94	98

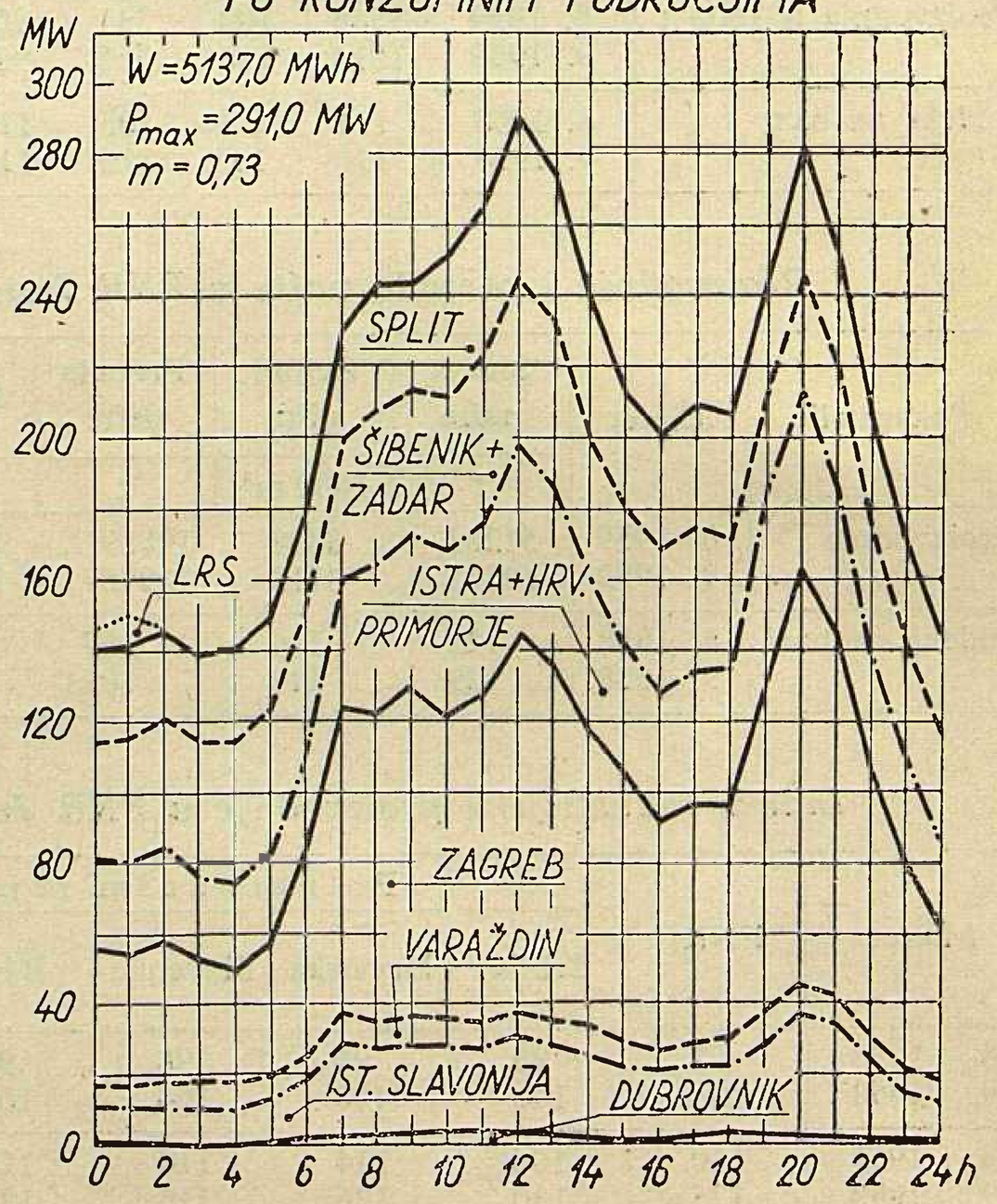
Indeks industrijske proizvodnje u FNR Jugoslaviji za mjesece kolovoz i rujan 1959.

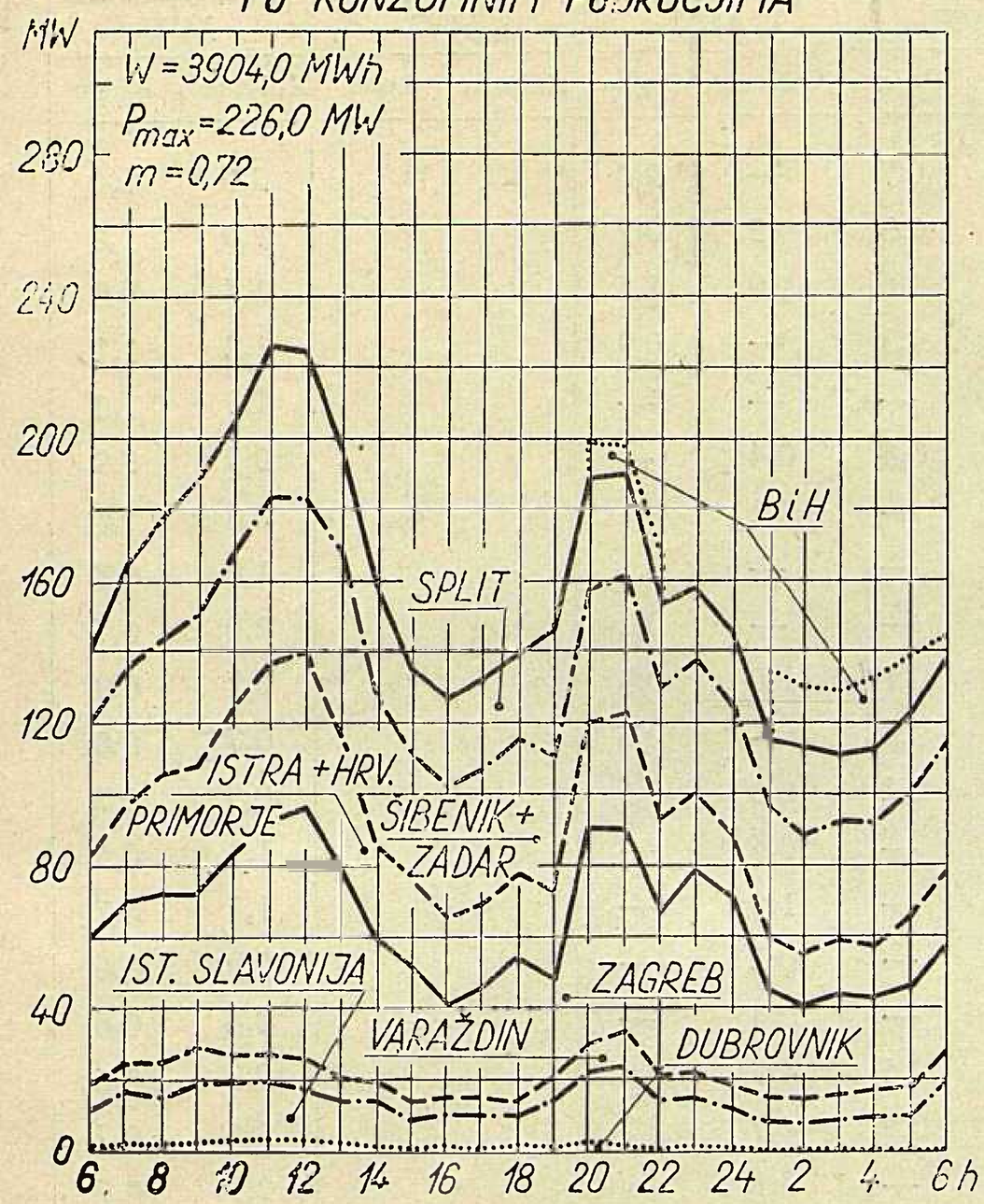
Mjesec	FNRJ	Po narodnim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	BiH	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
8. 1958	97	96	96	98	98	112	101	90	101	94
9. 1958	106	106	108	104	104	104	152	104	105	110
8. 1959	110	106	114	110	113	114	117	98	114	110
9. 1959	125	130	126	116	122	141	110	126	122	131

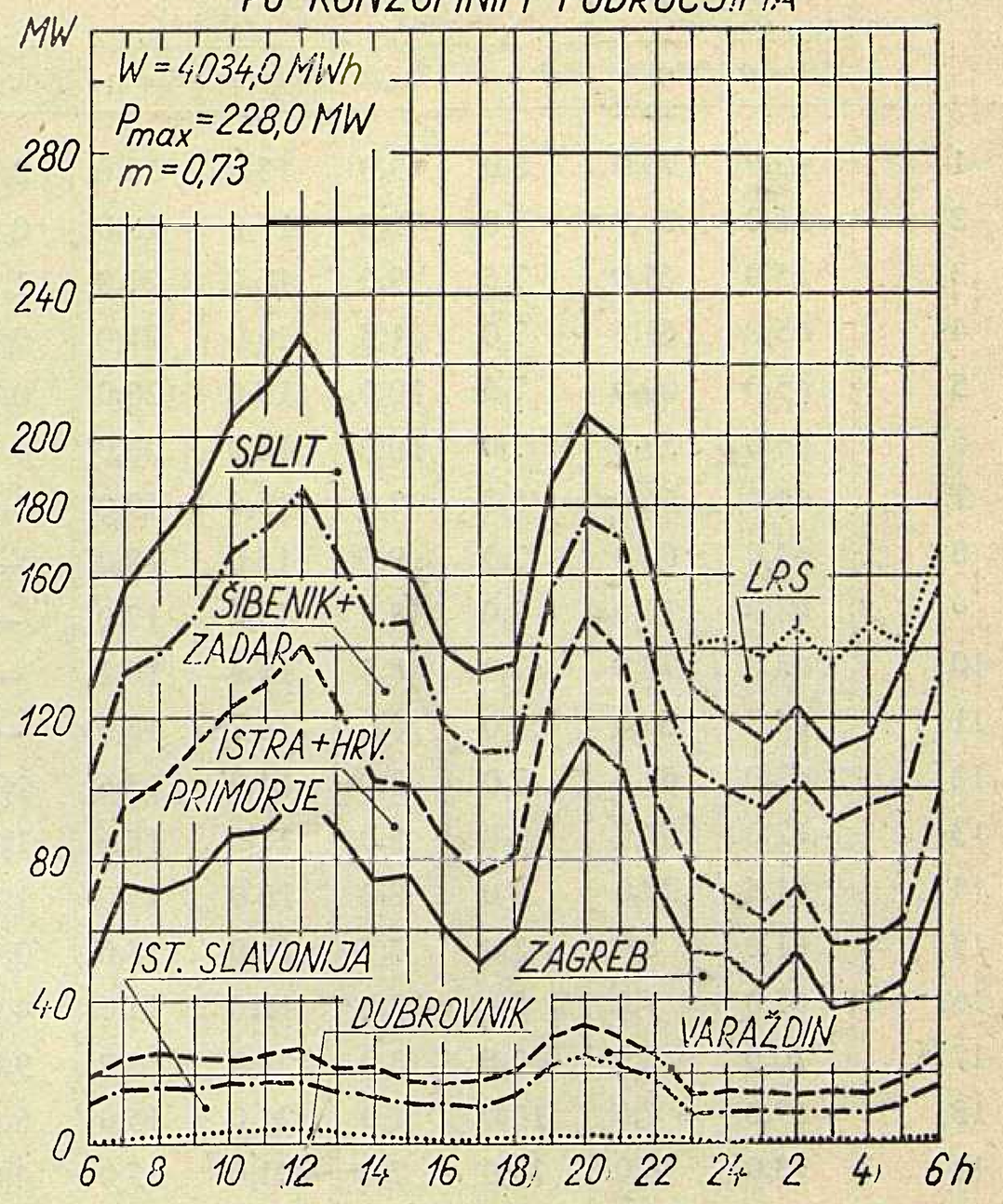

SRIJEDA 19.8.1954.
PO IZVORIMA ENERGIJE
MW
W=4940,0 MWh
Pmax=294,0 MW
m=0,70
LRS
BiH
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h

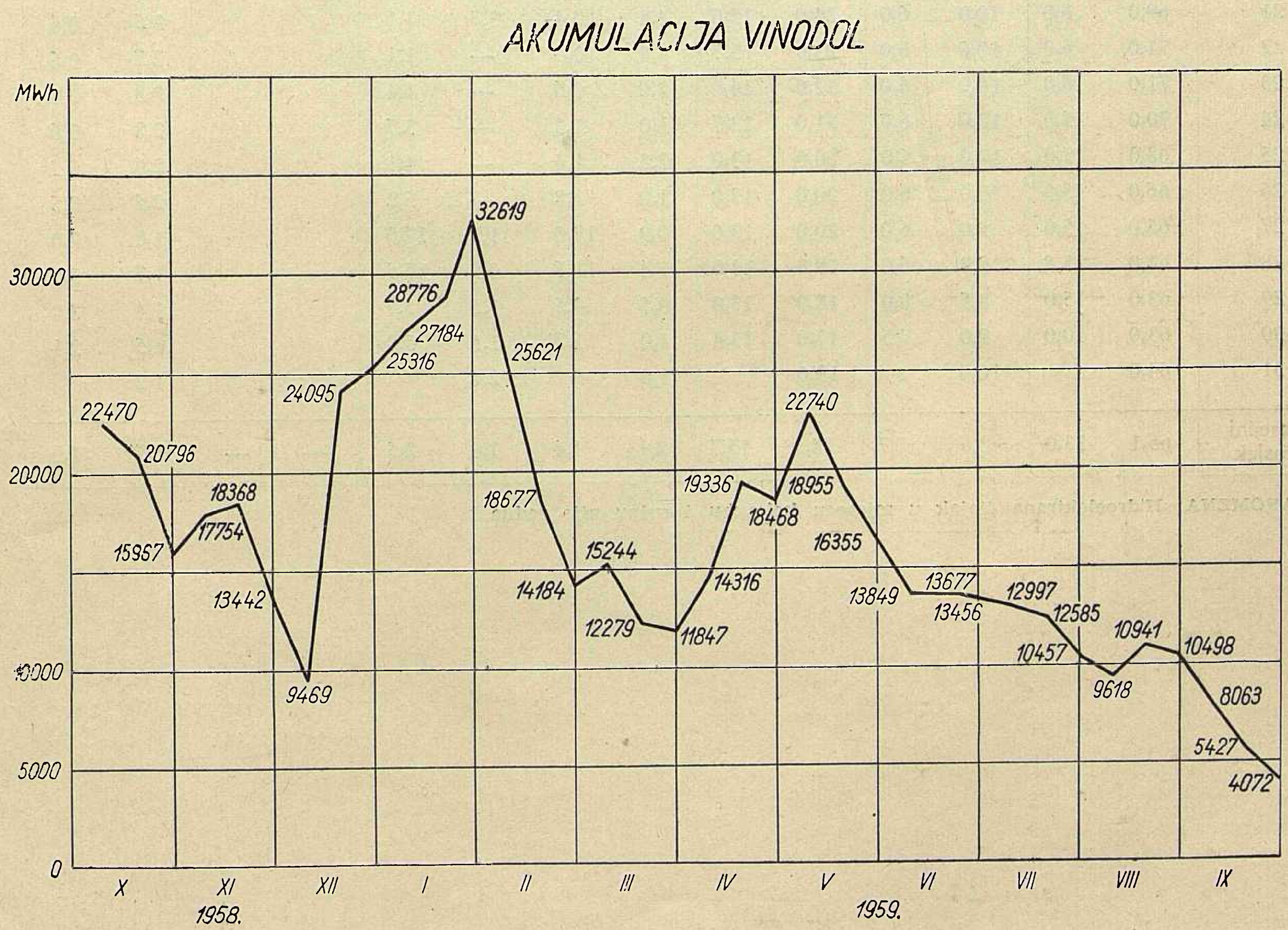

SRIJEDA 16.9.1959.
PO IZVORIMA ENERGIJE
MW
W=5137,0 MWh
Pmax=294,0 MW
m=0,73
LRS
BiH
HE AKUMULACIONE
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


SRIJEDA 19.8.1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W=4940,0 MWh
Pmax=294,0 MW
m=0,70
MAĐARSKA
SPLIT
BiH
ŠIBENIK+
ZADAR
ISTRA+HRV.
PRIMORJE
BiH
ZAGREB
DUBROVNIK
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


SRIJEDA 16.9.1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W=5137,0 MWh
Pmax=291,0 MW
m=0,73
SPLIT
ŠIBENIK+
ZADAR
LRS
ISTRA+HRV.
PRIMORJE
ZAGREB
VARAŽDIN
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h


NEDJELJA 23.8.1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W=3904,0 MWh
Pmax=226,0 MW
m=0,72
280
240
200
160
120
80
40
0
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6h
BiH
SPLIT
ISTRA+HRV.
PRIMORJE
ŠIBENIK+
ZADAR
IST. SLAVONIJA
ZAGREB
VARAŽDIN
DUBROVNIK


NEDJELJA 20.9.1959.
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
MW
W=4034,0 MWh
Pmax=228,0 MW
m=0,73
280
240
200
180
160
120
80
40
0
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6h
SPLIT
ŠIBENIK+
ZADAR
LRS
ISTRA+HRV.
PRIMORJE
IST. SLAVONIJA
ZAGREB
DUBROVNIK
VARAŽDIN


AKUMULACIJA VINODOL
MWh
30000
20000
10000
5000
0
22470
20796
15957
18368
17754
13442
9469
24095
25316
27184
28776
32619
25621
18677
14184
15244
12279
11847
14316
19336
18468
18955
22740
16355
13849
13677
13456
12997
12585
10457
9618
10941
10498
8063
5427
4072
X
XI
XII
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
1958.
1959.

Srednje dnevne protoke vode za mjesece kolovoz i rujan 1959.

Datum	Cetina		Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežnica-Dobra		Kupa	
	Kraljevac		Miljacka		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	m^3/sek		m^3/sek		m^3/sek		MW		MW		MW		MW	
	Kolovoz	Rujan	Kolovoz	Rujan	Kolovoz	Rujan	Kolovoz	Rujan	Kolovoz	Rujan	Kolovoz	Rujan	Kolovoz	Rujan
1	43,0	70,0	8,0	9,0	18,0	15,0	2,2	0,7	—	2,0			2,0	1,4
2	66,0	68,0	8,0	9,0	17,0	15,0	0,9	0,3	4,3	0,7			2,0	1,4
3	65,0	65,0	7,5	9,0	16,0	21,0	1,3	0,6	1,0	1,5			1,5	0,8
4	65,0	61,5	7,0	11,5	16,0	21,0	0,4	0,3	—	0,9			1,2	1,1
5	65,0	60,0	7,5	10,0	15,6	20,0	0,4	—	—	—			1,1	1,0
6	64,0	59,0	7,0	10,0	16,0	20,0	0,4	0,4	0,4	—			0,9	0,9
7	64,0	66,0	8,0	9,5	15,0	19,0	0,4	—	0,1	—			0,8	1,0
8	64,0	69,0	7,0	9,0	15,0	18,0	—	—	—	0,1			1,8	0,8
9	63,0	73,0	7,0	8,5	15,0	17,0	—	—	—	0,2			2,0	0,7
10	63,0	70,0	7,0	8,5	14,4	16,2	—	0,1	1,0	0,3			0,7	0,8
11	68,3	65,0	7,0	8,0	13,7	16,0	—	0,2	—	0,6			0,7	0,8
12	62,0	62,0	7,0	8,0	14,0	15,6	1,7	0,2	0,8	0,6			0,9	0,7
13	62,0	57,0	9,0	8,0	17,0	15,6	1,3	—	0,6	—			1,1	0,5
14	61,5	27,0	9,0	8,0	16,0	15,0	1,3	—	1,0	—			1,1	0,7
15	61,0	8,0	8,0	7,5	18,0	15,0	0,4	—	0,2	—			0,9	0,6
16	68,0	7,0	8,0	7,0	18,0	15,0	4,0	—	0,4	—			0,4	0,6
17	70,0	7,0	9,5	8,0	21,0	15,0	9,2	2,5	4,5	0,9			2,3	0,6
18	69,0	7,0	10,0	7,0	22,0	15,0	6,1	0,9	4,7	2,7			2,6	0,7
19	73,0	6,0	10,0	7,0	22,0	15,0	4,8	—	3,1	—			2,5	0,7
20	67,5	6,0	10,5	6,0	24,0	15,0	9,6	1,5	5,0	4,5			2,5	0,7
21	69,0	6,0	10,0	6,0	24,0	15,0	4,8	0,4	3,7	1,1			2,5	0,6
22	71,0	6,0	10,0	6,0	23,0	15,7	4,0	0,4	—	1,1			2,7	0,6
23	71,0	6,0	10,0	6,0	22,0	14,0	2,0	0,6	—	1,4			2,8	0,6
24	70,0	5,0	10,0	6,0	21,0	13,7	1,0	1,3	—	3,7			2,8	0,6
25	68,0	5,0	10,0	6,0	20,0	13,0	2,3	1,4	—	4,1			2,6	0,5
26	66,0	5,0	10,0	6,0	20,0	13,0	1,0	1,8	—	5,2			2,5	0,5
27	65,0	5,0	9,0	6,0	20,0	13,0	0,9	12,0	1,2	17,0			1,8	2,0
28	64,0	15,5	9,0	6,0	19,0	13,0	1,4	11,5	0,9	16,5			1,7	3,0
29	63,0	15,0	8,5	8,0	18,0	13,0	0,5	4,5	1,5	5,7			1,4	3,0
30	63,0	10,0	9,0	7,5	17,0	13,4	1,0	1,7	1,5	5,0			1,5	2,1
31	64,0		10,0		19,0		1,0		2,6				1,2	
Mjesečni prosjek	65,1	33,0	8,6	7,7	18,3	15,7	2,1	1,4	1,2	2,5	—	—	1,7	1,0

NAPOMENA: Hidroelektrana Gojak u mjesecu kolovozu i rujnu nije radila