SADRŽAJ ENERGIJE U 1967. GODINI

Studije i istraživanja

Str.

K. Begović: Električna postrojenja za opskrbu električnom energijom vlastite potrošnje velikih termoelektrana 145

F. Božuta: Usporedba tehnike štićenja velikih generatora u SSSR-u i u zemljama zapadne Evrope 217

J. Bulat: Značaj raškog kamenog ugljena u energetskoj bilanci naše Republike 296

V. Filipović: Određivanje potrebne snage i proizvodnje termoelektrana u elektroenergetskom sistemu, na digitalnom računskom stroju . . 16

E. Hercegovac: Specifična elektrostrojarska rješenja na HE Trebišnjici 286

M. Ibrahimpašić: Energetski kabeli s aluminijskim vodičima i izolacijom te plaštem od termoplastičnih masa 111

V. Karabdić: Naučno-istraživački rad u elektroprivredi Engleske 32

J. Keglević: Određivanje korištenja akumulacionog bazena hidroelektrane na digitalnom računskom stroju 12

B. Kragić: Napajanje telekomunikacionih uređaja u elektroprivredi 169

B. Kragić: Prijenos (signalizacija) položaja sklopki 284

M. Krešić: Primjena podataka mjerenja utjecaja opasnosti pri izboru zaštitnih mjera 123

R. Močnik: Savremena dalekovodna zaštita na Blocking - principu 120

B. Mrakovčić: Prilog odabiranju presjeka energetskih kabela vodičima od aluminija 109

J. Nevešćanin: Optimalna veličina gradskih distributivnih transformatorskih stanica 35/10 kV i 110/10 kV 160

H. Požar: Globalno planiranje razvoja proizvodnje električne energije 1

A. Primožić: Uzemljenja u distributivnim mrežama 42

Š. Šimundža: Karakteristike dijagrama opterećenja grada Splita i ekonomski efekat njegovog izravnanja 38

M. Šodan: Praktična provedba raspodjele opterećenja među elektranama 28

Pogonsko-tehnička problematika

Str.

M. Balling: Uvođenje betonskih elemenata, nogara i stupova, u gradnju distributivnih mreža Hrvatske 368

Z. Balog: O nekim problemima loženja tekućim gorivom 81

M. Butković: Problemi vibracija parnih turbina i njihovo ispitivanje 90

A. Franušić: Automatski ponovni uklop (APU) na srednjedalmatinskim otocima 300

I. Hrs: Ekonomski pogledi na primjenu i održavanje odvodnika prenapona 26

M. Mikuličić: Ekonomika upotrebe drvenih dalekovodnih stupova za nadzemne vodove . . . 375

R. Močnik: Pilotske veze za zaštitu i neka iskustva sa korištenjem tih veza u Sloveniji . . . 305

T. Pavlović: Angažiranje generatora u hidro i termo elektranama u svrhu ekonomične proizvodnje jalove energije 240

R. Škarica — Z. Benzon: Prolazne smetnje na dalekovodima u Dalmaciji 21

I. Tomasović: Problemi signalizacije i mogućnosti uređaja za registraciju signala EMS-60 u stanicama 220 i 110 kV 246

B. Uzelac — J. Mužny: Ispitivanje i metode mjerenja napona koraka i napona dodira kod stupova dalekovoda 98

Ekonomsko-financijska problematika

T. Balen — Ž. Ambrožić: Metode utvrđivanja tarifnog stupnja 283

M. Đurić: Ekonomski položaj jugoslavenske elektroprivrede posle privredne reforme 231

D. Feöcze: Mogućnost učešća elektroprivrede u financiranju novih investicija 73

D. Feöcze: Disparitet cijena električne energije i cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede 349

S. Gehrecke: Tendencije razvoja prognoziranja potrošnje električne energije 365

Str.

B. Lazić: Ekonomska cena električne energije . . 235

M. Mikuličić: Proizvodnja i potrošnja aluminija u svijetu te perspektivni razvoj aluminijske industrije kod nas 116

Vijesti iz poduzeća i elektroprivrede

B. Baranović: Nove tarife električne energije . . 189

V. Draščić: Iz Elektroprenosa Split 395

S. Nemak: 60-godišnjica elektrifikacije Daruvara 310

E. Radetić: Elektroprivredne putositnice 1. ELEKTROISTROM 389

V. Stanić: 40 godina »Elektroslavonije« Osijek . 176

V. Stanić: Iz »Elektroslavonije« Osijek 386

N. Stipančić: Rad Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske 328

B. Tilić: Suradnja proizvođača i potrošača električne energije u SR Srbiji 135

B. Tilić: Rad Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske 197

B. Tilić: Proizvodnja domaćih elektronskih knjigovodstvenih računala 204

B. Tilić: Iz rada Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske 384

M. Vujnović: Savezni dispečerski centar i regulacija snage i frekvencije 189

. . . Izvještaj Saboru NR Hrvatske 324

. . . Iz »Izvještaja« komisije koja je razmatrala uzroke pomanjkanja električne energije krajem listopada i početkom studenoga godine 1967 381

. . . Puštanje u rad novog postrojenja toplane u Osijeku 387

Savjetovanja i konferencije

D. Borojević: Savjetovanje u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede 268

V. Hangi: Savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE 411

I. Hrs: Savjetovanje o načinu registracije prenapona u mrežama 205

I. Hrs: Savjetovanje tehničkih rukovodilaca distribucije SR Hrvatske 207

B. Markovčić: Peta međunarodna konferencija urednika tehničke štampe u Brnu 52

B. Markovčić: Sastanak Studijskog komiteta za mrežu najviših napona Jugoslavije 405

B. Markovčić: Drugo savjetovanje o eksploataciji prijenosne mreže i prvo savjetovanje o izgradnji prijenosne mreže 220 i 110 kV SFR Jugoslavije 409

B. Markovčić: Simpozij o analizi i sintezi električnih mreža 413

H. Mattes: Osmo stručno savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije 45

. . . Konstatacije i zaključci sa savjetovanja predstavnika elektroprivrede SRH održanog 10. II 1967. u Zagrebu 132

. . . Predavanje ing. Piera Sturle — Kemijski problemi pri projektiranju i pogonu termoelektrana 256

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

energija

Poruke uredništva

Ovim brojem ulazi *»Energija«* u šesnaestu godinu svoga postojanja.

Započeta u svibnju 1952. kao skromni *»Bilten«* tadašnje Generalne direkcije za elektroprivredu NRH u Zagrebu, najprije štampana na 4 stranice, zatim umnažana na ciklostilu i uvezivana u sveske, pa opet štampana kao stručna revija, ona je prošla sve faze organizacija i reorganizacija elektroprivrede kroz ovih petnaest godina.

Vrijeme kroz koje je prolazila davalo joj je i nove oblike, novu fizionomiju. Bila je *»Bilten«* Generalne direkcije, pa Glavne direkcije, pa Uprave elektroenergetskog sistema i Instituta, pa Zajednice elektroprivrede Hrvatske i Instituta, a sada je eto — pročitajte joj naslov — *»Časopis za stručna i organizacionodruštvena pitanja elektroprivrede Hrvatske«*.

To, međutim, nije ništa novo: ona je to oduvijek i bila s akcentom nekad na stručnim, nekad na društveno-organizacionim pitanjima.

U prvom broju 1952. bilo je rečeno, da će list biti »odraz rada i života radnih kolektiva elektroprivrede i njihove svakodnevne borbe za izvršenje planskih zadataka u izgradnji elektrifikacije naše zemlje.«

Tačno prije deset godina, 1957. *»Bilten«* je upotpunio svoj naziv i zove se *»Energija«*, a opravdava ga konstatacijom, da je »časopis sadržajem i problematikom koju obrađuje, prerastao okvir, koji mu je bio namijenjen prigodom njegova osnivanja.«

»Međutim će« — kaže uredništvo — »list i nadalje pratiti prvenstveno i najintenzivnije problematiku elektroprivrede Hrvatske ... i život i rad elektroprivrednih poduzeća u Hrvatskoj ...«

— — —

Na čemu smo, dakle, sada?

Najnovija reorganizacija elektroprivrede dokinula je nekadašnje Zajednice (»Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske« bila je uz »Institut za elektroprivredu u Zagrebu« vlasnik i izdavač!) i *»Energija«* je ostala bez svog izdavača.

Cijela godina 1966. bila je za *»Energiju«* kritična i nije se znalo, hoće li daljnji brojevi moći izlaziti ili neće.

Spoznaja radnih ljudi u elektroprivrednim poduzećima, da im je časopis, koji je za ovih 15 godina već stekao dobar glas i ime ne samo u zemlji, nego

i daleko izvan nje, potreban i da, pogotovo danas, u danima velikih reformnih zbivanja, ne smije umuknuti, rezultirala je jednim zaključkom: »*Energiju*« treba održati!

Ovlašteni predstavnici elektroprivrednih poduzeća u Hrvatskoj sastali su se 20. rujna 1966. u Zagrebu i osnovali Izdavački savjet časopisa »*Energija*« koji je odmah na licu mjesta donio »Pravilnik o izdavanju, uredništvu i administraciji časopisa«, utvrdio mu program, izabrao urednički odbor i zacrtao mu smjernice po kojima treba da radi.

Sadržaj časopisa, programiran na ovom prvom sastanku, treba biti takav, da bude informativan za što širi krug čitalaca u elektroprivrednim poduzećima. U tom smislu treba da intenzivno djeluju područni urednički odbori u Splitu, Puli, Rijeci, Osijeku, Zagrebu i drugdje, sastavljeni po izboru poduzeća s tih područja.

Tko upravlja časopisom?

Upravljanje časopisom, njegovo uređivanje i financiranje, prešlo je na široku osnovu, obuhvativši 26 poduzeća i ustanova tj. sva poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije, kao i njihova poslovna udruženja.

Organ upravljanja je Izdavački savjet, čije članove biraju sama elektroprivredna poduzeća.

Glavni urednički odbor biraju članovi Izdavačkog savjeta. Područne uredničke odbore biraju članovi radnih zajednica poduzeća na dotičnim područjima.

U pogledu financiranja časopis je na potpuno izdvojenom računu i samo administrativno vezan uz Institut za elektroprivredu u Zagrebu, koji mu daje besplatno usluge tzv. opće i upravne režije.

Kao najpogodniji način za financiranje štampanja i ostalih direktnih troškova Izdavački savjet je prihvatio formu članskih uloga i kolektivne pretplate po poduzećima.

Za 1966. bilo je predviđeno, da proizvodno-prijenosna poduzeća imaju 6 uloga, distributivna 7, a Institut 1, te k tome odgovarajuće kolektivne pretplate već prema broju primjeraka, koji bi se distribuirao po poduzećima. Ove uloge i pretplate poduzeća plaćaju bilo iz fonda za uzdizanje kadrova, bilo iz materijalnih troškova, tako da članovi kolektiva tih poduzeća dobivaju list besplatno.

U godini 1966. uplaćeno je od ukupno 14, svega 10 uloga, a isto tako i kolektivna pretplata još nije obuhvatila sva poduzeća. Nadamo se da će u 1967. biti obuhvaćena i sva ostala poduzeća i da će time pitanje financiranja i redovitog izlaženja biti konačno uređeno.

Izdavači koji su dosad potpisali ugovore i uplatili uloge i kolektivnu pretplatu

»*Elektra*«, Zagreb	1 ulog 228	pretplata
»*Elektrodalmacija*«, Split	1 ulog 151	„
»*Elektroprimorje*«, Rijeka	1 ulog 72	„
»*Elektroistra*«, Pula	1 ulog 49	„
»*Elektroslavonija*«, Osijek	1 ulog 60	„
»*Elektra*«, Sisak	1 ulog 30	„
Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije, Zagreb	1 ulog 10	„
»*Udružena elektroprivreda SR Hrvatske*«, Zagreb	1 ulog 8	„
Združeno poduzeće »Elektroprivreda«, Rijeka	1 ulog 143	„
Institut za elektroprivredu, Zagreb	1 ulog 40	„

*

Iz »*Pravilnika o izdavanju, uredništvu i administraciji časopisa ENERGIJA*«.

Čl. 1.

Naziv, svrha i izlaženje časopisa

Naziv časopisa je *ENERGIJA*, časopis za stručna i organizaciono-društvena pitanja elektroprivrede Hrvatske.

Časopis »*Energija*« izdaju ustanove i privredne organizacije, koje potpišu ugovor o suradnji na izdavanju časopisa.

Časopis će obrađivati, raspoređeno po odgovarajućim rubrikama, tematiku energetike (električne energije, termoenergije, hidroenergije i atomske energije s njihovim mnogostranim primjenama) i to naročito probleme:

— povezanih energetskih sistema
— energetskih izvora, proizvodnje, prijenosa, razvoda, distribucije i potrošnje električne energije
— ekonomiku elektroprivrede i energetike uopće
— investicije
— ekonomsko-financijska i tarifna pitanja i ekonomiku poslovanja
— organizaciono-pravna i društvena pitanja, kao i pitanja izobrazbe kadrova
— života i rada elektroprivrednih proizvodnih, prijenosnih i distributivnih pogona i poduzeća, njihovih organa upravljanja i njihovih udruženja
— informacije iz zemlje i svijeta, iz domaće i strane stručne literature, izvještaje s kongresa, savjetovanja i dr.
— energetsku statistiku.

Časopis izlazi šest puta godišnje, na hrvatsko-srpskom jeziku.

Sastav organa upravljanja časopisa »Energija«

Poduzeća, odnosno udruženje, delegirala su do sada ove svoje predstavnike u

Izdavački savjet:

Borivoj Baranović, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb

Ante Buzato, dipl. ing., Združeno poduzeće »Elektroprivreda Dalmacije«, Split

Dušan Kirinčić, Združeno poduzeće »Elektroprivreda«, Rijeka

Petar Kuzele, dipl. ing., Poduzeće »Elektra«, Zagreb

Nikola Lastrić, dipl. ing, Poduzeće »Elektra«, Sisak

Davor Machiedo, Poduzeće »Elektrodalmacija«, Split

Stanko Marković, dipl. ing., Poduzeće »Elektroslavonija«, Osijek

Anđelko Marušić, Poslovno udruženje distributivnih poduzeća Hrvatske, Zagreb

Drago Mijić, dipl. ing., Poslovno udruženje »Udružena elektroprivreda«, Zagreb

Mario Mišković, dipl. ing., Poduzeće »Elektroistra«, Pula

Branko Mrakovčić, dipl. ing., Poduzeće »Elektroprimorje«, Rijeka.

Glavni urednički odbor:

Boris Markovčić, dipl. ing. — glavni urednik

Nikola Bilčar, dipl. ing. — za rubriku »Energetski sistemi«

Stjepan Reštarović, dipl. ing. — za rubriku »Hidroelektrane«

Mladen Nadinić, dipl. ing. — za »Termoelektrane i Toplane«

Zorko Cvetković, dipl. ing. — za »Prijenos«

Tomislav Balen, dipl. ek., Miroslav Balling, dipl. ing. i Petar Kuzele, dipl. ing. — za »Razvod, distribuciju i potrošnju električne energije«

Danijel Feöcze, dipl. ek. — za »Ekonomiku elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomiku poslovanja«

Ernest Radetić — za »Informacije«

Zvonko Milonja, dipl. ek. — za »Organizacionopravna i društvena pitanja, te izabrazbu kadrova«

Vladimir Žepić, prof. ing. — za »Stručnu literaturu i statistiku«

Ivan Šimurina, tehnički urednik.

Područni urednički odbori:

PULA:

Atilio Tomičić, ~~dipl. ek.~~

Antonio Fraccaro, dipl. ing.

Žarko Mrvoš, dipl. ~~ek.~~

RIJEKA:

Josip Babić, dipl. ek.

Branko Lončar, dipl. ek.

Dr Lujo Margetić, dipl. iur.

Slavko Matković, dipl. ek.

Zdravko Plander, dipl. ing.

Ante Primožić, dipl. ing.

Dušan Kirinčić, dipl. tehn.

OSIJEK: u formiranju

SPLIT: u formiranju

JEDNA ZANIMLJIVA OKRUŽNICA

Pristupajući kao osnivač izdavanju *Energije«*, naše, vjerojatno, najjače distributivno poduzeće u Hrvatskoj — ELEKTRA, ZAGREB — uputila je svim svojim područnim uredima i svim članovima njihovih kolektiva okružnicu, ili bolje reći: poziv na suradnju u *»Energiji«*, sada i službeno proglašenom, njihovom stručnom glasilu.

Zbog njezine zanimljivosti i ispravno postavljenih stavova, koji bi mogli poslužiti kao putokaz i ostalim radnim kolektivima u republici i izvan nje, mi tu okružnicu objavljujemo u cijelosti.

Časopis *»Energija«* — poziv na suradnju

1. Dne 20. IX 1966. formiran je novi Izdavački savjet časopisa *»ENERGIJA«*. U ovaj savjet, pored predstavnika proizvodnih i prijenosnih poduzeća, ušli su i predstavnici distribucije Hrvatske i to: Petar Kužele, ing. Nikola Lastrić, Davor Machiedo i Anđelko Marušić. Na taj način, sudjelujući istovremeno i u financiranju, distributivna poduzeća postala su i suosnivači časopisa, a u odlukama Izdavačkog savjeta imadu 7 od ukupno 15 glasova. Novoformirani Izdavački savjet izabrao je i članove glavnog uredničkog odbora. Za rubriku »distribucija i potrošnja električne energije« izabrani su urednici: ing. Petar Kuzele, ing. Miroslav Balling i dipl. ek. Tomislav Balen. Prema tome, *»ENERGIJA«* je postala časopis u kojemu će i distribucija obrađivati svoje probleme sa stručnog i organizaciono - društvenog područja. Okvirni program obrade je slijedeći:

1. tehnički problemi distribucije i potrošnje električne energije
2. ekonomska distribucija električne energije
3. investicije u distribuciji
4. ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, ekonomsko poslovanje
5. organizaciona, pravna i društvena pitanja, pitanja izobrazbe kadrova
6. život i rad distributivnih pogona i poduzeća, njihovih organa upravljanja, kao i poslovnog udruženja
7. informacije iz zemlje i svijeta, iz domaće i strane stručne literature, izvještaji s kongresa, savjetovanja i dr.
8. statistika

Kolektivnom pretplatom »Elektra — Zagreb« dobiva ukupno 228 primjeraka od svakog broja časopisa, a raspodjela je slijedeća:

Pogon — Zagreb	134 primjeraka
Pogon — Bjelovar	14 primjeraka
Pogon — Čakovec	10 primjeraka
Pogon — Koprivnica	12 primjeraka
Pogon — Križ	20 primjeraka
Pogon — Varaždin	20 primjeraka
Pogon — Zabok	18 primjeraka
Ukupno:	228 primjeraka

2. Na osnovu prethodne tačke može se konstatirati da su distributivni pogoni i poduzeća realizirala svoju težnju i namjeru da raspolažu časopisom u kojem će se tretirati problemi od interesa za pripadnike kolektiva distributivnih poduzeća, budući

a) da u Izdavačkom savjetu sudjeluju predstavnici distribucije
b) da je financijska strana izlaženja časopisa osigurana sudjelovanjem distribucije
c) da okvirni program sadržaja časopisa odgovara potrebama distribucije
d) da dovoljan broj primjeraka časopisa koji dobivaju pogoni i poduzeća osigurava pojedincima uvid u materiju koja se u časopisu obrađuje.

3. Međutim, da bi časopis *»ENERGIJA«* postao uistinu časopis u kojem će svaki pripadnik kolektiva distributivnih poduzeća naći obrađenu materiju, tehničkog, ekonomskog, pravnog, organizacionog ili društvenog karaktera, prema svome interesu, specijalizaciji ili radnom mjestu, neophodno je potrebno da sami članovi kolektiva distribucije surađuju u obradi materije iz okvirnog programa časopisa. Samo će u tom slučaju sadržaj časopisa »ENERGIJA« odgovarati interesu čitalaca iz krugova distribucije i naći svoje mjesto u ispunjavanju svojeg osnovnog zadatka da uzdiže stručnost i informiranost kadrova distribucije.

4. U gornjem smislu predviđeno je osnivanje p o d r u č n i h uredničkih odbora u poduzećima ili u skupinama (teritorijalnim) poduzeća. Osnovni zadatak područnih odbora bit će da daju i održavaju inicijativu u suradnji članova kolektiva u časopisu, tj. da predlažu i angažiraju članove za suradnju, da sastavljaju plan suradnje, utvrđuju rokove i brinu se o njihovom ispunjavanju i da prikupljaju i odabiru materijal za časopis, daju sugestije za unapređivanje časopisa.
Narednih dana pristupit će se osnivanju područnog uredničkog odbora za teritorij našeg poduzeća o čemu će se naknadno izdati obavijest.

5. U zaključku iznesenih informacija ovime se upućuje svima organima upravljanja, društveno-političkim organizacijama, pogonskim i organizacionim jedinicama kao i svim pojedincima, članovima našeg kolektiva

p o z i v n a s u r a d n j u

u našem distributivnom časopisu »*ENERGIJA*«.

GLAVNI DIREKTOR:
Ing. P. Kuzele

Ovaj broj ENERGIJE posvećen je VIII stručnom Savjetovanju elektroenergetičara Jugoslavije (JNK CIGRE) održanom u Mostaru od 25. IX do 2. X 1966.

Članci štampani u ovom broju su manje ili više prerađeni ili dotjerani vrijedniji referati sa spomenutog Savjetovanja.

Treba napomenuti da su i neki članci, koji su izišli u prošlim brojevima našeg lista, bili izneseni kao referati na savjetovanju.

S obzirom na znatan broj interesantnih i vrijednih referata nismo bili u mogućnosti da ih sve donesemo u jednom dvobroju, pa ćemo još neke uvrstiti naknadno.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37
Pošt. pretinac 451, telefoni 511—455, 513—822 (328)

Godišnje izlazi 12 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 12 novih dinara, a za poduzeća i ustanove 120 novih dinara. Cijena pojedinog broja u prodaji 10 novih dinara. Za inozemstvo $ 15 godišnje.

Tekući račun kod Narodne banke, Zagreb
Institut za elektroprivredu (za »Energiju«) broj 301-3-74.

Tisak i klišeji: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Frankopanska 26.

Godište 16 1967 Broj 1—2

SADRŽAJ

Referati CIGRE

Str.

Požar H.: Globalno planiranje proizvodnje električne energije 1
Keglević J.: Određivanje korištenja akumulacionog bazena hidroelektrane na digitalnom računskom stroju 12
Filipović V.: Određivanje potrebne snage i proizvodnje termoelektrana u elektroenergetskom sistemu na digitalnom računskom stroju . . 16
Škarica R. — Benzon Z.: Prolazne smetnje na dalekovodima u Dalmaciji 21
Hrs I.: Ekonomski pogledi na primjenu i održavanje odvodnika prenapona 26
Šodan M.: Praktična provedba raspodjele opterećenja među elektranama 28
Karabdić V.: Naučno-istraživački rad u elektroprivredi Engleske 32
Šimundža Š.: Karakteristike dijagrama opterećenja grada Splita i ekonomski efekat njegovog izravnanja 38
Primožić A.: Uzemljenja u distributivnim mrežama 42

Savjetovanja

Mattes H.: Osmo stručno savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije 45

Konferencije

Markovčić B.: Peta međunarodna konferencija urednika tehničke štampe u Brnu (8. do 10. IX 1966) . 52

Iz strane stručne literature

Markovčić B.: Evolucija francuske mreže visokog napona 54
Feöcze D.: Elektroprivreda Japana
Hrs I.: Ograničenje prenapona sklapanja odvodnicima prenapona na tercijarnom namotaju transformatora 58

Širom svijeta 59

Vijesti s gradilišta 62

Pregled članaka u stranim stručnim čaopisima iz područja elektroprivrede 65

Društvene i osobne vijesti

Ante Lučev 67

Statistika za IX i X 1966 68

Oglasi

Elektroopskrba, Zagreb . . . . . omotna strana 2
Energomachexport, Mòskva . . . . . omotna strana 3
Rade Končar, Zagreb . . . . . omotna strana 4
Institut za elektroprivredu, Zagreb . . . . tekst strana 31
Institut za elektroprivredu, Zagreb . . . . tekst strana 66

GOD. 16 (1967) energija BROJ 1 — 2

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

GLOBALNO PLANIRANJE RAZVOJA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Hrvoje Požar, Zagreb

Prikazana je upotreba linearnog programiranja za određivanje strukture proizvodnje u elektroenergetskom sistemu. Metoda se osniva na postepenom približavanju optimalnom rješenju, jer se unaprijed ne može odrediti mogućnost plasmana energije iz hidroelektrana, potrebno trajanje korištenja angažirane snage termoelektrana, kao ni specifične troškove goriva, koji ovise o angažiranim snagama termoelektrana.

DK 621.311 : 681.14

Uvod

Poznata je upotreba linearnog programiranja [1. i 2.] za globalno planiranje proizvodnje električne energije kojemu je osnovna svrha da ustanovi optimalnu strukturu proizvodnje električne energije.

Metoda razvijena i primjenjivana u Électricité de France prećutno polazi od pretpostavke da se sva moguća proizvodnja hidroelektrana može iskoristiti, odnosno od pretpostavke da se unaprijed određeni dio moguće proizvodnje hidroelektrana ne može iskoristiti. Osim toga spomenuta metoda polazi od unaprijed određenih specifičnih troškova za gorivo koji su ocijenjeni s obzirom na očekivano angažiranje termoelektrana odnosno s obzirom na ostvareno angažiranje termoelektrana. I iskoristivost energije iz hidroelektrana i specifični troškovi za gorivo u pojedinim sezonama ovisni su, međutim, i o karakteristikama hidroelektrana koje će se izgraditi na osnovu rezultata provedene analize, a udio pojedinih tipova hidroelektrana u ukupnoj izgradnji novih hidroelektrana ovisi u znatnoj mjeri o učinjenim pretpostavkama.

U ovom radu pokušano je proširiti upotrebu linearnog programiranja za globalno planiranje proizvodnje električne energije uzimajući što tačnije u obzir utjecaj novoodabranih hidroelektrana na mogućnost iskorištenja energije iz hidroelektrana kao i na veličinu specifičnih troškova za gorivo.

To je moguće ostvariti postupnim približenjima.

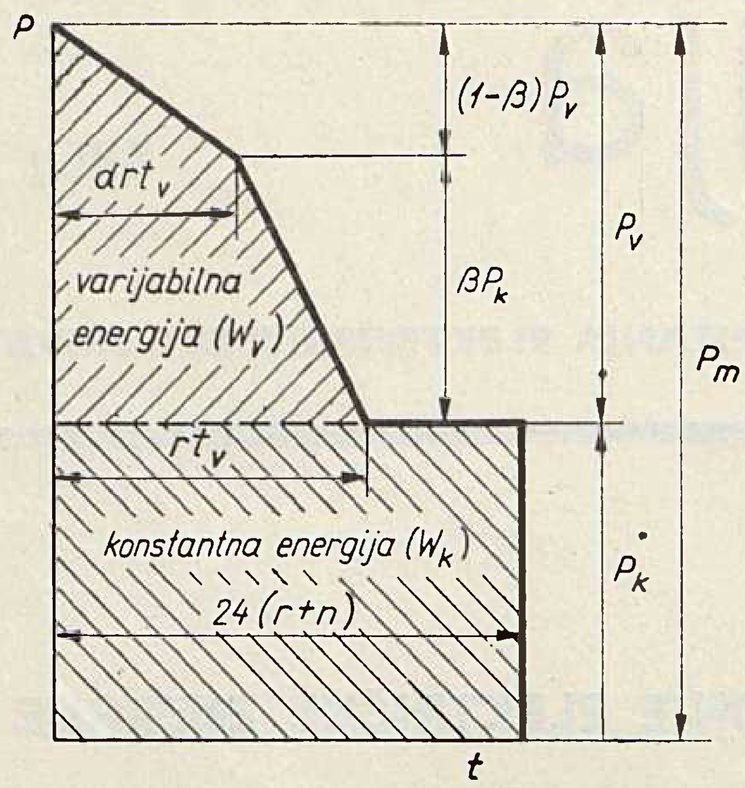
1. Polazni uvjeti

Opravdano je u prvom približenju poći od pretpostavke da se sva moguća proizvodnja hidroelektrana može iskoristiti, dok se — također u prvom približenju — mogu ocijeniti specifični troškovi za gorivo. Treba spomenuti, kako će se kasnije vidjeti, da te polazne pretpostavke nemaju utjecaja na konačni rezultat, dok ocijenjeni specifični troškovi za gorivo mogu imati utjecaja na broj iteracija koji je potreban da se postigne unaprijed određena tačnost rješenja.

a) Zadovoljenje potreba

Da bi se omogućila jednostavna kontrola mogućnosti iskorištenja energije iz hidroelektrana, povoljno je podijeliti kako potrebe, tako i mogućnosti proizvodnje u hidroelektranama na konstantnu i varijabilnu energiju (sl. 1. i sl. 2.). Treba napomenuti da daljnja izlaganja vrijede i za bilo kakav oblik krivulje trajanja opterećenja s tim da je minimalnim opterećenjem definirana količina konstantne energije. Količina varijabilne energije u hidroelektranama određena je uz zahtjev maksimalno moguće koncentracije proizvodnje hidroelektrana uz korištenje maksimalne snage u razdoblju velikih opterećenja uzevši u obzir korisni volumen akumulacionog bazena. Višak moguće proizvodnje realizira se kao konstantna energija, kako bi se spriječili preljevi u razdobljima malih opterećenja. Varijabilna energija hidroelektrana može se bez gubitaka vode pretvoriti u konstantnu, dok se pretvaranje konstantne u varijabilnu može ostvariti samo uz preljeve. Detaljnije o određivanju količine varijabilne i konstantne energije može se naći u [3.], dok će o pretvaranju jednog načina korištenja energije u drugi način korištenja biti riječi u daljnjem izlaganju.

U prvom približenju, međutim, polazi se od maksimalno moguće količine varijabilne energije, što ujedno znači od minimalno moguće količine



Sl. 1. Aproksimirana mjesečna krivulja trajanja opterećenja (r broj radnih dana, n broj neradnih dana, α i β koeficijenti ovisni o obliku krivulje trajanja, P_k konstantno, P_v varijabilno, P_m maksimalno opterećenje).

konstantne energije hidroelektrana. Budući da je količina varijabilne energije hidroelektrana određena uz najteže moguće uvjete (maksimalna vremenska koncentracija proizvodnje, sl. 2.), tako određena varijabilna energija može se prilagoditi bilo kakvom obliku dijagrama opterećenja. Zbog svega toga može se za analizu zadovoljenja potreba varijabilne energije poći od količina varijabilne energije ne vodeći računa o obliku dijagrama opterećenja. To naravno vrijedi i za analizu zadovoljenja potreba konstantne energije.

Zbog toga je moguće razmatrati zadovoljenje potreba varijabilne energije odvojeno od zadovoljenja potreba konstantne energije, pri čemu je to potrebno učiniti za svaku sezonu posebno (bilo za svaki mjesec, bilo za grupe mjeseci).

Ako sezonu označimo indeksom s, tip hidroelektrana indeksom n, tip termoelektrana indeksom i, uvjet zadovoljenja potreba varijabilne energije (indeks v) glasi

$$W_{sv} \leqq A_{sv} + \sum_{n=1}^{1} h_{snv} H_n + t_{sv} \sum_{i=1}^{i} T_{siv} \qquad (1)$$

gdje je W potrebna energija, A mogućnost proizvodnje u postojećim hidroelektranama u promatranoj sezoni, h udio varijabilne energije (određenog tipa hidroelektrana u promatranoj sezoni) u godišnjoj mogućoj proizvodnji, H godišnja moguća proizvodnja određenog tipa hidroelektrana, t moguće trajanje korištenja angažirane snage termoelektrana, a T angažirana snaga termoelektrana. Veličina t je ocijenjeno trajanje korištenja snage termoelektrana, koje osigurava plasman proizvedene energije, o čemu će biti još govora.

Hidroelektrane možemo grupirati kako s obzirom na volumen akumulacije (protočne, hidroelektrane s dnevnom, sezonskom ili višegodišnjom akumulacijom), tako s obzirom na karakteristike prirodnih protoka. Termoelektrane možemo pak grupirati u parne termoelektrane, termoelektrane s plinskim turbinama i nuklearne termoelektrane.

Uzevši u obzir da je za promatrano stanje izgradnje A_{sv} konstanta i poznata veličina, relaciju (1) možemo napisati u obliku

$$W_{sv} - A_{sv} \leqq \sum_{n=1}^{1} h_{snv} H_n + t_{sv} \sum_{i=1}^{i} T_{siv} \qquad (2)$$

Analogno, uvjet je za zadovoljenje potreba konstantne energije

$$W_{sk} - A_{sk} \leqq \sum_{n=1}^{n} H_{snk} H_n + t_{sk} \sum_{i=1}^{i} T_{sik} \qquad (3)$$

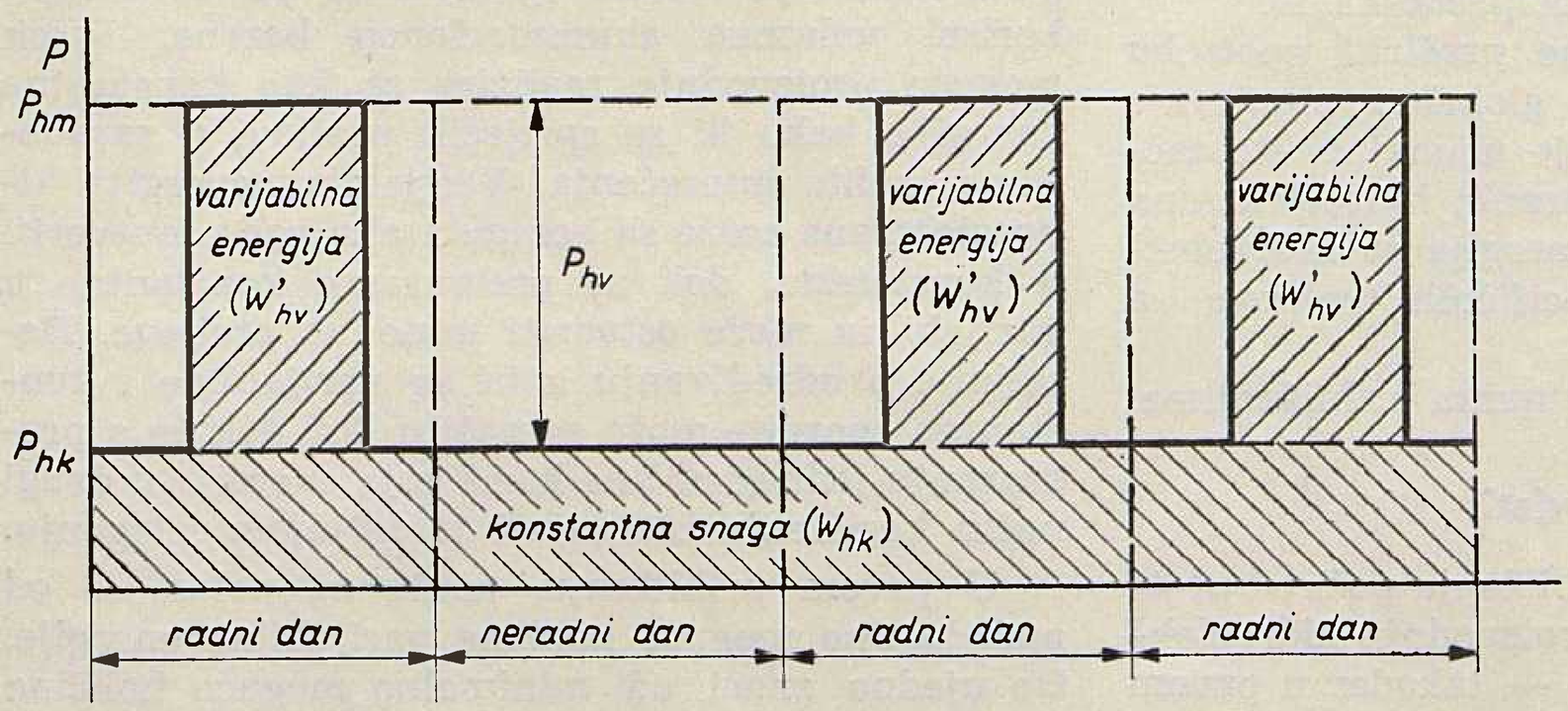
gdje se sve veličine odnose na konstantni dio dijagrama opterećenja (indeks k). Trajanje korištenja angažirane snage termoelektrana (t_{sk}) tačno je definirano i jednako je broju sati promatrane sezone.

Kad se uzmu u obzir sve promatrane sezone, dolazi se do s nejednadžba tipa (2) i do istog broja nejednadžba tipa (3).

Potrebno je osim toga da budu zadovoljene potrebe u kritičnom razdoblju sistema. To razdoblje definirano je kao razdoblje u kojemu je potrebno maksimalno angažirati termoelektrane da bi konzum bio zadovoljen.

Ako veličine označimo indeksom KR, dolazi se do relacije — analogne relaciji (2) — koja vrijedi za varijabilni dio dijagrama opterećenja

$$W_{KRv} - A_{KRv} \leqq \sum_{n=1}^{n} h_{KRnv} H_n + t_{KRv} \sum_{i=1}^{i} T_{KRiv} \qquad (4)$$



Sl. 2. Varijabilna i konstantna energija u hidroelektrani (P_{hk} konstantna, P_{hm} maksimalna snaga hidroelektrane)

i do relacije koja vrijedi za konstantni dio dijagrama opterećenja u kritičnom razdoblju.

$$W_{KRk} - A_{KRk} \leqq \sum_{n=1}^{1} h_{KRnk} H_n + t_{KRk} \sum_{i=1}^{i} T_{KRik} \quad (5)$$

U prvom približenju za t_{sv} i t_{KRv} može se postaviti

$$t_{sv} (= t_{KRv}) = \frac{1 + \alpha}{2} r t_v \quad (6)$$

gdje je α veličina definirana na sl. 1, t_v trajanje velikih opterećenja u radnom danu, dok je r broj radnih dana u promatranoj sezoni odnosno kritičnom razdoblju. Izborom tog trajanja (6) osigurava se plasman energije iz termoelektrane sve dok je

$$T_{siv} \leqq \alpha_s P_{sv} \quad (7)$$

odnosno dok je

$$T_{KRv} \leqq \alpha_{KR} P_{KRv} \quad (8)$$

Ako se nakon prvog koraka proračuna (prvo približenje) ustanovi da nejednadžba (7) odnosno (8) nije ispunjena, potrebno je korigirati veličinu t_{sv} odnosno t_{KRv} (ona tada postaje manja!), o čemu će — kako je već spomenuto — biti riječi u daljnjem izlaganju.

Da konzum bude zadovoljen, potrebno je i da zbroj raspoloživih snaga elektrana bude jednak ili veći od maksimalnog godišnjeg opterećenja sistema (P_{max}). Uzevši u obzir da je A_{max} maksimalna snaga postojećih hidroelektrana, a $\sum_{i=1}^{i} B_i$ raspoloživa maksimalna snaga svih tipova postojećih termoelektrana, navedeni uvjet možemo napisati u obliku

$$P_{max} - A_{max} - \sum_{i=1}^{i} B_i \leqq \sum_{n=1}^{n} p_n H_n + \sum_{i=1}^{i} S_i \quad (9)$$

gdje je p omjer između maksimalne snage i moguće godišnje proizvodnje određenog tipa hidroelektrana, S maksimalna raspoloživa snaga na pragu pojedinih tipova novih termoelektrana.

Da se od maksimalne raspoložive snage na pragu termoelektrana odredi instalirana snaga, treba uzeti u obzir potrebnu rezervu (faktor rezerve ρ, $\rho > 1$) potrebnu snagu za vlastiti potrošak (s relativna snaga vlastitog potroška u odnosu na instaliranu snagu). Dakle,

$$S_{ig} = \frac{\rho}{1 - s} S_i \quad (10)$$

gdje je S_{ig} maksimalna snaga termoelektrana na generatorima. U daljnjim razmatranjima, međutim, računat će se uvijek sa snagama na pragu ($S_{ip} \doteq \rho S_i$).

Za daljnju analizu, kako će se vidjeti, potrebne su nejednadžbe tipa (2) i (3) za svaku sezonu, te po jedna jednadžba (4), (5) i (9). Ako se godina podijeli na s sezona, dolazi se do $2s + 3$ nejednadžba, kojima su definirani uvjeti zadovoljenja konzuma.

b) Ograničenja s obzirom na hidroelektrane

Potrebno je uzeti u obzir da ne postoji neograničena mogućnost izgradnje pojedinih tipova hidroelektrana. Ako sa L_n označimo mogućnost godišnje proizvodnje n-tog tipa hidroelektrana, koje se još mogu izgraditi, ograničenje se može definirati relacijom

$$L_n \geqq H_n \quad (11)$$

Prema tome potrebno je onoliko nejednadžbi (n nejednadžbi) koliko se tipova hidroelektrana razmatra.

Ako je do potpunog iskorištenja mogućnost izgradnje hidroelektrana još daleko, nije potrebno postavljati ograničenja definirana relacijom (11).

c) Ograničenja s obzirom na korištenje termoelektrana

S obzirom na termoelektrane potrebno je uvesti ograničenje s obzirom na angažiranje snaga u varijabilnom i konstantnom dijelu dijagrama opterećenja vodeći računa o raspoloživoj snazi i o tehničkom minimumu agregata. Oba ograničenja dolaze u obzir kako u pojedinim sezonama tako i u kritičnom razdoblju.

Ograničenje raspoloživom snagom može se prikazati nejednadžbom

$$B_i + S_i \geqq T_{siv} + T_{sik} \quad (12)$$

a uzevši u obzir da je samo B_i poznata veličina, nejednadžbom

$$B_i \geqq T_{KRiv} + T_{KRik} - S_i \quad (13)$$

Naravno da analogna nejednadžba mora biti zadovoljena i za kritično razdoblje

$$B_i \geqq T_{iv} + T_{ik} - S_i \quad (14)$$

Ograničenje zbog održavanja tehničkog minimuma dolazi u obzir kad se računa s neobustavljanjem agregata u razdoblju malih opterećenja. Tehnički minimum može se definirati kao dio (μ_i) od ukupno angažirane snage pojedinog tipa termoelektrana. Ukupno angažirana snaga termoelektrana određenog tipa u pojedinoj sezoni jednaka je zbroju $T_{siv} + T_{sik}$, pa uzimajući u obzir potrebu održanja tehničkog minimuma, dolazi se do uvjeta

$$T_{sik} \geqq \mu_i (T_{siv} + T_{sik}) \quad (15)$$

koji možemo prikazati i nejednadžbom

$$0 \geqq T_{siv} - \frac{1 - \mu_i}{\mu_i} T_{sik} \quad (16)$$

Uvjet (16) mora biti ispunjen i za kritično razdoblje, pa je

$$0 \geqq T_{KRiv} - \frac{1 - \mu_i}{\mu_i} T_{KRik} \quad (17)$$

Budući da su nejednadžbe tipa (13) i tipa (16) potrebne za svaku sezonu i svaki tip termoelektrana, a nejednadžbe tipa (14) i tipa (17) za svaki tip termoelektrana, ograničenja s obzirom na korištenje termoelektrana dovode do $2\ i\ (s + 2)$ nejednadžbe.

d) Ograničenja s obzirom na izgradnju termoelektrana

U nekim slučajevima moguće je izgraditi samo ograničenu snagu određenog tipa termoelektrana (npr. termoelektrane ložene zemnim plinom), pa je potrebno i to ograničenje uzeti u račun. Ako s R_i označimo maksimalnu raspoloživu snagu novih termoelektrana i-tog tipa, treba da bude zadovoljena relacija

$$R_i \geqq S_i \tag{18}$$

što dovodi do i nejednadžbi, ako se za sve tipove uvedu ograničenja.

e) Investicije

Može se dalje postaviti zahtjev da se predviđeni konzum zadovolji s unaprijed ograničenim novim investicijama.

Ako sa i_{hn} označimo specifične investicije po jedinici godišnje proizvodnje za n-ti tip hidroelektrana, a sa i_{ti} specifične investicije po jedinici maksimalne snage na pragu i-tog tipa termoelektrana, uvjet ograničenja investicija može se prikazati nejednadžbom

$$I \geqq \sum_{n=1}^{n} i_{hn} H_n + \rho \sum_{i=1}^{i} i_{ti} S_i \tag{19}$$

gdje su I maksimalno raspoložive investicije, a ρ faktor rezerve.

U specifičnim investicijama za hidroelektrane i termoelektrane uključene su investicije za priključak tih elektrana na mrežu.

f) Godišnji troškovi

Godišnji troškovi sistema sastoje se od stalnih troškova u postojećim hidroelektranama i termoelektranama, te u postojećoj mreži. Povećanje troškova u mreži koju je potrebno izgraditi zbog povećanja konzuma, a koje ne ovisi o izboru elektrana možemo uključiti u stalne troškove sistema, a da se ne definira njihova visina. Ako sve navedene stalne troškove označimo sa K_0, specifične troškove goriva za pojedine tipove termoelektrana sa c_{ti}, specifične stalne troškove po jedinici snage na pragu termoelektrana sa b_{ti}, a specifične stalne troškove po jedinici moguće proizvodnje u hidroelektranama sa c_{hn}, ukupne troškove u sistemu možemo prikazati relacijom

$$K' = K_0 + \sum_{n=1}^{n} c_{hn} H_n + \rho \sum_{i=1}^{i} b_{ti} S_i + \sum_{i=1}^{i} c_{ti} \sum_{s=1}^{s} (t_{sv} T_{siv} + t_{sk} T_{sik}) \tag{20}$$

Budući da se želi postići minimum troškova, dovoljno je da razlika $K = K' - K_0$ bude minimalna tj. da bude zadovoljena relacija

$$K = \sum_{n=1}^{n} c_{hn} H_n + \rho \sum_{i=1}^{i} b_{ti} S_i + \sum_{i=1}^{i} c_{ti} \sum_{s=1}^{s} (t_{sv} T_{siv} + t_{sk} T_{sik}) = \min \tag{21}$$

U specifičnim stalnim troškovima hidroelektrana i termoelektrana uključeni su i stalni troškovi priključka na mrežu.

2. Rješenje u prvom približenju

Ako se struktura proizvodnje određuje uz uvjet da su raspoloživa sredstva za investiranje ograničena, te ako se uvedu ograničenja za izgradnju hidroelektrana i termoelektrana, potrebno je postaviti

$$2s(1 + i) + 5i + n + 4$$

nejednadžbi, da bi se odredilo

$$i(2s + 3) + n$$

nepoznanica. U relacijama (21) i (22) s je broj sezona, i broj tipova termoelektrana, a n broj tipova hidroelektrana.

Nepoznanice (H, T i S) mogu se odrediti linearnim programiranjem pomoću simplex — metode [4. i 5.]. U tu svrhu potrebno je uvesti pomoćne (y) i umjetne (u) varijable. Uvođenjem tih varijabli u nejednadžbe tipa (2) i (3), one postaju jednadžbe oblika

$$W_{sv} - A_{sv} = u - y + \sum_{n=1}^{n} h_{snv} H_n + t_{sv} \sum_{i=1}^{i} T_{siv} \tag{22}$$

$$W_{sk} - A_{sk} = u - y + \sum_{n=1}^{n} h_{snk} H_n + t_{sk} \sum_{i=1}^{i} T_{sik} \tag{23}$$

Varijable u i y u jednadžbama (22) i (23) navedene su bez indeksa, ali treba imati u vidu da se radi o različitim varijablama za svaku od promatranih sezona i za svaki tip jednadžbi, pa ih kod unošenja u algoritam treba označiti različitim indeksima.

Nejednadžbe (4), (5) i (9) prelaze u jednadžbe uvođenjem novih varijabli (u i y)

$$W_{KRv} - A_{KRv} = u - y + \sum_{n=1}^{n} h_{KRnv} H_n + t_{KRv} \sum_{i=1}^{i} T_{KRiv} \tag{24}$$

$$W_{KRk} - A_{KRk} = u - y + \sum_{n=1}^{n} h_{KRnk} H_n + t_{KRk} \sum_{i=1}^{i} T_{KRik} \tag{25}$$

$$P_{max} - A_{max} + \sum_{i=1}^{i} B_i = u - y + \sum_{n=1}^{n} p_n H_n + \sum_{i=1}^{i} S_i \tag{26}$$

Za ograničenje s obzirom na mogućnost izgradnje hidroelektrana dobivamo jednažbe

$$L_n = y + H_n \tag{27}$$

Treba napomenuti da u jednadžbe, koje nastaju iz nejednadžbi kojima lijeva strana treba da bude veća ili jednaka desnoj strani, ne treba uvoditi umjetnu varijablu u.

Ograničenja s obzirom na korištenje i izgradnju termoelektrana — nejednadžbe tipa (13), (14), (16), (17) i (18) — možemo prikazati jednadžbama

$$B_i = y + T_{siv} + T_{sik} - S_i \tag{28}$$

$$B_i = y + T_{KRiv} + T_{KRik} - S_i \tag{29}$$

$$0 = y + T_{siv} - \frac{1 - \mu_i}{\mu_i} T_{sik} \tag{30}$$

$$0 = y + T_{KRiv} - \frac{1 - \mu_i}{\mu_i} T_{KRih} \tag{31}$$

$$R_i = y + S_i \tag{32}$$

Konačno ograničenje investicija (19) prikazano je jednadžbom

$$I = y + \sum_{n=1}^{n} i_{hn} H_n + \rho \sum_{i=1}^{i} i_{ti} S_i \tag{33}$$

Uvođenjem pomoćnih *(y)* i umjetnih *(u)* varijabli u jednadžbu troškova (21) dobivamo

$$K = \sum_{n=1}^{n} c_{hn} H_n + \rho \sum_{i=1}^{i} b_{ti} S_i +$$

$$+ \sum_{i=1}^{i} c_{ti} \sum_{s}^{s=1} (t_{sv} T_{siv} + t_{sh} T_{sih}) +$$

$$+ 0 \sum y + M \sum u = \min \tag{34}$$

Troškovi po jedinici pomoćne varijable y jednaki su nuli, jer npr. neiskorištene vodne snage (22) ne izazivaju troškove, dok troškovi po jedinici umjetne varijable (u) dovode do vrlo visokih izdataka (M je vrlo veliki broj, koji ima značenje penala), čime se želi spriječiti takav izbor strukture proizvodnje kakav npr. ne bi mogao zadovoljiti konzum, što je vidljivo iz relacija (22) do (26).

U tab. 1. prikazan je algoritam za određivanje prvog približenja za slučaj kad je godina podijeljena na dvije sezone ($s = 2$), kad se promatra dva tipa hidroelektrana ($n = 2$) i dva tipa termoelektrana ($i = 2$). Odabran je mali broj sezona i tipova hidroelektrana, da bi se povećala preglednost tablice.

Naravno, da za praktičnu upotrebu dolazi u obzir podjela na veći broj sezona i veći broj tipova hidroelektrana. U prvom retku algoritma navedeni su koeficijenti jednadžbe (34), u drugom retku nepoznanice, te pomoćne i umjetne varijable, dok se u ostalim recima nalaze koeficijenti jednadžbi od (22) do (33).

3. Korekture nejednadžba i izraza za troškove

a) Korekture raspodjele na varijabilnu i konstantnu energiju hidroelektrana

Raspodjela moguće proizvodnje hidroelektrana na varijabilnu i konstantnu energiju, koja je služila kao polazna pretpostavka za analizu u prvom približenju, određena je — kako je već spomenuto — uz zahtjev da se osigura maksimalno moguća proizvodnja varijabilne, a minimalno moguća proizvodnja konstantne energije. Takva raspodjela, međutim, ne mora odgovarati potrebama. Ako se to pojavi, potrebno je moguću varijabilnu energiju pretvoriti u konstantnu, odnosno konstantnu energiju pretvoriti u varijabilnu.

Višak varijabilne energije ΔW_{sk} (u sezoni s) može se pretvoriti u konstantnu energiju bez gubitaka, dok se od viška konstantne energije (ΔW_{sk}) može samo dio pretvoriti u varijabilnu energiju.

Ako postoji višak konstantne energije (ΔW_{sk}), postoji i višak konstantne snage (ΔP_{sk}). Među njima postoji relacija

$$\Delta P_{sk} = \frac{\Delta W_{sk}}{t_{sk}} \tag{35}$$

Taj višak snage može se koristiti kroz vrijeme t_{sv}, pa iskoristivi dio viška konstantne energije iznosi

$$\Delta W'_{sk} = \frac{t_{sv}}{t_{sk}} \Delta W_{sk} \tag{36}$$

dok je — prema izloženom — iskoristivi dio viška varijabilne energije jednak tom višku, pa je

$$\Delta W'_{sv} = \Delta W_{sv} \tag{37}$$

Višak varijabilne energije može se odrediti iz relacije

$$\Delta W_{sv} = A_{sv} + \sum_{n=1}^{n} h_{snv} H_n - W_{sv} \tag{38}$$

Višak konstantne energije međutim ovisi — kako će se vidjeti — o manjku varijabilne energije, jer je potrebno uzeti u obzir i potrebnu proizvodnju termoelektrana za osiguranje tehničkog minimuma.

Da bi se utvrdila potreba i mogućnost korekture raspodjele proizvodnje hidroelektrana, potrebno je odrediti da li postoji višak varijabilne odnosno konstantne energije i da li se taj višak može iskoristiti.

Ako je $\Delta W_{sv} = O$, nema ni viška ni manjka varijabilne energije iz hidroelektrana, pa nije ni potrebna korektura raspodjele na varijabilnu i konstantnu energiju (slučaj 1. na sl. 3.) bez obzira na to da li postoji višak ili manjak konstantne energije ($\Delta W_{skl} \lesseqgtr O$).

Također nije potrebna korektura ako postoji višak varijabilne energije ($\Delta W_{sv} > O$), i ako istodobno ne postoji manjak konstantne energije ($\Delta W_{skl} \geqq O$), što odgovara slučaju (2) na sl. 3.

Kad se pojavi višak varijabilne energije ($\Delta W_{sv} > O$) uz istodobni manjak konstantne energije ($\Delta W_{skl} < O$), potrebno je višak varijabilne pretvoriti u konstantnu energiju (slučaj 3 na sl. 3.). Ako višak varijabilne energije (38) odbijemo od desne strane nejednadžbe (2), dolazimo do relacije

$$0 \leqq t_{sv} \sum_{i=1}^{i} T_{siv} \tag{39}$$

Tablica 1. **Primjer algoritma**

K	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	c_{h1} H_1	c_{h2} H_2	$c_{t1}\,t_{1v}$ T_{11y}	$ct_2\,t_{1v}$ T_{12v}	$c_{t1}\,t_{1k}$ T_{11k}	$c_{t2}\,t_{1k}$ T_{12k}	$c_{t1}\,t_{2v}$ T_{21v}	$c_{t2}\,t_{2v}$ T_{22v}	$ct_1\,t_{2k}$ T_{21k}	$c_{t2}\,t_{2k}$ T_{22k}	T_{1v}	T_{2v}	T_{1k}	T_{2k}
$W_{1v} - A_{1v}$	-1							h_{11v}	h_{12v}	t_{1v}	t_{1v}										
$W_{1k} - A_{1k}$		-1						h_{11k}	h_{12k}			t_{1k}	t_{1k}								
$W_{2v} - A_{2v}$			-1					h_{21v}	h_{22v}					t_{2v}	t_{2v}						
$W_{2k} - A_{2k}$				-1				h_{21k}	h_{22k}							t_{2k}	t_{2k}				
$W_{KRv} - A_{KRv}$					-1			h_{KR1v}	h_{KR2v}									t_{KRv}	t_{KRv}		
$W_{KRk} - A_{KRk}$						-1		h_{KR1k}	h_{KR2k}											t_{KRk}	t_{KRk}
$P_{max} - A_{max} - \sum_1^2 B_l$							-1	p_1	p_2												
L_1								1													
L_2									1												
B_1										1		1									
B_2											1		1								
B_1														1		1					
B_2															1		1				
B_1																		1		1	
B_2																			1		1
O										1		$\frac{1-\mu_1}{\mu_1}$									
O											1		$\frac{1-\mu_2}{\mu_2}$								
O														1		$\frac{1-\mu_1}{\mu_1}$					
O															1		$\frac{1-\alpha_2}{\mu_2}$				
O																		1		$\frac{1-\mu_1}{\mu_1}$	
O																			1		$\frac{1-\mu_2}{\mu_2}$
R_1																					
R_2																					
I																					

kojom treba zamijeniti nejednadžbu tipa (2). Dodavanjem veličine ΔW_{sv} (39) desnoj strani nejednadžbe (3), dobiva se

$$(W_{sv} + W_{sk}) - (A_{sv} - A_{sk}) = \sum_{n=1}^{n} (h_{snv} + h_{snk}) H_n + t_{sk} \sum_{i=1}^{i} T_{sik} \qquad (40)$$

kojom treba zamijeniti nejednadžbu (3).

Naravno, da se zamjena nejednadžbi tipa (2) i (3) nejednadžbama (39) i (40) vrši samo za sezone u kojima se pojavljuje slučaj (3).

Za slučajeve (1), (2) i (3) višak odnosno manjak konstantne energije određuje se iz relacije

$$\Delta W_{skl} = A_{sk} + \sum_{n=1}^{n} h_{snk} H_n - W_{sk} \qquad (41)$$

$s = 2,\ n = 2$ i $i = 2$

Tablica 1.

pb_{t1}	pb_{t2}	M	M	M	M	M	M	M																	
S_1	S_2	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}	y_{12}	y_{13}	y_{14}	y_{15}	y_{16}	y_{17}	y_{18}	y_{19}	y_{20}	y_{21}	y_{22}	y_{23}	y_{24}
		1																							
			1																						
				1																					
					1																				
						1																			
							1																		
1	1							1																	
									1																
										1															
−1											1														
	−1											1													
−1													1												
	−1													1											
−1															1										
	−1															1									
																	1								
																		1							
																			1						
																				1					
																					1				
																						1			
1																							1		
	1																							1	
pi_{t1}	pi_{t2}																								1

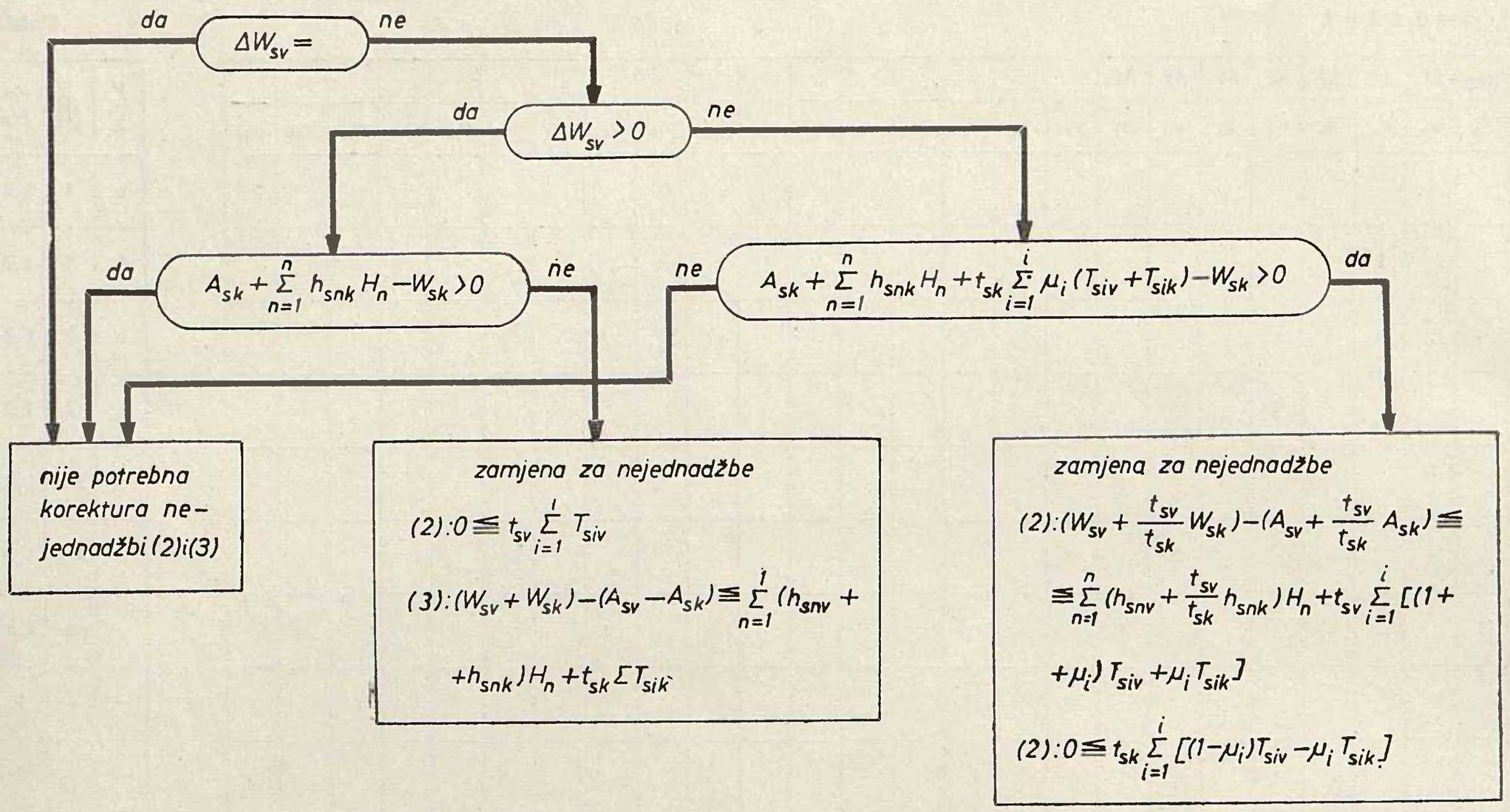
v ili k	s ili KR	tip HE	tip TE
v	1	1,2	1,2
k	1	1,2	1,2
v	2	1,2	1,2
k	2	1,2	1,2
v	KR	1,2	1,2
k	KR	1,2	1,2
—	max	1,2	1,2
—	—	1	—
—	—	2	—
v,k	1	—	1
v,k	1	—	2
v,k	2	—	1
v,k	2	—	2
v,k	KR	—	1
v,k	KR	—	2
v,k	1	—	1
v,k	1	—	2
v,k	2	—	1
v,k	2	—	2
v,k	KR	—	1
v,k	KR	—	2
—	—	—	1
—	—	—	2
—	—	1,2	1,2

jer ni u jednom slučaju nema potrebe da se angažiraju termoelektrane u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, pa proizvodnja termoelektrana u konstantnom dijelu upravo odgovara manjku energije u tom dijelu dijagrama opterećenja.

Ako je, međutim $\Delta W_{sv} < O$, potrebno je za pokriće manjka angažirati termoelektrane u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja, a to — uzevši u obzir tehnički minimum termoelektrana — dovodi do potrebe osiguranja tehničkog minimuma. Tehnički minimum iznosi

$$\sum_{i=1}^{i} T_{sik\,min} = \sum_{i=1}^{i} \mu_i \left(T_{siv} + T_{sik}\right) \qquad (42)$$

Osiguranje tehničkog minimuma može dovesti do viškova konstantne energije, pa se taj višak određuje iz relacije



Sl. 3. Blok-shema za određivanje korekture podjele energije hidroelektrana na varijabilnu i konstantnu energiju

$$\Delta W_{tk2} = A_{sk} + \sum_{n=1}^{n} h_{snk} H_n + t_{sk} \sum_{i=1}^{i} \mu_i (T_{siv} + T_{siv}) - W_{sk} \qquad (43)$$

Ako je dakle $\Delta W_{sv} < O$ i $\Delta W_{sk2} \leqq O$ (43), pojavljuje se slučaj (4) sa sl. 3. Tada nema viška ni varijabilne ni konstantne energije, pa ni korektura podjele nije potrebna.

Kad nema viška varijabilne energije ($\Delta W_{sv} < O$) a postoji višak konstantne energije ($\Delta W_{sk2} > O$), koji je određen relacijom (43), potrebno je za iskoristivi dio viška konstantne energije (36) korigirati količinu varijabilne energije. Dodavanjem tog viška desnoj strani nejednadžbe (2) dobiva se

$$W_{sv} - A_{sv} \leqq \sum_{n=1}^{n} h_{snv} H_n + t_{sv} \sum_{i=1}^{i} T_{siv} + \frac{t_{sv}}{t_{sk}} \Delta W_{sk2} \qquad (44)$$

pa je nakon uvrštenja vrijednosti iz (43)

$$\left(W_{sv} + \frac{t_{sv}}{t_{sk}} W_{sk}\right) - \left(A_{sv} + \frac{t_{sv}}{t_{sk}} A_{sl}\right) \leqq$$
$$\leqq \sum_{n=1}^{1} \left(h_{snv} + \frac{t_{sv}}{t_{sk}} h_{snk}\right) H_n +$$
$$= t_{sv} \sum_{i=1}^{i} [(1 + \mu_i) T_{siv} + \mu_i T_{sik}] \qquad (45)$$

To je nejednadžba kojom se zamjenjuje nejednadžba (2). Istodobno je potrebno zamijeniti i nejednadžbu (3). Odbijanjem viška konstantne energije (43) od desne strane nejednadžbe (3), dobiva se

$$W_{sk} - A_{sk} \leqq \sum_{n=1}^{n} h_{snk} H_n + t_{sk} \sum_{i=1}^{i} T_{sik} - \Delta W_{sk2} \qquad (46)$$

Treba odbiti ukupni višak konstantne energije, jer se ni najmanji dio tog viška ne može iskoristiti kao konstantna energija. Uvrštavanjem vrijednosti za ΔW_{sk2} (43) dolazi se do relacije

$$0 \leqq t_{sk} \sum_{i=1}^{i} [(1 - \mu_i) T_{sik} - \mu_i T_{siv}] \qquad (47)$$

I sada nejednadžbe (2) i (3) treba zamijeniti nejednadžbama (45) i (47) samo za sezone kad se pojavljuje slučaj (5) sa sl. 3.

Analogna razmatranja mogu se provesti za nejednadžbe (5) i (7), koje vrijede za kritično razdoblje. Ako se pojavljuje slučaj (3), nejednadžbe (5) i (7) zamjenjuju se nejednadžbama

$$0 \leqq t_{KRv} \sum_{i=1}^{i} T_{iv} \qquad (48)$$

$$(W_{KRv} + W_{KRk}) - (A_{KRv} + A_{KRk}) \leqq$$
$$\leqq \sum_{n=1}^{n} (h_{KRnv} + h_{KRnk}) H_n + t_{KRk} \sum_{i=1}^{i} T_{ik} \qquad (49)$$

Za slučaj (5) zamjena se vrši nejednažbama

$$\left(W_{KRv} + \frac{t_{KRv}}{t_{KRk}}\right) - \left(A_{KRv} + \frac{t_{KRv}}{t_{KRk}} A_{KRk}\right) \leqq$$
$$\leqq \sum_{n=1}^{n} \left(h_{KRnv} + \frac{t_{KRv}}{t_{KRk}} h_{KRnk}\right) H_n +$$
$$+ t_{KRv} \sum_{i=1}^{i} [(1 + \mu_i) T_{iv} + \mu_i T_{ik}] \qquad (50)$$

$$0 \leqq t_{KRk} \sum_{i=1}^{i} [(1 - \mu_i) T_{ik} - \mu_i T_{iv}] \qquad (51)$$

b) Korektura trajanja korištenja snage termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja

Rješenja prvog približenja dobivena su uz pretpostavku da angažirana snaga termoelektrana u

varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja nije veća od opterećenja βP_v (sl. 1.) odnosno od $\beta_s P_{sv}$, ako uzmemo u obzir da su veličine β i P_v različite u pojedinim sezonama. Spomenuta pretpostavka bila je potrebna, jer je trajanje korištenja snage odabrano prema relaciji (6), a uz to korištenje moguće je sigurno plasirati energiju tek onda kad je angažirana snaga termoelektrana manja od $\beta_s P_{sv}$.

Ako je ta snaga veća, dakle kad je

$$\sum_{i=1}^{i} T_{siv} > \beta_s P_{sv} \tag{52}$$

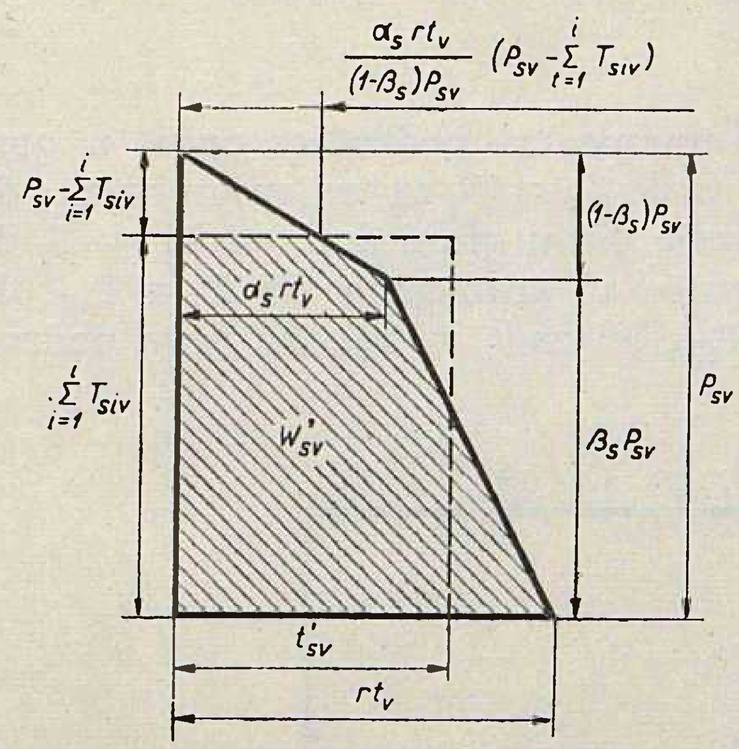
potrebno je računati s manjom mogućnosti trajanja korištenja, jer se energija s trajanjem korištenja t_{sv}, definirana relacijom (6), ne može plasirati u dijagram opterećenja.

Da se odredi to smanjeno trajanje korištenja, odredimo najprije količinu energije koja se može plasirati kad je zadovoljena nejednažba (52). Ta količina označena na sl. 4. sa W'_{sv} iznosi

$$W'_{sv} = \frac{1}{2} r t_v P_{sv} \left[\alpha_s + \beta_s - \frac{\alpha_s}{1-\beta_s} \left(1 - \frac{1}{P_{sv}} \sum_{i=1}^{i} T_{siv} \right)^2 \right] \tag{53}$$

pa je za angažiranu snagu $\sum_{i=1}^{i} T_{siv}$ maksimalno moguće trajanje korištenja

$$t'_{sv} = \frac{1}{2} r t_v P_{sv} \frac{1}{\sum_{i=1}^{i} T_{siv}} \left[\alpha_s + \beta_s - \frac{\alpha_s}{1-\beta_s} \left(1 - \frac{1}{P_{sv}} \sum_{i=1}^{i} T_{siv} \right)^2 \right] \tag{54}$$



Sl. 4. Određivanje maksimalnog trajanja korištenja t_{sv} snage P_{sv}.

Ako je, dakle, u nekoj od promatranih sezona zadovoljena nejednadžba (52), potrebno je mjesto s t_{sv} uvrstiti t'_{sv} (54), pa s tim korigiranim trajanjem korištenja ići u novi algoritam slijedećeg približenja.

Analogno vrijedi ja t_{KRv}. Ako je

$$\sum_{i=1}^{i} T_{iv} > \beta_{KR} P_{KRv} \tag{55}$$

korigirano trajanje korištenja snage u kritičnom razdoblju iznosi

$$t'_{KRv} = \frac{1}{2} r t_v \frac{P_{KRv}}{\sum_{i=1}^{i} T_{iv}} \left[\alpha_{KR} + \beta_{KR} - \frac{\alpha_{KR}}{1-\beta_{KR}} \left(1 - \frac{1}{P_{KRv}} \sum_{i=1}^{i} T_{iv} \right)^2 \right] \tag{56}$$

c) Korektura specifičnih troškova goriva u termoelektranama

Specifične troškove goriva s kojima se započinje račun potrebno je ocijeniti, jer prije nego što se odredi potrebno angažiranje termoelektrana nije ni moguće tačnije odrediti te troškove. Međutim, nakon što su određene veličine T_{siv} i T_{sik}, moguće je jednostavno, a ipak dovoljno tačno odrediti ukupne troškove goriva po sezonama, ako se specifični troškovi za gorivo u ovisnosti o angažiranju termoelektrana aproksimiraju dvama pravcima (sl. 5.). Pravac DE prikazuje spomenutu ovisnost za postojeće termoelektrane (*d* u najviši, a *e* najniži specifični troškovi u postojećim termoelektranama), a pravcem EF prikazana je ta ovisnost za potrebe nove termoelektrane. Budući da je poznato na koje se razdoblje u budućnosti odnosi analiza moguće je ocijeniti koliki će biti specifični troškovi goriva u termoelektranama građenim u to doba, pa je to veličina *f* (sl. 5a) kojom je definirana tačka *E*. Treba napomenuti da veličina *f* ne ovisi o potrebi izgradnje novih termoelektrana (S_i) već samo o godini za koju se traži optimalna struktura proizvodnje.

Uzimajući u obzir oznake na sl. 5a, jednadžba pravca EF glasi

$$c_{ti} = f + \frac{T_i}{S_i} (e - f) \tag{57}$$

koja vrijedi u granicama

$$0 \leq T_i \leq S_i \tag{58}$$

Veličina T_i je zbroj angažiranih snaga *i*-tog tipa termoelektrana u pojedinoj sezoni.

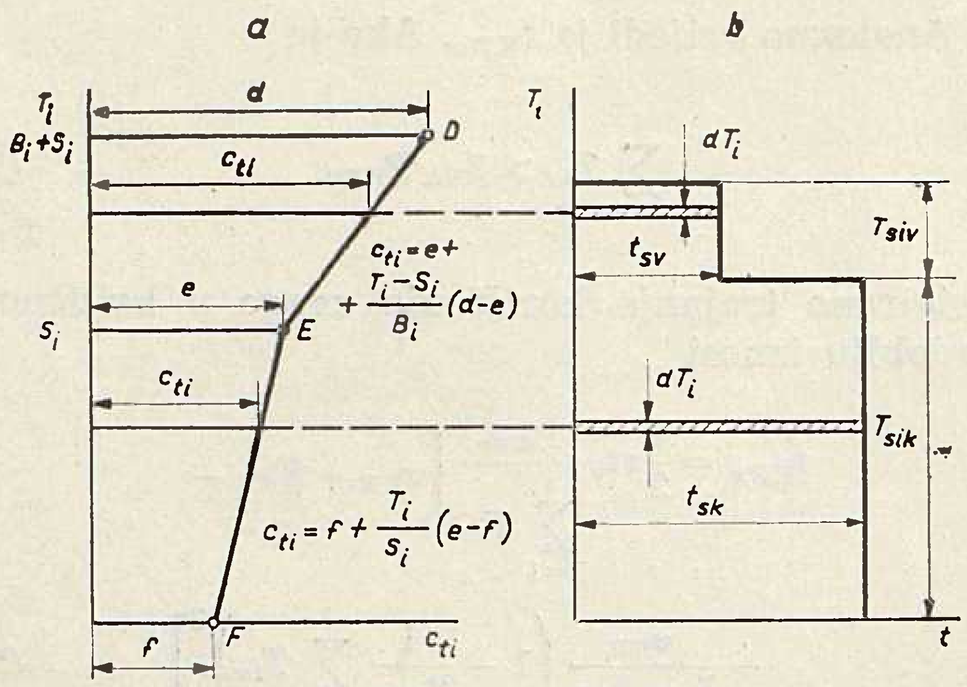
Za pravac DE dobivamo

$$c_{ti} = e + \frac{T_i - S_i}{B_i} (d - e) \tag{59}$$

što vrijedi u granicama

$$S_i \leq T_i \leq B_i + Si \tag{60}$$

Za angažiranu snagu dT_i troškove goriva određujemo množenjem energije $t_{sk} dT_i$ odnosno $t_{sv} dT_i$ (sl. 5b) s odgovarajućim specifičnim troškovima



Sl. 5. Ovisnost specifičnih troškova za gorivo o opterećenju termoelektrana i određivanje troškova za gorivo

goriva (c_{ti}). Ukupne troškove za gorivo izračunavamo iz integrala, koji u općem obliku možemo napisati

$$K = \int_{T_1}^{T_2} t\, c_{ti}\, dT \tag{61}$$

Veličina t ovisi o tomu da li se radi o konstantnom ($t = t_{sk}$) ili o varijabilnom ($t = t_{sv}$), a c_{ti} o tomu da li se radi o pravcu EF (57) ili DE (59), dok granice integriranja ovise o angažiranoj snazi termoelektrana.

Ako za čas ostavimo nedefinirane veličine t, T_1 i T_2, dobivamo slijedeće vrijednosti integrala jednom za područje pravca EF, a drugi put za područje pravca DE

$$K_{EF} = t(T_2 - T_1)\left[f + \frac{1}{2}\frac{e-f}{S_i}(T_2 + T_1)\right] \tag{62}$$

$$K_{DE} = t(T_2 - T_1)\left\{e + \frac{d-e}{B_i}\left[\frac{1}{2}(T_2 + T_1) - S_i\right]\right\} \tag{63}$$

Koje trajanje korištenja treba uvrstiti u gore navedene izraze, ovisi o obliku dijagrama opterećenja (sl. 5b).

Možemo razlikovati tri slučaja (sl. 6.), koja su definirana slijedećim razmatranjem.

Slučaj 1. dobivamo kad je

$$T_{sik} < S_i \tag{64}$$

$$T_{siv} + T_{sik} \leqq S_i \tag{65}$$

Tada ima značenje samo relacija K_{EF} (62). Za dio snage angažirane u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja (kad je $t = t_{sk}$) vrijedi $T_1 = O$ i $T_2 = T_{sik}$, a za dio snage angažirane u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja (kad je $t = t_{sv}$) vrijedi $T_1 = T_{sik}$ i $T_2 = T_{sik} + T_{siv}$. Ukupni su troškovi goriva, dakle,

$$K_1 = t_{sk}\, T_{sik}\left(f + \frac{e-f}{2\,S_i}\, T_{sik}\right) + $$
$$+ t_{sv}\, T_{siv}\left[f + \frac{e-f}{2\,S_i}(2\,T_{sik} + T_{siv})\right] \tag{66}$$

Drugi se slučaj pojavljuje, kad je

$$T_{sik} < S_i \tag{67}$$

$$T_{sik} + T_{siv} > S_i \tag{68}$$

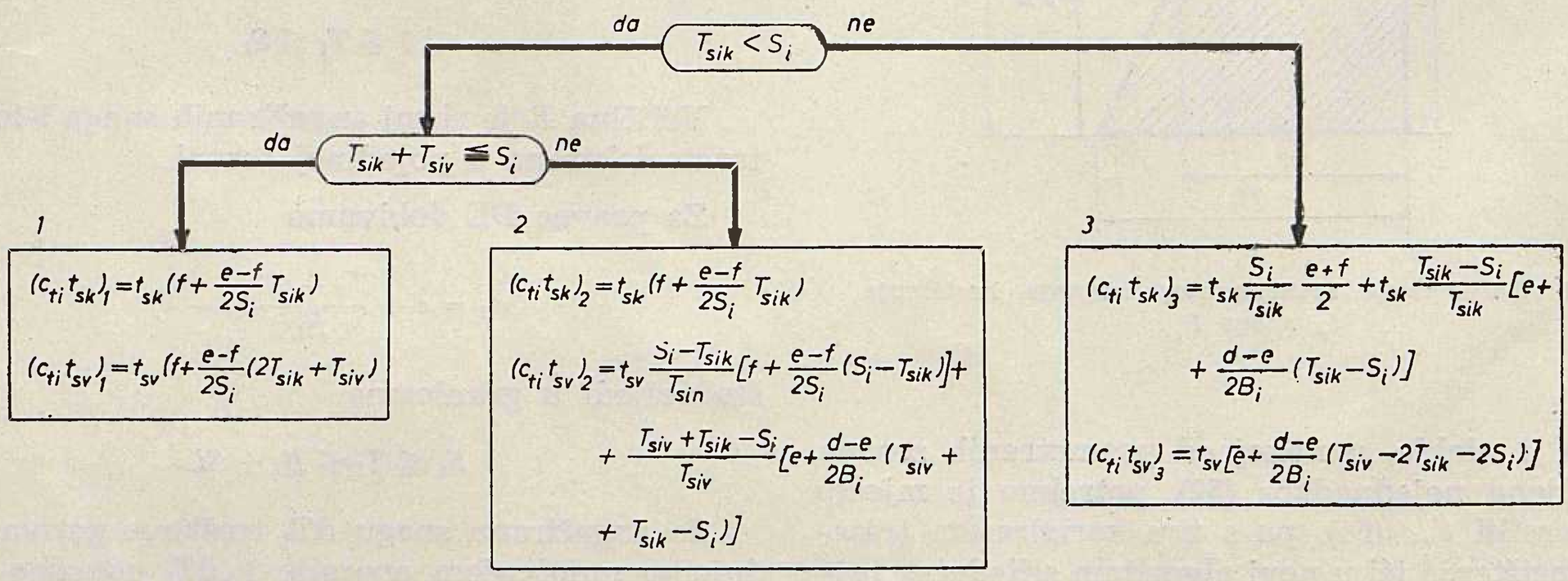
pa se tada u rješenju pored K_{EF} pojavljuje i relacija K_{DE} (63). Treba razlikovati tri područja: prvo od $T_1 = O$ do $T_2 = T_{sik}$ kad je $t = t_{sk}$; drugo, između $T_1 = T_{sik}$ i $T_2 = S_i$ za trajanje $t = t_{sv}$, i treće, za isto trajanje ($t = t_{sv}$) između $T_1 = S_i$ do $T_2 = T_{sik} + T_{siv}$. Za prvo i drugo područje vrijedi relacija K_{EF} (62), a za treće relacija K_{DE} (63). Ukupni su troškovi goriva, dakle,

$$K_2 = t_{sk}\, T_{sik}\left(f + \frac{e-f}{2\,S_i}\, T_{sik}\right) + $$
$$+ t_{sv}(S_i - T_{sik})\left[f + \frac{e-f}{2\,S_i}(S_i + T_{sik})\right] + $$
$$+ t_{sv}(T_{siv} + T_{sik} - S_i)\left[e + \frac{d-e}{2\,B_i}(T_{siv} + T_{sik} - S_i)\right] \tag{69}$$

Slučaj 3 (sl. 6.) pojavljuje se kad je

$$T_{sik} \geqq Si \tag{70}$$

pa opet imamo tri područja: prvo, u granicama od $T_1 = O$ do $T_2 = S_i$ za trajanje $t = t_{sk}$; drugo za isto trajanje, ali u granicama od $T_1 = S_i$ do $T_2 = T_{sik}$; i treće u granicama od $T_1 = T_{sik}$ do $T_2 = T_{sik} + T_{siv}$, ali za $t = T_{vs}$. Za prvo područje vri-



Sl. 6. Blok-shema za određivanje ukupnih troškova za gorivo u ovisnosti o angažiranju termoelektrana

jedi relacija K_{EF} (62), a za ostala dva relacija K_{DE} (63). Ukupni su troškovi za gorivo

$$K_3 = t_{sk} S_i \frac{e+f}{2} + t_{sk} (T_{sik} - Si) \left[e + \frac{f-d}{2 B^I} (T_{sik} - S_i) \right] +$$

$$+ t_{sv} T_{siv} \left[e + \frac{f-d}{2 B_i} (T_{siv} + 2 T_{sik} - 2 S_i) \right] \quad (70a)$$

Budući da u izrazu za troškove za gorivo (20) dolaze snage potrebno je odrediti specifične troškove po jedinici snage i to posebno za snagu T_{sik}, a posebno za snagu T_{siv}.

Za slučaj 1 po jedinici konstantne snage specifični troškovi po jedinici snage iznose

$$(c_{ti}\, t_{sk})_1 = t_{sk} \left(f + \frac{e-f}{2 S_i} T_{sik} \right) \quad (71)$$

a po jedinici angažirane varijabilne snage

$$(c_{ti}\, t_{sv})_1 = t_{sv} \left[f = \frac{e-f}{2 S_i} (2\, T_{sik} + T_{siv}) \right] \quad (72)$$

Za slučaj 2. analogne su veličine

$$(c_{ti}\, t_{sk})_2 = t_{sk} \left(f + \frac{e-f}{2 S_i} T_{sik} \right) \quad (73)$$

$$(c_{ti}\, t_{sv})_2 = t_{sv} \frac{S_i - T_{sik}}{T_{siv}} \left[f + \frac{e-f}{2 S_i} (S_i + T_{sik}) \right] +$$

$$+ t_{sv} \frac{T_{siv} + T_{sik} - S_i}{T_{siv}} \left[e + \frac{d-e}{2 B_i} (T_{siv} + T_{sik} - S_i) \right] \quad (74)$$

dok za slučaj 3 specifične troškove za gorivo po jedinici angažirane snage određujemo iz relacija

$$(c_{ti}\, t_{sk})_3 = t_{sk} \frac{S_i}{T_{sik}} \frac{e+f}{2} +$$

$$+ t_{sk} \frac{T_{sik} - S_i}{T_{sik}} \left[e + \frac{e-a}{2 B_i} (T_{sik} - Si) \right] \quad (75)$$

$$(c_{ti}\, t_{sv})_3 = t_{sv} \left[e + \frac{e-d}{2 B_i} (T_{siv} + 2\, T_{sik} - 2\, S_i) \right] \quad (76)$$

4. Drugo i slijedeća približenja

Iz rezultata prvog približenja mogu se odrediti sve navedene korekture, pa se s tako izračunatim korekturama ulazi u algoritam drugog približenja.

Korekture raspodjele energije hidroelektrana mogu utjecati na jednadžbe (22), (23), (24) i (25), korekture trajanja korištenja varijabilne snage na jednadžbe (22), (24) i (34), a korekture troškova za gorivo samo na jednadžbu (34). Jednadžba troškova u drugom i ostalim približenjima prelazi u izraz

$$K = \sum_{n=1}^{n} c_{hn} H_n + \rho \sum_{i=1}^{i} b_{ti} S_i + \sum_{i=1}^{i} \sum_{s=1}^{i} [(c_{ti}\, t_{sv})_s T_{siv} +$$

$$+ (c_{ti}\, t_{sk})_s T_{sik}] + 0 \sum y + M \sum u = \min \quad (77)$$

jer je u drugom i slijedećim približenjima moguće tačnije odrediti specifične troškove za gorivo za svaku sezonu posebno. Nakon što je dobiven rezultat iz drugog približenja, prelazi se na algoritam trećeg približenja. itd. sve dok se u n-tom približenju ne ponovi rješenje za $H_1 \ldots H_n$ i $S_1 \ldots S_n$ iz jednog od prethodnih rješenja. Sva rješenja nalaze se, naime, na vrhovima poliedra u n-dimenzionalnom prostoru, pa su moguća samo diskretna rješenja.

5. Zaključak

Prikazana metoda postepenog približenja pomoću linearnog programiranja uzima u obzir sve bitne elemente koji mogu biti od utjecaja za globalno planiranje razvoja proizvodnje električne energije. Ona može osim toga poslužiti i za izbor — ne samo optimalnog tipa hidroelektrana — nego i konkretnih hidroelektrana, ako se uvede dovoljno velik broj tipova hidroelektrana (u krajnoj liniji toliko tipova koliki se broj konkretnih hidroelektrana razmatra). Naravno da se ne može graditi samo dio konkretne hidroelektrane. Kad se, međutim, razmatraju konkretne hidroelektrane potrebno je dovesti račun do kraja i odrediti veličine H_n bez obzira na činjenicu da za konkretnu hidroelektranu postoji alternativa graditi ili ne graditi. Nakon toga treba ponoviti račun, ali bez onih hidroelektrana koje u prethodnom rezultatu sudjeluju s vrlo malim procentom od ukupne proizvodnje konkretne hidroelektrane.

Naravno, da za relativno daleku perspektivu treba uvesti ograničenja (R_i) izgradnje pojedinih tipova termoelektrana (tip jednadžbe $R_i = S_i$).

Osim toga moguće je postaviti uvjet minimuma investicija, pa u tom slučaju treba da (19) bude minimalno. Tada treba u jednadžbu (19) uvesti pomoćne i umjetne varijable, analogno jednadžbi (34).

Literatura

[1.] P. MASSÉ: *Le choix des investissements*, Dunod, Paris, 1959.

[2.] F. BESSIÈRE: *La programmation à long terme des investissements de l'Electricité de France*, EDF, juillet 1964.

[3.] H. POŽAR: *Leistung und Energie in Verbundsystemen*, Springer, Wien, 1963.

[4.] A. CHARNES, W. W. COOPER, A. HENDERSON: *An Introduction to Linear Programming*, Wiley and Sons, New York 1953.

[5.] R. O. FERGUSON, L. F. SARGENT: *Linear Programming*, Mc Graw — Hill, New York — Toronto — London, 1958.

Naslov pisca: Prof. dr ing. Hrvoje Požar, red. profesor Elektrotehničkog fakulteta, član dopisnik Jugosl. akademije znanosti i umjetnosti, suradnik Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, Proleterskih brigada 37.

ODREĐIVANJE KORIŠTENJA AKUMULACIONOG BAZENA HIDROELEKTRANE NA DIGITALNOM RAČUNSKOM STROJU

Juraj Keglević, Zagreb

U članku je prikazan dijagram toka računanja za korišćenje akumulacije i određivanje moguće proizvodnje hidroelektrane s promjenljivim padom. Nakon što je opisana metoda po kojoj se vrši proračun i načinjeni elementi dijagrama toka proračuna, sastavljen je cjelokupni dijagram toka računanja. Kod izrade dijagrama toka računanja primijenjena je metoda korištenja akumulacija po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana.

DK 621.311.21 : 681.14

1. Potrebni podaci za proračun

Treba u prvom redu poznavati osnovne karakteristike hidroelektrane, koju obrađujemo. Za proračun po programu, koji je opisan u ovom članku, potrebno je poznavati ove karakteristike svake pojedine hidroelektrane:

instalirani protok Q_{in} m³/sek

volumen akumulacije A_{max} $\frac{m^3}{sek} \cdot mj$

početno stanje u akum. A_0 $\frac{m^3}{sek} \cdot mj$

maksimalna snaga P_{max} MW

krivulja pada: niz vrijednosti netto padova H_r (ordinata) u ovisnosti o stanju u akumulaciji A_r (apscisa). Ovdje r znači redni broj točke na krivulji. U programu je predviđeno da krivulja može biti zadana sa najviše 50 točaka. To je sigurno dovoljno za dobru aproksimaciju krivulje pada. Netto padove H_r treba zadati u m, a stanja u akumulaciji A_r u m³/sek. mj.

poželjna stanja u akumulaciji na kraju mjeseca A_p m³/sek. mj. Podaci se odnose na 12 mjeseci u godini pa se indeks p kreće od 1 do 12.

prirodni protoci Q_i m³/sek. Treba poznavati niz srednjih mjesečnih protoka za 30-godišnje razdoblje (1926—1955). Ukupno treba dakle poznavati srednje mjesečne protoke za 360 mjeseci, pa se indeks i kreće od 1 do 360 prema kronološkom redu mjeseci u 30-godišnjem razdoblju.

Pored navedenih karakteristika svake pojedine hidroelektrane, u programu su već upisani podaci, koji su zajednički za cijeli niz hidroelektrana, kao i podaci o elektroenergetskom sistemu u kojemu će hidroelektrana raditi. Ti podaci se nalaze na kraju programa, pa se mogu lako uzeti u obzir promjene karakteristika elektroenergetskog sistema.

2. Osnovni algoritam za određivanje reguliranih protoka

Ako ne postoje neke izvanredne okolnosti, akumulaciju treba puniti ili prazniti s poželjnim punjenjem ili pražnjenjem. Na taj način u akumulaciji održavamo poželjno stanje. Algoritam određivanja reguliranih protoka je u ovom osnovnom slučaju jednostavan:

$$q_i = Q_i - Q_p \tag{1}$$

$$a_i = a_{i-1} + Q_p \tag{2}$$

Ovdje znači:

i — indeks mjeseca u kronološkom nizu od 360 mjeseci, za koji računamo regulirani protok

p — indeks koji označuje koji je to mjesec u godini (npr. p = 4 za travanj)

Q_i — prirodni protok u m³/sek

Q_p — poželjno punjenje akumulacije u m³/sek. (odnosno m³/sek · mj). Ako je sam Q_p negativan imamo pražnjenje akumulacije

q_i — regulirani protok u m³/sek

a_i — stanje u akumulaciji na kraju mjeseca u m³/sek · mj.

a_{i-1} — stanje u akumulaciji na kraju prethodnog mjeseca tj. na početku promatranog mjeseca u m³/sek · mj.

Poželjno punjenje akumulacije Q_p određujemo iz izraza:

$$Q_p = A_p - A_{p-1} \tag{3}$$

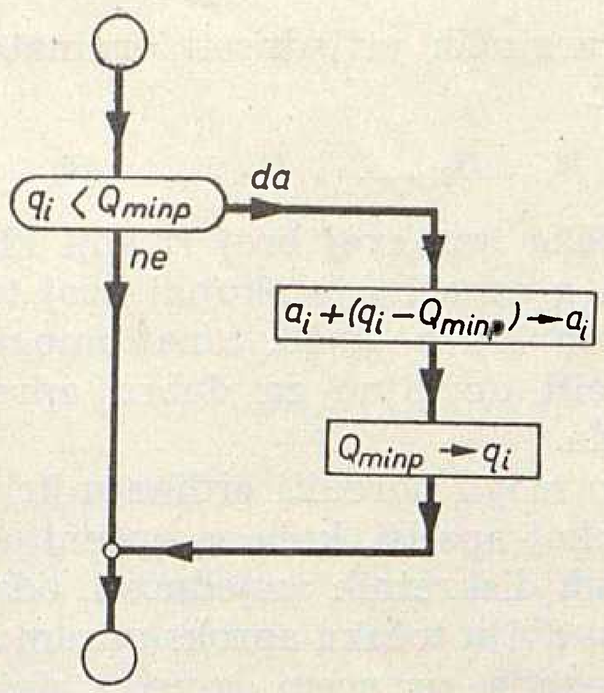
gdje A_p znači poželjno stanje u akumulaciji na kraju mjeseca u m³/sek. mj., a A_{p-1} poželjno stanje na kraju prethodnog tj na početku promatranog mjeseca. Kod određivanja poželjnog punjenja za siječanj ($p = 1$) treba za A_{p-1} uzeti poželjno stanje na kraju prosinca tj.:

$$A_{p=0} = A_{p=12} \tag{4}$$

Određivanj poželjnih punjenja Q_p prema izrazu (3) treba izvršiti na početku programa tako da tokom proračuna budu na raspolaganju.

3. Ograničenja

Nakon proračuna reguliranog protoka treba utvrditi nisu li prekoračene granice u kojima se može kretati regulirani protok i stanje u akumulaciji. Tako npr. regulirani protok ne treba da bude veći od instaliranog protoka hidroelektrane, a volumen vode u akumulaciji ne može biti veći od volumena akumulacionog bazena. Pored toga



Sl. 1. Ograničenje reguliranog protoka minimalnim protokom

zadana su minimalna stanja u akumulaciji zbog očuvanja rezerve za slučaj pojave niza sušnih mjemjeseci.

Na sl. 1. pokazan je primjer provjere i korekture reguliranog protoka prema zadanom minimalnom protoku.

Regulirani protok ne bi trebao biti manji od nekog minimalnog protoka, koji je potreban za rad hidroelektrane u vrhu dijagrama opterećenja tj. treba ispuniti uvjet

$$q_i > Q_{min\,p} \tag{5}$$

gdje $Q_{min\,p}$ znači minimalni protok u m³/sek. za promatrani mjesec u godini.

Treba dakle testirati, da li je ispunjen uvjet (5), pa ako nije ispunjen treba korigirati regulirani protok, tako da bude jednak minimalnom protoku.

Ako dakle nije ispunjen uvjet (5) treba izvršiti ovu korekturu:

$$q_{iN} = Q_{min\,p} \tag{6}$$

Ovdje q_{iN} znači novi regulirani protok. Treba odrediti i promjenu stanja u akumulaciji koja time nastaje:

$$a_{iN} = a_{iS} + (q_{iS} - Q_{min\,p}) \tag{7}$$

Da ne bi bilo zabune stavljen je indeks N za korigirane veličine, a indeks S za veličine prije korekture.

4. Postupak u izvanrednim prilikama u hidroelektrani

Pod izvanrednim prilikama u hidroelektrani podrazumijevamo slučajeve, kad na početku promatranog mjeseca nije postignuto poželjno stanje u akumulaciji. Općenito u takvim slučajevima ne možemo upotrijebiti osnovni algoritam. Izvanredne prilike mogu nastupiti zbog primjene nekog ograničenja u nekom od prethodnih mjeseci ili ako je neki od prethodnih mjeseci bio sušan.

Kod postupka u izvanrednim prilikama treba razlikovati u kojem mjesecu u godini su se one pojavile.

Tako npr. ako je u ljetnom razdoblju od VI do X mjeseca stanje u akumulaciji na početku mjeseca manje od poželjnog stanja treba prije određivanja reguliranog protoka izračunati korekciju poželjnog punjenja prema izrazu:

$$\triangle Q = \frac{A_{p-1} - a_{i-1}}{11 - p} \tag{8}$$

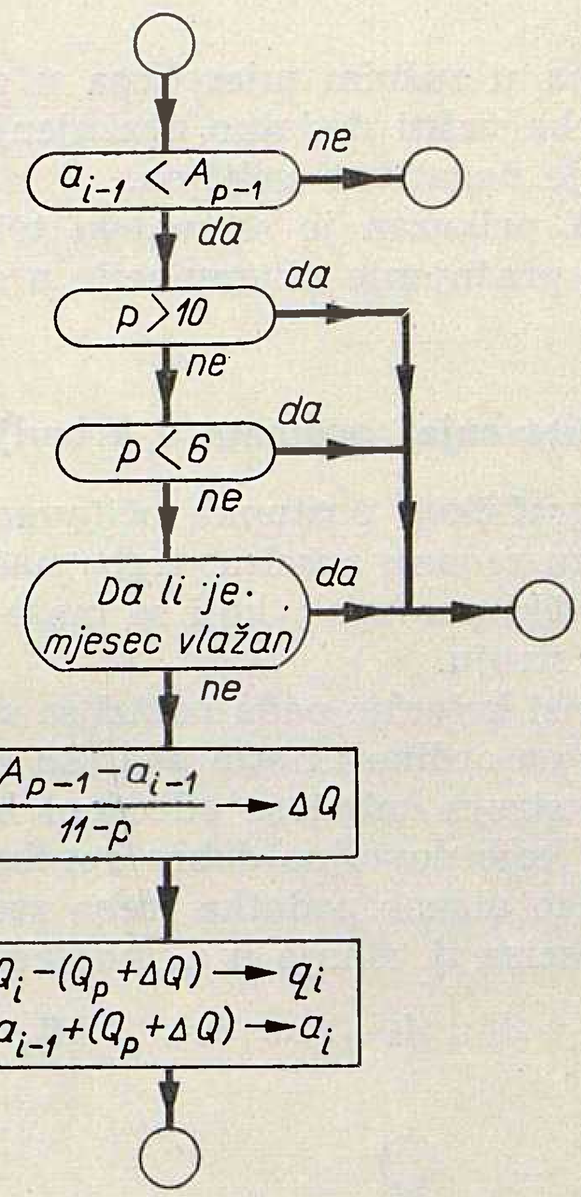
Nakon toga određujemo regulirani protok i stanje u akumulaciji prema izrazima:

$$q_i = Q_i - (Q_p + \triangle Q) \tag{9}$$

$$a_i = a_{i-1} + (Q_p + \triangle Q) \tag{10}$$

Iznimku od gore opisanog postupka predstavlja slučaj kad je mjesec iz ljetnog razdoblja vlažan.

Tok računanja za opisani slučaj prikazan je na sl. 2.



Sl. 2. Tok računanja za određivanje reguliranog protoka u razdoblju od lipnja do listopada, ako je na početku mjeseca stanje u akumulaciji manje od poželjnog

5. Dodatno pražnjenje u sušnim mjesecima

Postoji mogućnost a i ekonomska opravdanost intenzivnijeg korištenja akumulacije u sušnim mjesecima.

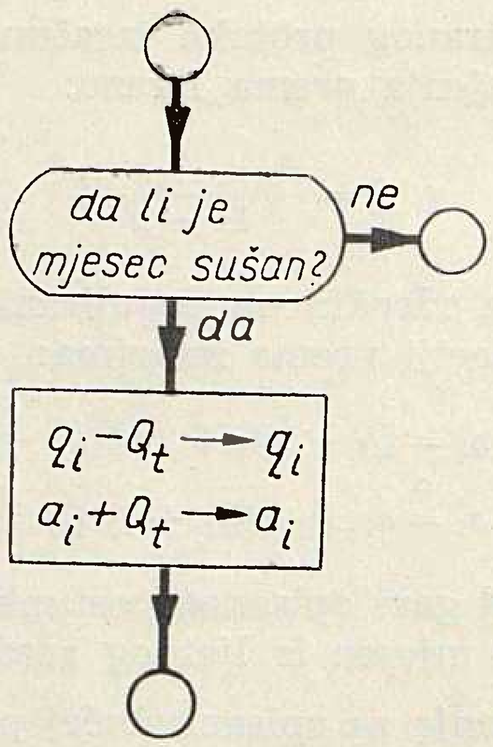
Nakon što je određen regulirani protok i izvršene potrebne korekture, treba odrediti da li je promatrani mjesec sušan. To se može postići npr. uvođenjem nove varijable, koja pokazuje da li je mjesec sušan, vlažan ili običan.

Ako je promatrani mjesec sušan treba izvršiti slijedeću korekturu:

$$q_{iN} = q_{iS} - Q_t \tag{11}$$

$$a_{iN} = a_{iS} + Q_t \tag{12}$$

Ovdje indeks N znači korigirane vrijednosti, a indeks S vrijednosti prije korekture. Q_t je korek-



Sl. 3. Dodatna pražnjenja akumulacije u sušnim mjesecima

tura protoka u sušnim mjesecima u m^3/sek. Budući da treba vršiti dodatno pražnjenje, a ne punjenje, Q_t je negativna veličina.

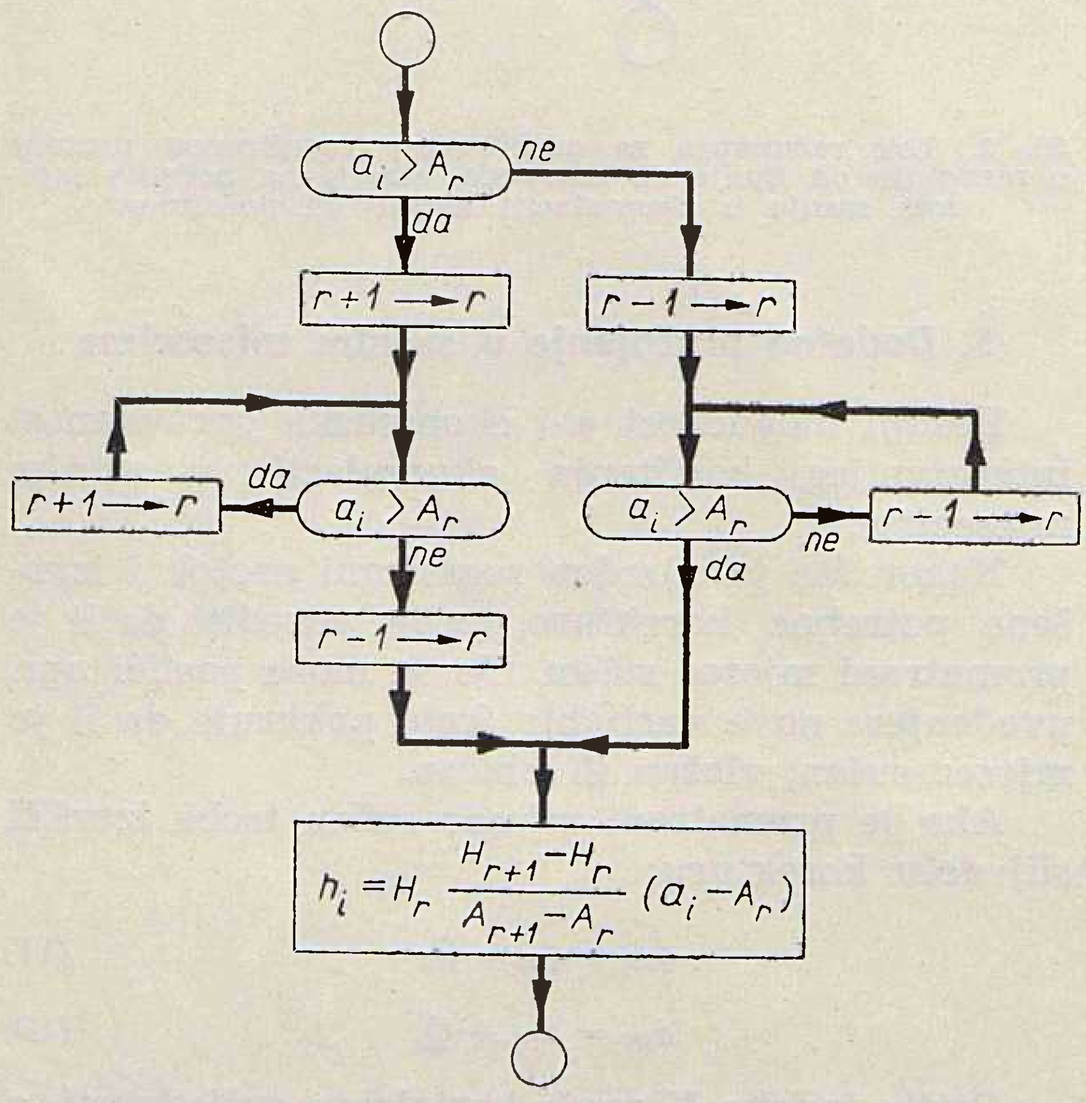
Na sl. 3. prikazan je shematski tok računanja za dodatno pražnjenje akumulacije u sušnim mjesecima.

6. Očitavanje ordinata u krivulji pada

Mjesto grafičkog postupka očitavanja ordinata u krivulji za zadanu apscisu, treba naći odgovarajući numerički postupak, koji se može provesti na računskom stroju.

Na apscisi krivulje pada nalazi se stanje u akumulaciji, a na ordinati netto pad. Za računanje na računskom stroju snimi se određeni broj diskretnih točaka, koje dovoljno dobro aproksimiraju tok krivulje. Kao ulazne podatke treba zadati niz vrijednosti apscise tj. stanja u akumulaciji u m^3/sek:

$$A_1 \, , A_2 \, , \ldots . A_r \, , \ldots A_n$$



Sl. 4. Očitavanje ordinate u krivulji pada

i niz odgovarajućih vrijednosti ordinate — netto padovi u m:

$$H_1 \, , H_2 \, , \ldots . H_r \, , \ldots . H_n$$

Svaka točka ima svoj broj r, koji ide od 1 do n. Oznakom n označen je ukupni broj točaka krivulje tj. mora biti $n \leqq 50$. Smatramo naime da će 50 točaka biti dovoljno za dobru aproksimaciju krivulje pada.

Da bismo mogli odrediti ordinatu krivulje koja odgovara nekoj apscisi, koja se općenito nalazi između zadanih diskretnih vrijednosti, odsječak krivulje između dviju točaka aproksimiramo pravcem.

Aproksimacija pravcem između dviju točaka krivulje omogućuje da za svaku zadanu apscisu odredimo odgovarajuću ordinatu.

Program za određivanje ordinate za zadanu apscisu prikazan je na sl. 4.

Najprije treba odrediti između kojih dviju zadanih točaka se nalazi zadano stanje u akumulaciji a_i, za koje treba odrediti odgovarajući netto pad h_i. Kod toga u računskom stroju najprije fiksiramo neku zadanu točku krivulje s indeksom r. Moramo testirati uvjet:

$$a_i > A_r \tag{13}$$

Ako je ispunjen uvjet (13) onda je zadana apscisa a_i desno od fiksirane točke na krivulji, ali se između njih može nalaziti više zadanih točaka krivulje. Zato indeks r povećamo za 1 i ponovno vršimo test (13). To ide tako dugo dok stroj ne utvrdi da test (13) nije više ispunjen. Ako sada r smanjimo za 1, onda se zadano stanje u akumulaciji nalazi između točaka krivulje s indeksom r i $r + 1$. Odsječak krivulje između točaka r i $r + 1$ aproksimiramo pravcem, pa ordinatu (netto pad) h_i za zadanu apscisu (stanje u akumulaciji) a_i određujemo iz izraza:

$$h_i = H_r + \frac{H_{r+1} - H_r}{A_{r+1} - A_r} (a_i - A_r) \tag{14}$$

Paralelno s traženjem položaja zadane apscise a_i u krivulji možemo odrediti i površinu ispod krivulje, koja nam je potrebna za određivanje srednjeg pada u promatranom mjesecu. Dijagram toka računanja prikazan je na sl. 5.

7. Određivanje maksimalne snage, ukupne mjesečne proizvodnje i mjesečne konstantne energije

Maksimalnu snagu određujemo prema izrazu

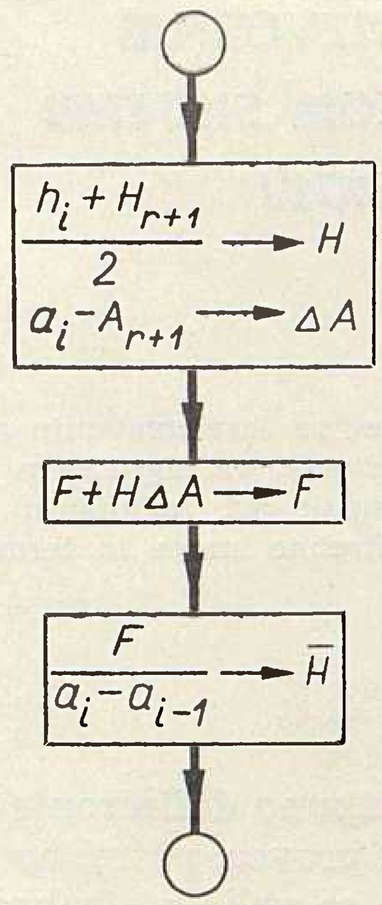
$$p_i = K \cdot Q_{in} \cdot \overline{H} \quad \text{MW} \tag{15}$$

Ovdje $\overline{H}$ znači srednji netto pad u m, koji je određen prema dijagramu na sl. 4 i 5., a K je konstanta, koja je zadana bilo prosječnom vrijednošću za sve hidroelektrane (K = 0,008), bilo stvarnom vrijednošću za promatranu hidroelektranu.

Ukupnu mjesečnu proizvodnju određujemo iz izraza

$$w_i = 0{,}73 \cdot K \cdot q_i \cdot \overline{H} \quad \text{GWh} \tag{16}$$

Za određivanje konstantne energije upotrebljena je metoda iz [3].



Sl. 5. Dijagram toka računanja za određivanje površine ispod krivulje pada i srednjeg pada

Za male protoke — odnosno male ukupne proizvodnje energije — nema konstantne energije tj.

$$w_{ki} = 0 \tag{17}$$

Taj izraz vrijedi ako ukupna proizvodnja nije veća od neke granične proizvodnje w_o, tj. ako nije ispunjen uvjet:

$$w_i > w_o \tag{18}$$

Graničnu proizvodnju w_o određujemo iz izraza:

$$w_o = t_v \cdot p_i \quad \text{GWh} \tag{19}$$

gdje je t_v trajanje varijabilnog opterećenja izraženo u 10^3 . sati, jer je p_i u MW. Ako je međutim ispunjen uvjet (18) konstantnu energiju određujemo iz izraza:

$$w_{ki} = k' (w_i - w_o) \tag{20}$$

Konstanta k' ovisi o dijagramu opterećenja elektroenergetskog sistema.

8. Sastavljeni dijagram toka računanja

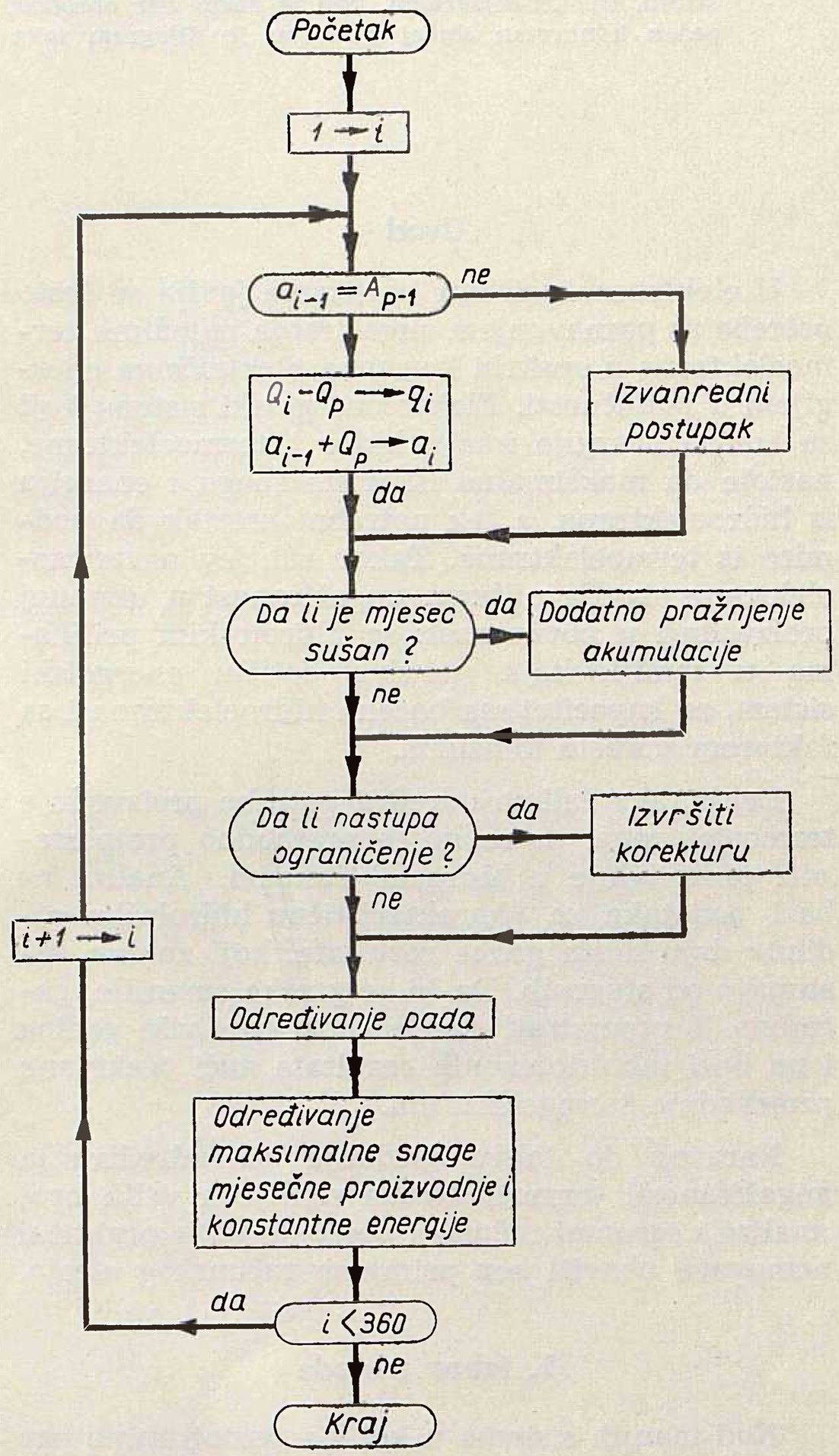
Iz prikazanih elemenata toka računanja sastavljen je cjelokupni dijagram toka računanja korištenja akumulacionog bazena na digitalnom računskom stroju. Taj dijagram prikazan je skraćeno na sl. 6.

Kod sastavljanja kompletnog dijagrama toka računanja treba voditi računa da budu obuhvaćeni svi slučajevi koji se mogu pojaviti. Osim toga treba nastojati da tok računanja bude što kraći, a dijagram toka računanja što jednostavniji.

Pojednostavljenje dijagrama toka računanja može se postići spajanjem onih dijelova, koji su jednaki za više slučajeva.

9. Zaključak

Korištenjem digitalnog računskog stroja može se postići ušteda u vremenu i troškovima za određivanje korištenja akumulacije i moguće proizvodnje hidroelektrane. To se naročito odnosi na hidroelektrane s promjenjivim padom, kod kojih je potrebno izvršiti dosta računskih operacija kod određivanja moguće proizvodnje. Budući da se radi o proračunu koji se može strogo matematički definirati, a isti račun treba izvršiti za 360 mjeseci 30-godišnjeg razdoblja, opravdano je očekivati da će se upotrebom računskog stroja postići ušteda.



Sl. 6. Sastavljeni dijagram toka računanja

Literatura

[1.] H. Požar: *Korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1960.

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

[3.] H. Požar: *Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1959.

[4.] J. Keglević: *Dijagram toka računanja za određivanje moguće proizvodnje akumulacione hidroelektrane s promjenjivim padom na digitalnom računskom stroju*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1966.

Naslov pisca: Juraj Keglević, dipl. ing. Institut za elektroprivredu Zagreb, Proleterskih brigada 37

ODREĐIVANJE POTREBNE SNAGE I PROIZVODNJE TERMOELEKTRANA U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU NA DIGITALNOM RAČUNSKOM STROJU

Vjekoslav Filipović, Zagreb

U članku je dan prikaz primjene metode »konstantne i varijabilne energije« za izračunavanje angažiranosti pojedine termoelektrane u ukupnoj proizvodnji elektroenergetskog sistema, na digitalnom računskom stroju. U blok-dijagramu, koji je nešto više obrađen, dan je osnovni postupak pri računanju stroja. Za jedan konkretan slučaj prikazan je dijagram toka za izračunavanje potrebne snage iz termoelektrane.

DK 621.311.22 : 681.14

Uvod

U elektroenergetskim analizama javlja se često potreba za poznavanjem angažiranja pojedinih termoelektrana u opskrbi konzuma električnom energijom u budućnosti. Elektroenergetski sistemi koji za izvore energije imaju hidro i termoelektrane, nastoje da maksimalno iskoriste snagu i energiju iz hidroelektrana, a tek potrebni ostatak da podmire iz termoelektrana. Takav zahtjev na termoelektrane stavlja njihovu angažiranost u ukupnoj proizvodnji u povezanost: sa hidrološkim prilikama u zemlji, koju pokriva dotični energetski sistem, sa kapacitetima bazena hidroelektrana i sa faktorom porasta konzuma.

Dakle, ako želimo odrediti potrebe proizvodnje termoelektrana, potrebno je prethodno pretpostaviti proizvodnje u hidroelektranama. Analize na bazi podataka za »karakterističnu hidrološku godinu« daju dosta grube rezultate, koji znatno odstupaju od stvarnih. Da bi se greške smanjile, potrebno je promatrati stanje voda kroz više godina i na bazi tako dobivenih rezultata naći očekivane proizvodnje termoelektrana.

Naravno da takvo gledanje na određivanje angažiranosti termoelektrana zahtijeva velik broj analiza i ogromni računski posao, te ga je praktički nemoguće obaviti bez primjene računskog stroja.

1. Izbor metode

Kod manjih sistema u kojima postoji samo par hidroelektrana pokazala se dosta prikladna za energetske analize metoda konzumnog okvira, bazirana na grafičkom rješavanju potreba konzuma. Kod nešto većih sistema ta je metoda neupotrebiva zbog opsežnosti posla. Pogodnija i za ručno računanje, jer operira manjim brojem nezavisnih veličina, je metoda »konstantne i varijabilne energije«. Zbog tačno određenih principa na kojima bazira, i mogućnosti da se oni analitički obuhvate, metoda se također pokazala prikladnom za rad na računskom stroju.

Sama metoda bazira na podjeli dnevnog dijagrama opterećenja na konstantni i varijabilni dio (Sl. 1.), a također i na podjeli mogućnosti proizvodnje hidroelektrana na konstantni i varijabilni dio (Sl. 2.). Za potpuno definiranje konzuma, aproksimiranog sa tri pravca, potrebno je poznavati pet veličina. Koje će se veličine izabrati, od svih koje nešto govore o prirodi konzuma, ovisi od rezultata koje tražimo. Jedna od tih kombinacija je da ga definiramo s potrebama maksimalne snage (P_{max}), ukupne energije (W_m), konstantne energije (W_{mk}), vremenom trajanja varijabilnih opterećenja ($r \cdot t_v$) i koeficijentom α, čije značenje je vidljivo iz sl. 1. Međutim, mogućnosti hidroelektrane moguće je definirati sa tri veličine: maksimalno raspoloživom snagom ($P_{h\,max}$), ukupnom energijom (W_h) i konstantnom energijom (W_{hk}).

Da se zadovolje mjesečne potrebe konzuma moraju biti ispunjene slijedeće jednakosti:

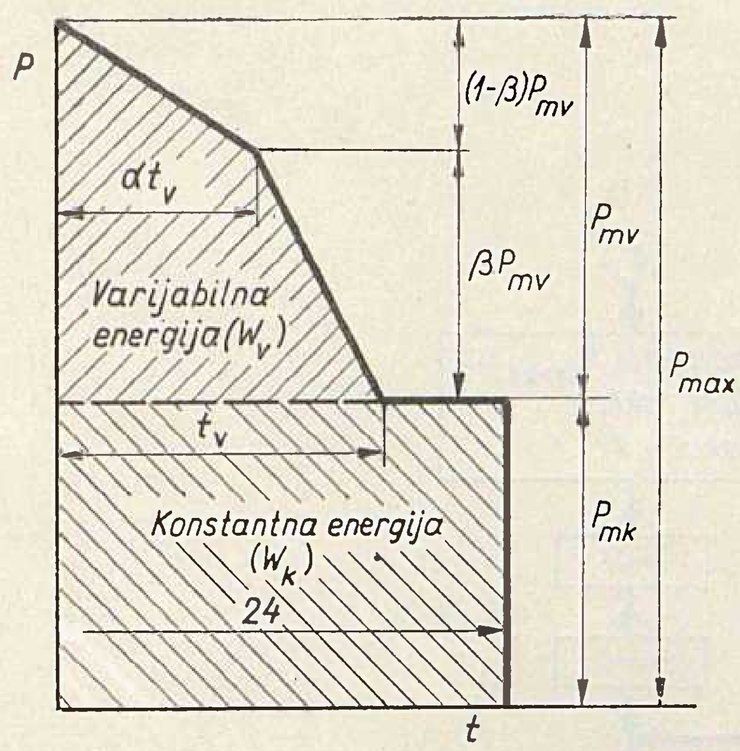
$$P_{max} = (P_{hmax} - \delta P_h) + P_t \qquad (1)$$

$$W_m = (W_h - \delta W_h) + W_t \qquad (2)$$

$$W_{mk} = (W_{hk} - \Delta W_{hk} + \Delta W_{hv} - \delta W_{hk}) + W_{tk} \qquad (3)$$

U izrazu (1) δP_h označava višak snage u hidroelektranama, pa izraz u zagradi predstavlja snagu iz hidroelektrana koja se može iskoristiti. Očito je da suma te snage i snage iz termoelektrana (P_t) mora biti jednaka maksimalnoj snazi potrošača. Izraz (2) sličan je izrazu (1) samo što se odnosi na ukupne energije, gdje δW_h predstavlja preljeve energije preko brane, a W_t potrebnu energiju iz termoelektrana. Treća jednakost govori da potrebe konstantne energije moraju biti jednake zbroju konstantne energije iz hidroelektrana (izraz u zagradi) i konstantne energije iz termoelektrana (W_{tk}). U zagradi, u izrazu (3), pojavljuju se prebačena energija iz konstantnog dijela u varijabilni (ΔW_{hk}), prebačena energija iz varijabilnog u konstantni (ΔW_{hv}) i preljev u konstantnom dijelu (δW_{hk}). U konkretnom slučaju ne mogu se sve tri veličine pojaviti u isti čas. Ili će se pojaviti prebacivanje iz konstantnog dijela u varijabilni, a koga redovno prate pojave preljeva, ili samo prebacivanje varijabilnog dijela u konstantni ili pak samo konstantni preljevi.

Uspoređujući mogućnosti hidroelektrana sa potrebama potrošača, uvažavajući gornje izraze i vodeći računa o karakteristikama termoelektrana, može se napraviti plan računanja računskog stroja,



Sl. 1 Podjela dnevnog dijagrama trajanja opterećenja aproksimiranog sa tri pravca, na konstantnu i varijabilnu energiju

kojim će se obuhvatiti svi teoretski slučajevi koji se mogu pojaviti. Naravno da se među njima nalaze i svi slučajevi koji se praktički mogu javiti.

2. Blok-dijagram

Malim preuređenjem izraza (1), (2) i (3) dobivamo jednadžbe:

$$P_t = P_{max} - (P_{hmax} - \delta P_h) \quad (4)$$

$$W_t = W_m - (W_h - \delta W_h) \quad (5)$$

$$W_{tk} = W_{mk} - (W_{hk} - \Delta W_{hk} + \Delta W_{hv} - \delta W_{hk}) \quad (6)$$

s pomoću kojih možemo izračunati potrebe angažiranja termoelektrana da bi potrošači bili potpuno zadovoljeni. Međutim, u nekim slučajevima nismo u stanju da do te mjere angažiramo termoelektrane, jer je suma svih snaga termoelektrana koje u sistemu postoje manja od potrebe. Tada smo prisiljeni neke od potrošača ostaviti bez električne energije, a na ostale po istim principima rasporediti hidro i termoelektrane.

U novo nastalim uvjetima moraju vrijediti slijedeći izrazi:

$$P_{tmax} = P_{max} - P_r - (P_{hmax} - \delta P_h) \quad (7)$$

$$W_t = W_m - W_r - (W_h - \delta W_h) \quad (8)$$

$$W_{tk} = W_{mk} - W_{kr} - (W_{hk} - \Delta W_{hk} + \Delta W_{hv} - \delta W_{hk}) \quad (9)$$

gdje je P_{tmax} suma svih snaga termoelektrana u sistemu, P_r snaga redukcije, W_r ukupna energija redukcije, a W_{rk} konstantna energija redukcije. Potrebna redukcija snage (P_r) da se izračunati iz izraza (7), ali veličina reducirane ukupne energije, odnosno konstantne energije ovisi o dijagramu opterećenja potrošača kojeg ostavljamo bez energije. Sam izbor potrošača koji se reduciraju vezan je uz štetu, koja nastupa za nacionalnu privredu ako dotični obustavljaju proizvodnju i o važnosti tog potrošača za odvijanje normalnog života.

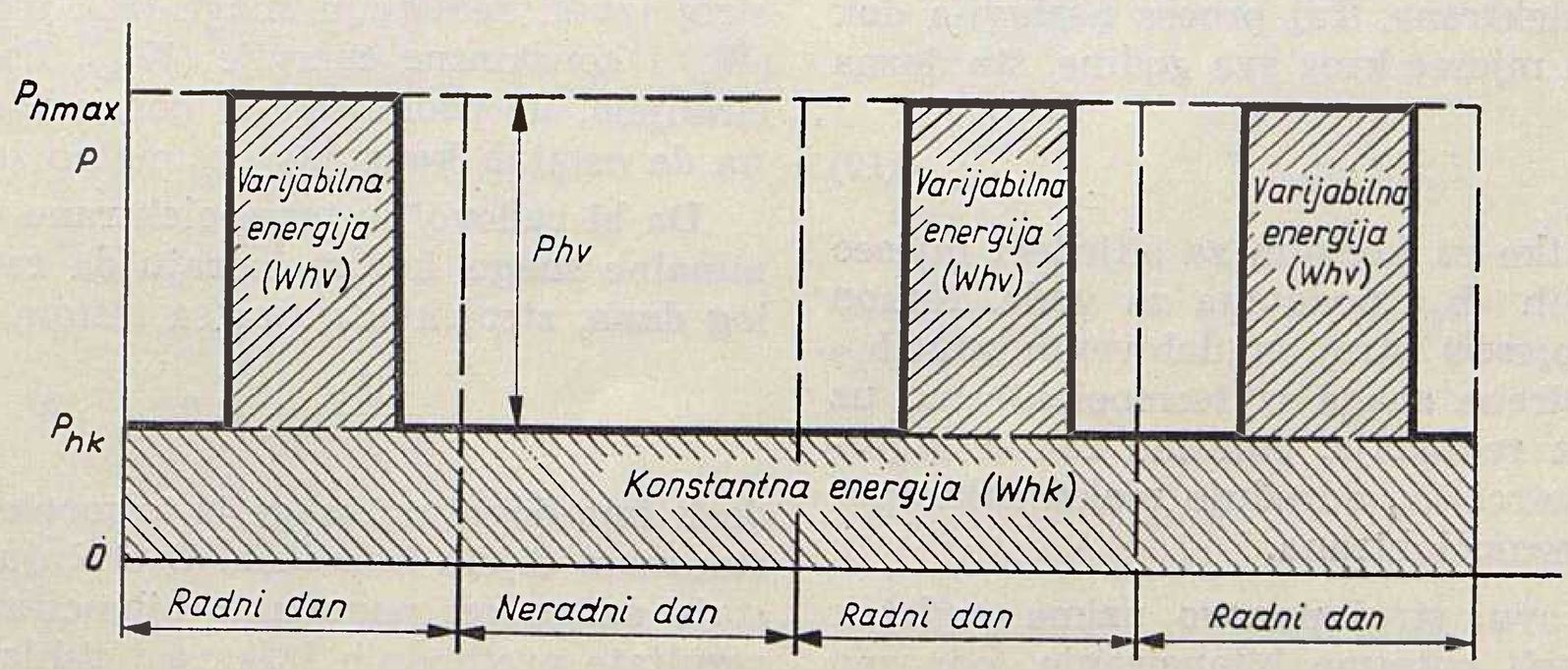
I ovako izračunana potreba za dopunom iz termoelektrana ne mora biti ostvarena. Naime, mi smo do sada vodili računa da što manje angažiramo termoelektrane i da one pri tom što manje rade, ali smo zanemarili da pri angažiranju pojedine elektrane moramo paziti da joj osiguramo izvjesni procenat snage, tehnički minimum, kojim će ona raditi preko cijelog dana. Odnosno gledajući cijeli sistem, mi moramo u konstantnom dijelu imati minimalno angažiranu snagu termoelektrana, koja je jednaka zbroju tehničkih minimuma termoelektrana koje se nalaze u pogonu.

Ako ovaj zahtjev ne bi bio ispunjen, moramo u konstantnom dijelu angažirati potrebni tehnički minimum, tj. povećati učešće termoelektrana u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja. Ovo za sobom povlači prebacivanje izvjesnog dijela konstantne energije hidroelektrana u varijabilni dio, a što obavezno dovodi i do povećanih preljeva. Ovom korekturom mi nismo angažirali nove elektrane, ali smo morali odustati od najoptimalnijeg angažiranja termoelektrana i prilagoditi se stvarnim mogućnostima.

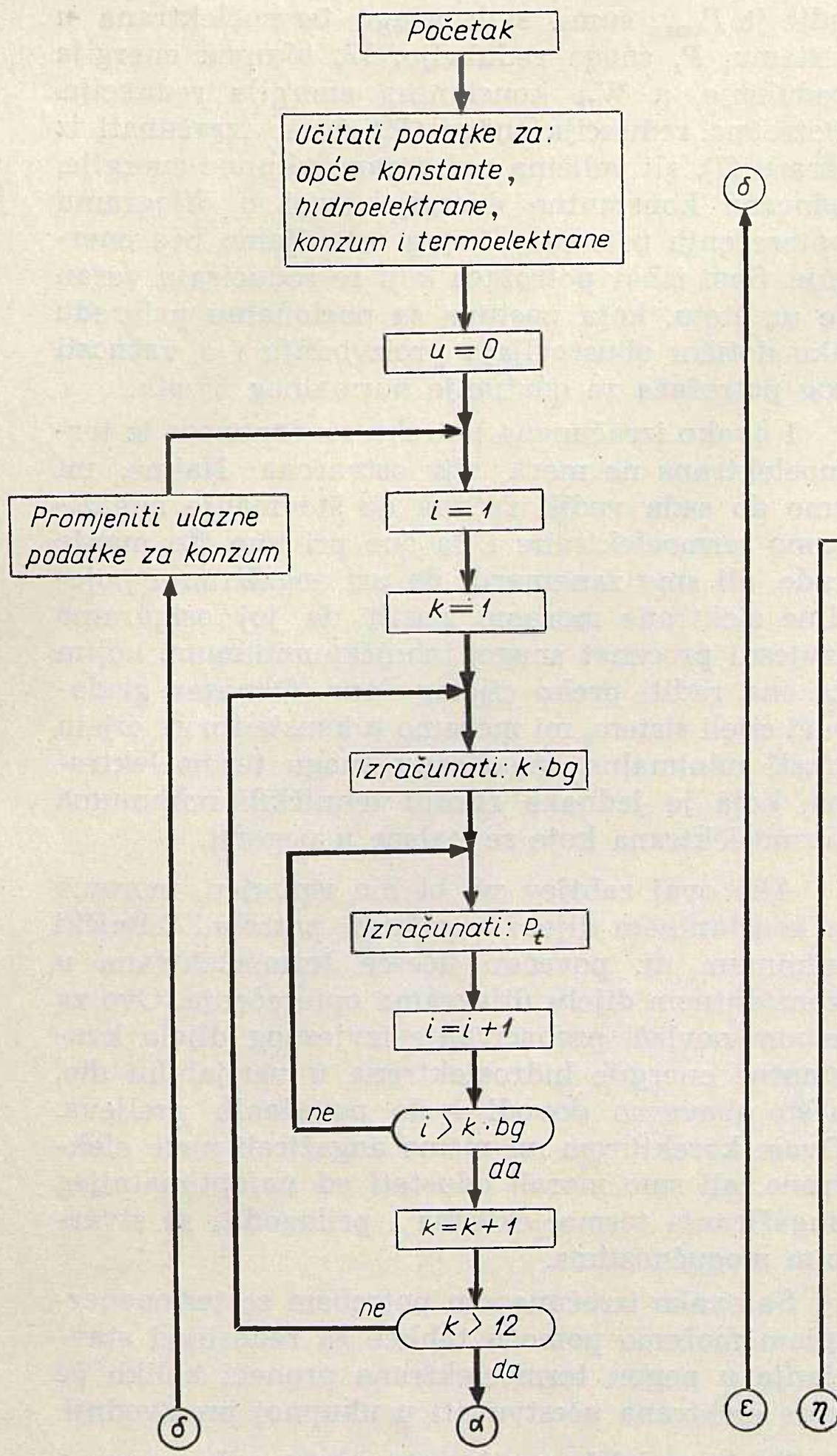
Sa ovako izračunanom potrebom za termoenergijom možemo pomoću tablice za redoslijed stavljanja u pogon termoelektrana pronaći koliko će koja elektrana učestvovati u ukupnoj proizvodnji.

Da bi se lakše pratio sam proces računanja na sl. 3. dan je blok-dijagram. U njega su unesene samo glavne petlje, a detaljniji dijagrami tokova predstavljeni su samo jednom kućicom i naznakom operacije koja se u tom dijelu obavlja.

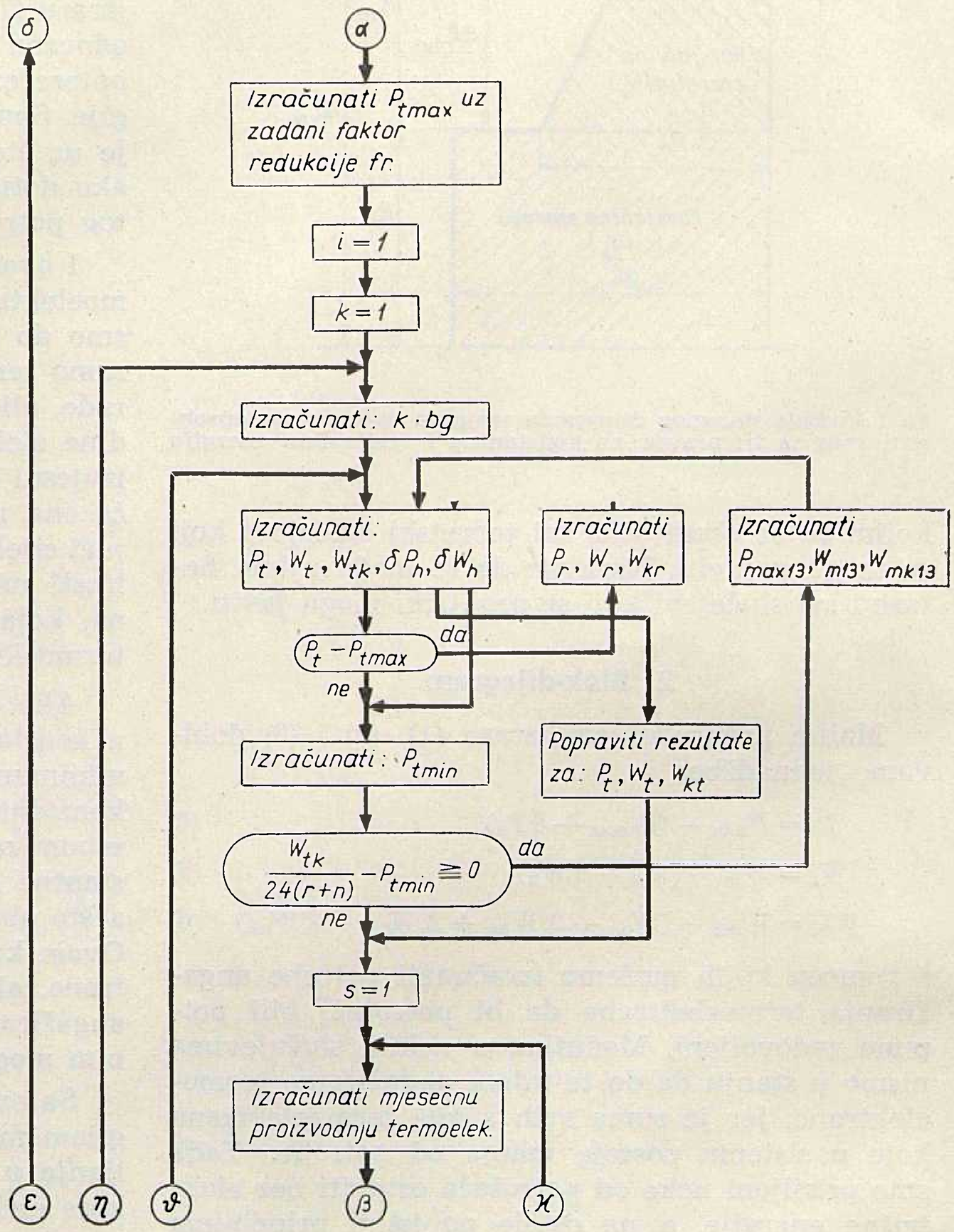
Vidimo da odmah na početku moramo dati u stroj potrebne podatke za konzum, hidroelektrane



Sl. 2 Način određivanja konstantne i varijabilne energije vodotoka za različite dane u tjednu



Slika 3 (1)



Slika 3 (2)

i termoelektrane. Podatke za konzum obilježavamo indeksom »k«, koji se kreće od 1 do 12, a podatke za hidroelektrane indeksom »i« od 1 do 12 . b_g . »b_g« je broj godina koje uzimamo u analizu. Stroj postepeno uzima podatke za hidroelektrane i uspoređujući ih sa potrebama određuje dopunu snage iz termoelektrana. Taj proces nastavlja dok ne obradi jedan mjesec kroz sve godine, što dozna pomoću testa

$$i > k \cdot b_g \tag{10}$$

a onda uz podatke za konzum za slijedeći mjesec obrađuje daljnjih »b_g« podataka za vode. Nakon obrađenih 12 mjeseci stroj iz dobivenih »12 . b_g« rezultata za potrebe snaga iz termoelektrana, uz zadani procenat redukcije, odnosno faktor sigurnosti opskrbe potrošača, određuje maksimalno potrebnu snagu termoelektrana.

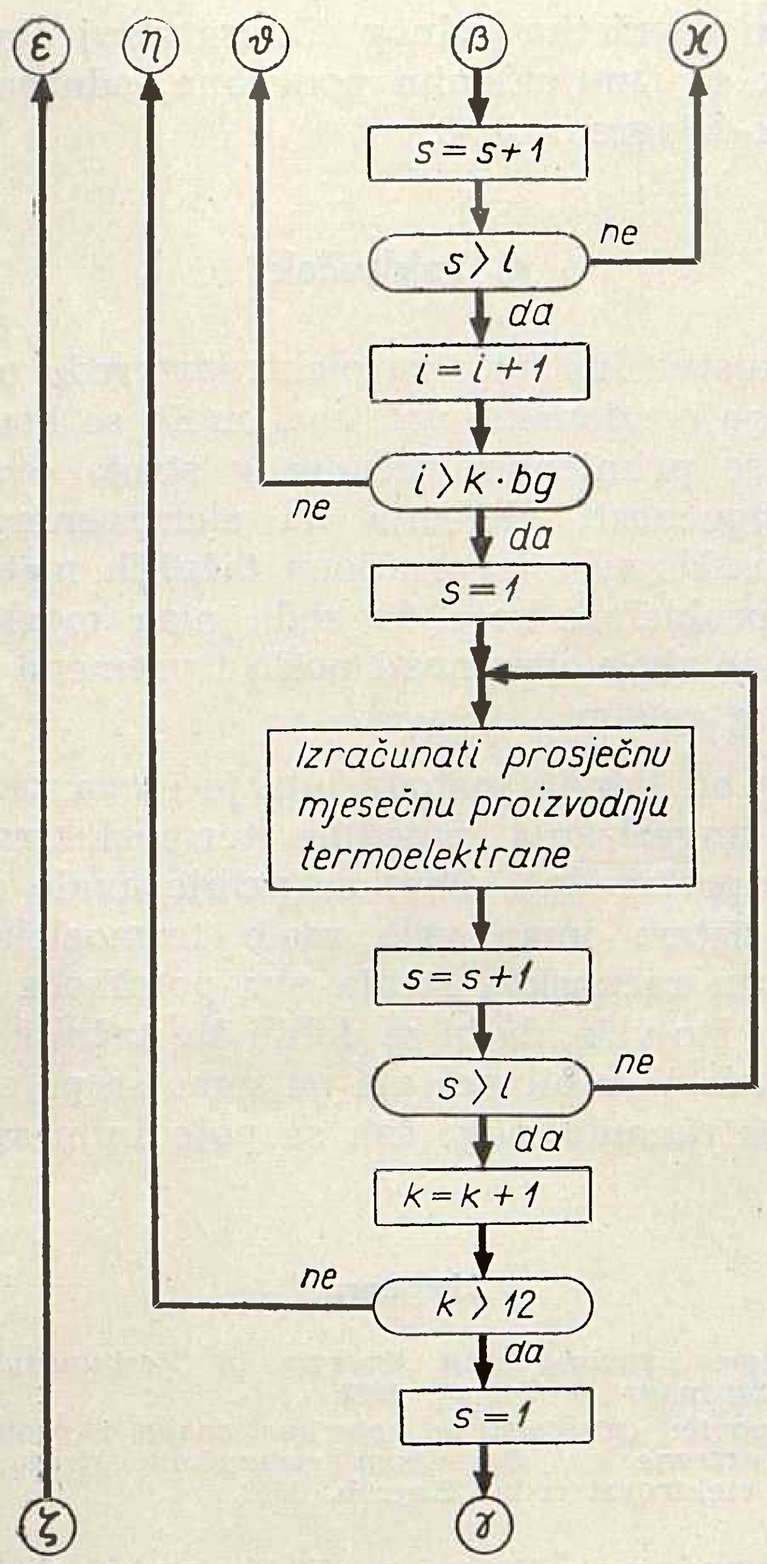
Izračunavši ovu, stroj ponovo uzima podatak po podatak i vrši potpuno bilanciranje, odnosno izračunava potrebnu snagu iz termoelektrana (P_t), ukupnu proizvodnju termoelektrana (W_t), konstantnu proizvodnju termoelektrana (W_{tk}), višak snage u hidroelektranama (δP_h) i preljev energije preko brane (δW_h).

U slučaju da potrebna snaga iz termoelektrana bude veća, nego što će uopće u sistemu postojati, stroj izvrši redukciju snage (P_r), ukupne energije (W_r) i konstantne energije (W_{rk}). Ponovnim bilanciranjem, uz promijenjeni konzum, on vodi računa da ostatak konzuma optimalno zadovolji.

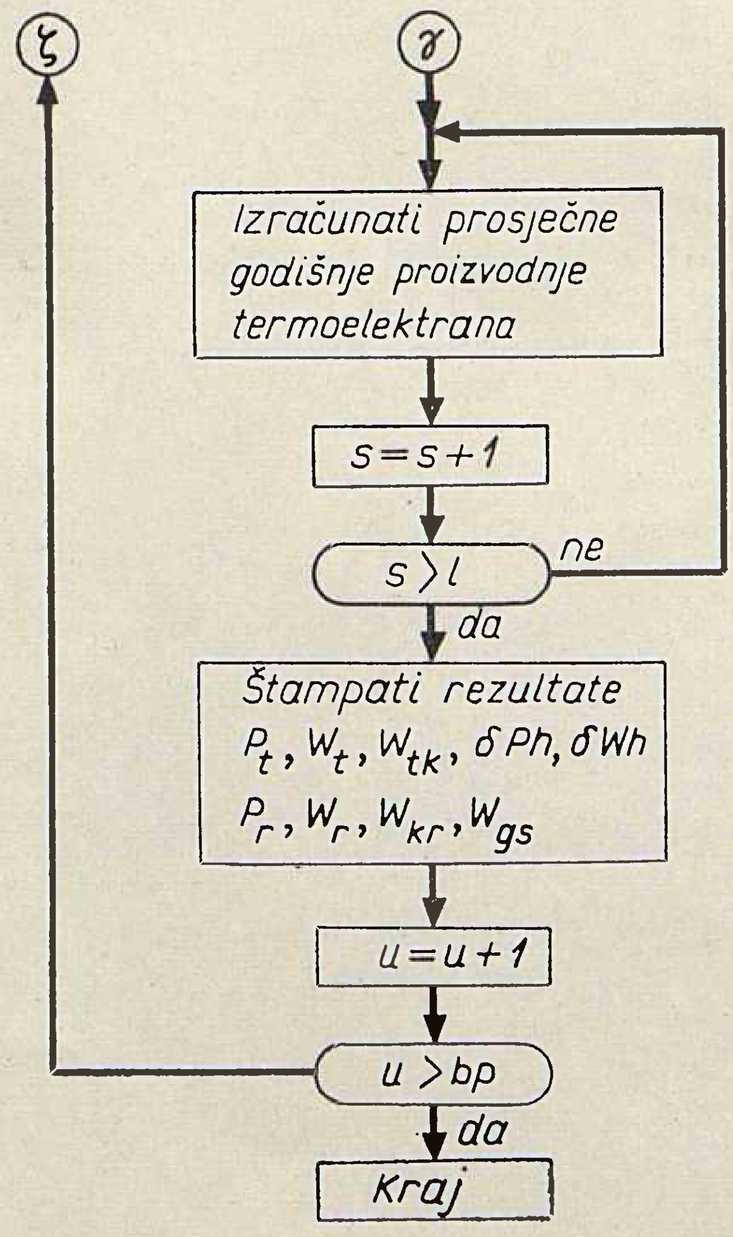
Da bi zadovoljio termoelektrane u pogledu minimalne snage, kojom moraju da rade preko cijelog dana, stroj kontrolira sa testom

$$\frac{W_{tk}}{24\,(r+n)} - P_{tmin} \geqslant 0 \tag{11}$$

da li ima dovoljno snage iz termoelektrana u konstantnom dijelu konzuma. U slučaju da mu nedostaje snage on ponovnim bilanciranjem korigira rezultate prethodnih bilanca i uskladi mogućnosti termoelektrana sa zahtjevima.



Slika 3 (3)



Slika 3 (4)

Sl. 3 Blok-dijagram programa za određivanje potrebne snage i energije iz termoelektrana

Poslije ovog bilanciranja stroj raspolaže stvarnim snagama i energijama koje će biti angažirane iz termoelektrana.

Uspoređujući ove veličine sa tablicama redoslijeda angažiranja elektrana stroj izračunava postepeno mjesečnu proizvodnju svake pojedine termoelektrane. U blok-dijagramu one su označene indeksom »s«, koji se kreće od 0 do »*l*« gdje je »*l*« broj elektrana, odnosno agregata u sistemu.

Nakon obrađenog jednog mjeseca stroj sređuje dobivene podatke i izračunava očekivanje mjesečnih angažiranosti elektrana. Analogno, obradom svih podataka, izračunava godišnje prosjeke i štampa rezultate.

Ako želimo analizirati razna stanja konzuma uz iste podatke za hidroelektrane, odnosno ako želimo promatrati više godina za redom, a poznamo faktor porasta potrošnje električne energije, možemo cijeli proces ponoviti od početka. Da li će se proces ponavljati stroj doznaje testom

$$u > b_p \tag{12}$$

gdje je »*u*« indeks za godine, a »b_p« broj godina za koje se obrađuje zadovoljenje konzuma.

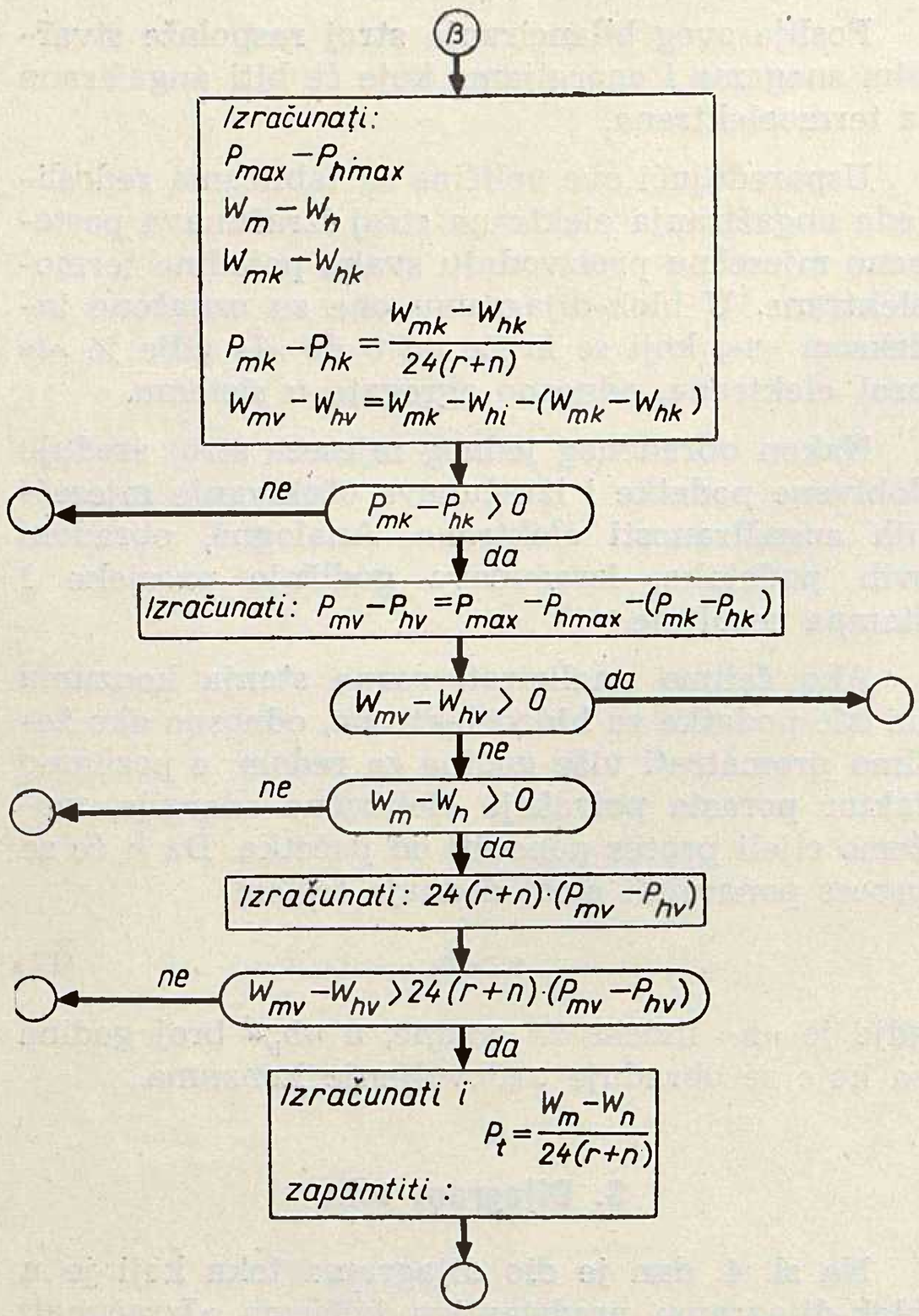
3. Dijagram toka

Na sl. 4. dan je dio dijagrama toka koji je u blok-dijagramu predstavljen kućicom »Izračunati P_t«. U prvoj kućici dijagrama izračunane su karakteristične veličine za usporedbu potrebe sa mogućnostima hidroelektrana. Prvi test na koji stroj treba da odgovori je, da li je konstantna snaga konzuma veća ili jednaka i manja od konstantne snage hidroelektrana.

U slučaju da je odgovor »da« moramo izračunati daljnje veličine, koje su na ovoj strani dijagrama toka potrebne za uspoređivanje. Pošto znamo stanje u konstantnom dijelu, slijedećim testom doznajemo da li je potreba za varijabilnom energijom veća ili jednaka i manja od varijabilne energije hidroelektrana. Pretpostavimo da je odgovor »ne«, odnosno da imamo previše varijabilne energije. Pošto znamo da varijabilnu energiju uvijek bez preljeva možemo plasirati u konstantni dio, moramo još pogledati da li ukupno trebamo više energije nego što daju hidroelektrane, što činimo slijedećim testom, i ako je odgovor »da« moramo pogledati da li možemo višak energije iz varijabilnog dijela prebaciti sa viškom varijabilne snage. Ako je odgovor »da« znači da je varijabilni dio zadovoljen potpuno sa hidroenergijom, da je višak prebačen u konstantni dio, a potrebnu snagu iz termoelektrana stroj treba da izračuna po izrazu:

$$P_t = \frac{W_m - Wh}{24\,(r + n)} \tag{12}$$

U brojniku imamo nedostatak mjesečne energije koji se treba proizvesti u konstantnom dijelu, a u nazivniku broj sati u mjesecu.



Sl. 4 Isječak iz dijagrama toka za određivanje potrebne snage iz termoelektrane, uz zadane mogućnosti hidroelektrana

Nakon završetka jednog ciklusa stroj obnavlja postupak sa izmijenjenim podacima, odnosno slijedi blok-dijagram sl. 3.

4. Zaključak

Iz iskustva Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, koga on donekle već ima, može se konstatirati da se primjenom računskog stroja otvaraju nove mogućnosti gledanja na elektroenergetske probleme. Moguća je primjena tačnijih metoda u analizi problema, koje do sada nisu mogle biti prihvaćene zbog opsežnosti posla i vremena trajanja samog računa.

Jedna od takvih metoda bila je i ova za određivanje angažiranja pojedine termoelektrane u ukupnoj proizvodnji. Njoj se pribjegavalo jedino ako je sistem imao vrlo malo termoelektrana. Primjenom računskog stroja ova poteškoća se izbjegava i što više, da bi se dobili što tačniji rezultati moguće je u bilance ući ne samo sa pojedinim termoelektranama, nego čak sa pojedinim agregatima.

Literatura

1. H. Požar: *Leistung und Energie in Verbundsystemen*, Wien, Springer — Verlag, 1963.
2. V. Filipović: *Određivanje potrebne snage i proizvodnje termoelektrane na digitalnom računskom stroju*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1966.

Naslov pisca: Vjekoslav Filipović, dipl. ing., asistent Elektrotehničkog fakulteta, suradnik Instituta za elektroprivredu — Zagreb, Proleterskih brigada 37.

PROLAZNE SMETNJE NA DALEKOVODIMA U DALMACIJI

Ranko Škarica, Zagreb — Zvonko Benzon, Split

U članku su izneseni uzroci prolaznim smetnjama na dalekovodima. Pribavljeni su podaci o ispadima na dalekovodima napona 30, 110 i 220 kV na području Dalmacije za razdoblje od 1957. do 1965. godine. Na temelju tih podataka dolazi se do zaključaka koji s jedne strane potvrđuju dosadašnja iskustva, a s druge strane mogu korisno poslužiti projektantima dalekovoda u području jakih vjetrova.

DK 621.315.1.004

Dalekovodi su od svih električnih postrojenja najranjiviji, jer su direktno izloženi atmosferskim utjecajima i utjecajima elemenata okoline uključivo tu i ljude. Zbog svoje velike rasprostranjenosti po duljini, često prolaze područjima, koja se znatno razlikuju po sastavu i obliku tla kao i po klimatskim prilikama, pa su zbog toga i smetnje na dalekovodima dosta šarolike; katkada im se ne može naći pravi uzrok pa se takve smetnje unose u rubriku »uzrok nepoznat«.

Kvarovi na dalekovodima, iako su dosta česti, nisu i jednako teški te se mogu podijeliti na prolazne i trajne. Smetnja je prolaznog karaktera, ako sama od sebe nastane prije nego što se dalekovod iskopča ili ako se nakon iskopčanja i ponovnog ukopčanja voda više ne pojavi. Ove smetnje normalno ne prouzrokuju teža oštećenja, međutim bi trebalo poduzeti potrebne mjere da se smanji broj smetnji. Prema statističkim podacima izlazi da je oko 75% svih kvarova na dalekovodima prolaznog karaktera.

Uzroci prolaznim smetnjama mogu biti različiti. Na prvo mjesto, prema iskustvu, dolazi atmosfersko djelovanje i to oluje koje prema nekim stranim podacima učestvuju sa cca 40%.

U ovom članku bit će govora samo o prolaznim smetnjama na dalekovodima pa, prema tome, nisu uzeti u obzir ispadi prouzrokovani preopterećenjem, kao ni ispadi prouzrokovani kvarovima ili ispadima u transformatorskim stanicama ili elektranama, te raspadima sistema.

U nastavku ćemo se osvrnuti, ukratko, na uzroke prolaznih smetnji. Direktni udarci munje u vodič izazivaju preskoke na izolatorskim lancima, dok do povratnog preskoka može doći kada munja udari u uzemljene dijelove voda. Kod udarca munje u zaštitno uže u sredini raspona mogu nastati i preskoci na vodič, ukoliko nije dovoljno dimenzioniran razmak između vodiča i zaštitnog užeta.

Smanjenje opasnosti od pogonskih smetnji, kojima je uzrok u atmosferskom djelovanju, postiže se zaštitnim užetima i malim otporom uzemljenja stupova. Zaštitnim užetima sprečava se da dođe do direktnog udara u vodič, a djelovanje zaštitnih užeta bit će ovisno o njihovom položaju u odnosu na vodiče kao i o iznosu otpora uzemljenja.

Visina stupa, također, utječe na preskok uslijed udara munje. Porastom visine stupa povećava se opasna zona u odnosu na direktne udare, a osim toga, u ovakvim se slučajevima na vrhu stupa pojavljuju veoma visoki naponi.

Osim preskoka koji su prouzrokovani atmosferskim prenaponima, dakle povećanim naponima, do preskoka može doći i zbog smanjenja izolacije. Smanjenje izolacije između ostaloga nastupa i tada kad se talože strana tijela na površinu izolatora, što je ovisno o stepenu zagađenosti atmosfere. Uzroci mogu biti raznovrsni; tako npr. atmosfera može biti zagađena metalnom prašinom, grafitom, čađom itd. dakle česticama koje mogu stvoriti vodljivu vezu između elektroda, što može imati za posljedicu preskok i oštećenje izolatora. Osim toga prašina, ugljen i morska sol mogu, također, prouzrokovati preskok ako takav sloj postane vodljiv uslijed vlage. Prema tome, uzročnici preskoka su čestice koje se mogu naći u atmosferi velikog industrijskog centra, u atmosferi cesta kojima se prevoze razne rudače, a prate ih dalekovodi, i u obalnim područjima, odnosno prijelazima preko morskih tjesnaca.

Česti preskoci na relativno čistim izolatorima zapaženi su kratko vrijeme prije ili poslije izlaza sunca i to u područjima s jakom rosom. Bez obzira na to da li je izolator čist ili nije, struja nesmetano teče površinom dok je sloj neprekinut. Uslijed toga dolazi do sušenja sloja, a tim u vezi i do prekida, a pojavljuju se i iskre koje premošćuju prekinuta mjesta. Prekid kontinuiteta vlažnog sloja može biti uzrok preskoka preko cijelog izolatorskog lanca.

Daljnji uzroci prolaznim smetnjama na dalekovodima mogu biti čisto tehničke naravi, npr. njihanje vodiča, premoštenje stranim predmetom i slično. Zbog nedovoljnih električnih dimenzija glave stupa vodič se može, pri otklonu, previše približiti drugom vodiču ili uzemljenim dijelovima voda. Do preskoka može doći između vodiča i trupa stupa ili vodiča i konzole. Da li će doći do preskoka prema trupu ili konzoli ovisi o duljini konzole, duljini izolatorskog lanca, veličini i obliku zaštitne armature te o načinu zavješenja izolatorskog lanca (kratki ili dugi stremen, produžnik itd.). Istodobna pojava vjetra i leda može izazvati prilične smetnje na dalekovodima kao što je to npr. slučaj na dalekovodima 110 kV Senj—Vinodol i 30 kV Kraljevac—Makarska. Prilikom projektiranja treba o svemu tome voditi računa i primijeniti odgovarajuća rješenja, kako bi se izbjegle, odnosno bar smanjile smetnje.

Nejednako zaleđivanje vodiča i zaštitnog užeta uz pojavu i slabijeg vjetra može prouzrokovati smetnje, a isto tako i odskok vodiča prilikom otpadanja leda (dalekovod 30 kV Bihać — Lički Osik).

U ovu grupu uzroka smetnji možemo uvrstiti također plesanje (galopiranje) vodiča. U tom slučaju vodiči se njišu otprilike u vertikalnoj ravnini u smjeru voda malom frekvencijom i velikim amplitudama, pa može doći do nedozvoljenog međusobnog približenja vodiča ili vodiča i zaštitnog užeta. Ova je pojava dosta rijetka i normalno se ne uzima u obzir prilikom određivanja električnih dimenzija glave stupa. Plesanje vodiča zapaženo je na ispitnom vodu na Zrmanji kao i na dalekovodu 110 kV Šibenik—Zadar.

Asinhrono njihanje vodiča može prouzrokovati prolazne smetnje i to na vodovima s rasporedom vodiča u jednoj visini ili pak na dvostrukim dalekovodima bez obzira na raspored vodiča.

Slična pojava nastaje kod nejednako zategnutih vodiča koji su raspoređeni u nekoliko visina. Naime, nejednako zategnuti vodiči imaju nejednake provjese pa će i vrijeme njihanja biti različito. Kada vjetar prestane puhati ili puše na mahove, kao npr. bura, doći će do nejednakog njihanja, pa se vodiči mogu približiti na razmak koji je manji od kritičnog.

Međusobna križanja dalekovoda u području jakih vjetrova mogu biti uzrok smetnjama, jer se zaštitno uže donjeg voda, poneseno vjetrom, može približiti donjem vodiču gornjeg voda. Kao primjer navodimo ispade kojima je uzrok bilo križanje dalekovoda 30 kV Omiš—Gata s dalekovodima 110 kV HE Split — TS Split.

U nizu uzroka koji mogu izazvati prolazne smetnje potrebno je napomenuti i slučaj kada vodič dolazi u dodir sa zaštitnim užetom uslijed djelovanja vjetra prema gore, ili pak ako zbog te pojave dolazi do smanjenja vertikalnih sila pa se izolatorski lanci otklanjaju više nego što je dozvoljeno. Do ove pojave može doći ako je konfiguracija terena takva da je omogućeno strujanje zračnih masa koso odozdo prema gore i otprilike okomito na vod. Prvi slučaj dogodio se na dalekovodu 30 kV Omiš —Gata, pa je zbog toga bilo potrebno alučelne vodiče zamijeniti bakrenima. Drugi slučaj zapažen je na dalekovodima 110 kV HE Split — TS Split i HE Split — Dugi Rat. Ukoliko je vodič lakši, odnosno što je odnos promjera prema težini vodiča veći, tim je veća mogućnost da dođe do ovakve smetnje.

Osim ovih uzroka koji su ovisni o atmosferskim prilikama, konfiguraciji terena i konstrukciji dalekovoda, postoje uzroci koji ovise o objektima okoline. Ovi mogu biti stalno ili privremeno prisutni, npr. drveće, zgrade, dalekovodi, ptice, ljudi i slično.

Ovi uzroci prolaznih smetnji manje su neugodni od prije spomenutih, jer se mogu lakše pronaći i odstraniti.

Da bi se mogla ustanoviti učestalost prolaznih smetnji na dalekovodima u Dalmaciji, prikupljeni su podaci iz formulara o radu zaštite. Obuhvaćeno područje odnosi se na zagorsko od Zrmanje preko Knina i Sinja do Mostara i na obalno od Zadra do Dubrovnika.

Pribavljeni podaci se odnose na razdoblje od 1957. do 1965. godine i to za 30 i 110 kV-tne dalekovode, a za 220 kV-tne dalekovode od 1961. do 1965. godine.

Dalekovodi 30 kV pretežno su izvedeni na armirano-betonskim stupovima, zatim na rešetkasto-čeličnim i manji dio na drvenim stupovima. Dalekovodi napona 110 kV izvedeni su na armirano-betonskim i rešetkasto-čeličnim stupovima, dok su 220 kV-tni dalekovodi izvedeni samo na rešetkasto-čeličnim stupovima.

Neutralna tačka 30 kV-tnih dalekovoda je izolirana, a ostalih kruto uzemljena.

Duljine dalekovoda na promatranom području iznose:

30 kV	od 185 km	(1957. g.)	do 270 km	(1965. g.)
110 kV	od 304 km	(1957. g.)	do 621 km	(1965. g.)
220 kV	353 km	(1965. g.)		

Dalekovodi su položeni pretežno po zagorskom dijelu Dalmacije, a manji dio u blizini mora i jako su izloženi sjevernim vjetrovima.

Do danas je uočeno da je do ispada dalekovoda uslijed utjecaja morske soli došlo samo na dalekovodima 30 kV koji idu preko otoka Brača, Hvara i Visa.

Zbog tih slučajeva počelo se s proučavanjem utjecaja morske soli na izolatore.

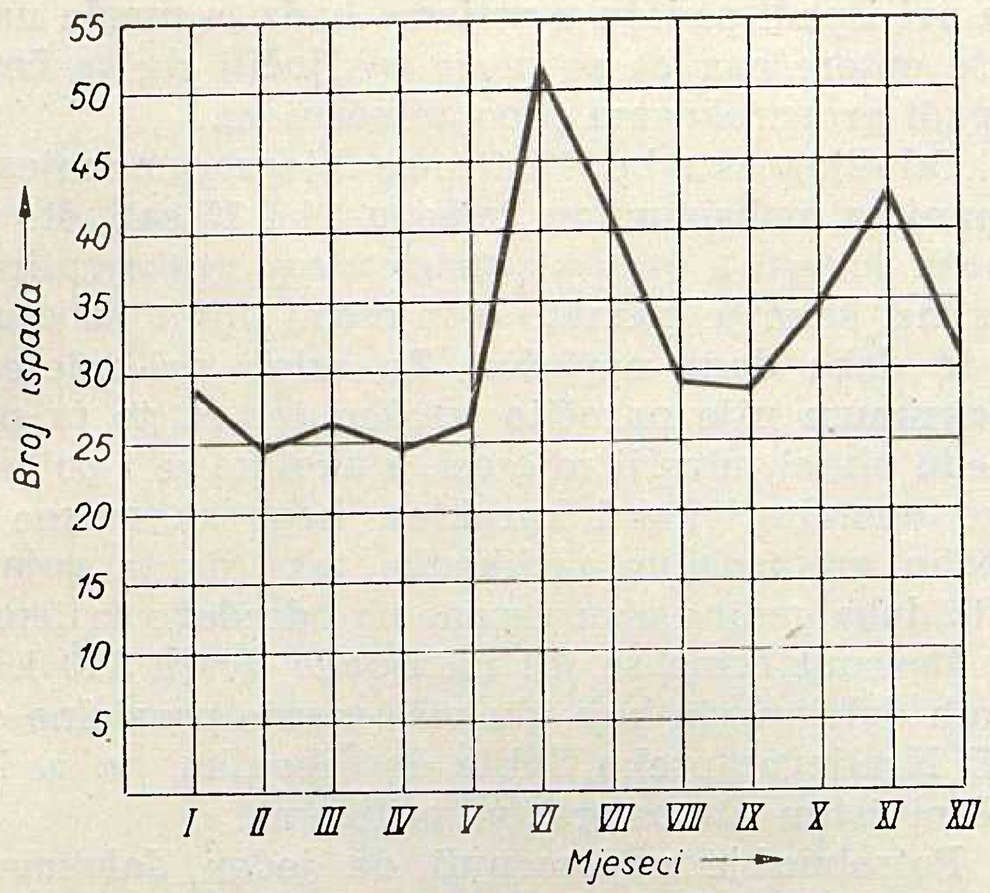
Prilikom pregleda dalekovoda primijećeno je da je priličan broj ispada morao biti prouzrokovan velikim otklonima izolatorskih lanaca, mnogo većim nego što je to bilo izračunato. Oštećena glazura na izolatorima pokazuje, da je atmosfersko pražnjenje na pojedinim terenima prilično veliko. Čini se da ono ne ovisi o konfiguraciji terena, nego, izgleda, da postoje pojedini predjeli, koji su više ili manje izloženi tim pražnjenjima.

U spomenutom razdoblju evidentirano je ukupno 3235 ispada koji su prouzrokovani prolaznim smetnjama. U svim tim slučajevima dalekovodi su kod ponovnog ukopčanja, bilo ručnog, bilo automatskog, izdržali normalan napon.

Ispadi su evidentirani po naponima kako slijedi:

— na dalekovodima napona 30 kV — 1629 ispada
— na dalekovodima napona 110 kV — 1394 ispada
— na dalekovodima napona 220 kV — 202 ispada

Iako se radi o devetogodišnjoj evidenciji, nije se na žalost, moglo ustanoviti koliko je ispada prouzrokovano atmosferskim pražnjenjima, a koliko



Sl. 1. Mjesečni prosječni ispadi, ukupno za dalekovode 30, 110 i 220 kV

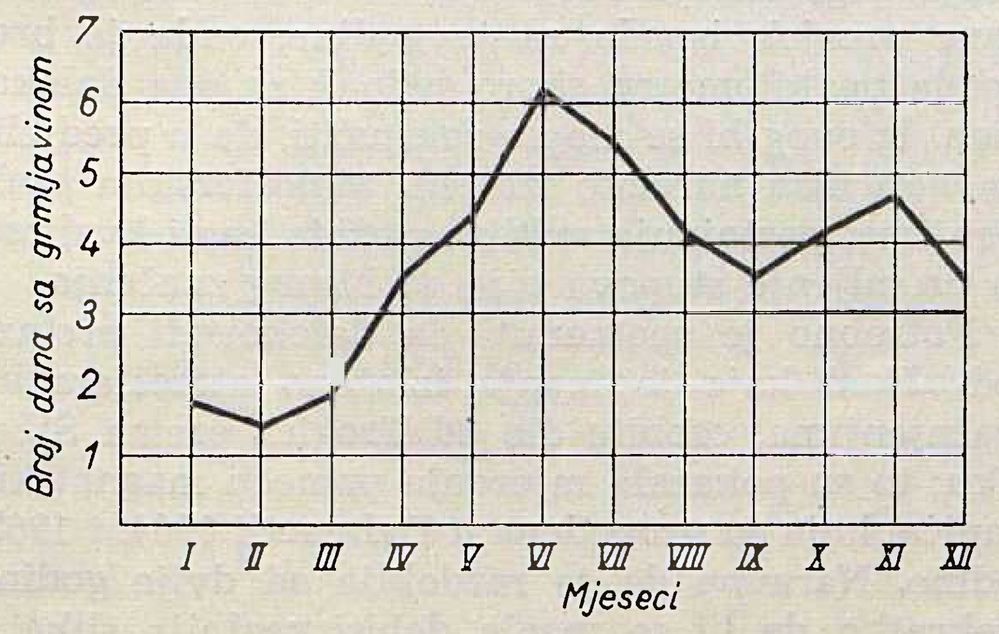
kao posljedica prevelikog otklona izolatorskih lanaca prouzrokovanih jakim vjetrom. Ubuduće će se nastojati kod svih ispada zabilježiti vremenske prilike u tom času. Na taj način će se barem znati da li je ispad prouzrokovan od munje ili od jakog vjetra.

U niže navedenoj tablici dan je specifičan broj ispada, tj. broj prosječnih godišnjih ispada za 100 km dalekovoda i to za sva tri promatrana napona:

Napon	Specifičan broj ispada
30 kV	80,3
110 kV	28,0
220 kV	13,7

Primjećuje se zavisnost ispada od napona mreže, tako da je otprilike broj ispada toliko veći koliko je puta napon manji, i obratno.

U dijagramu broj 1 prikazani su mjesečni prosječni ispadi ukupno za sve vodove. U ovom slučaju, jer se radi o usporedbi, uzeli smo kao podlogu srednji broj ispada svih triju grupa napona.

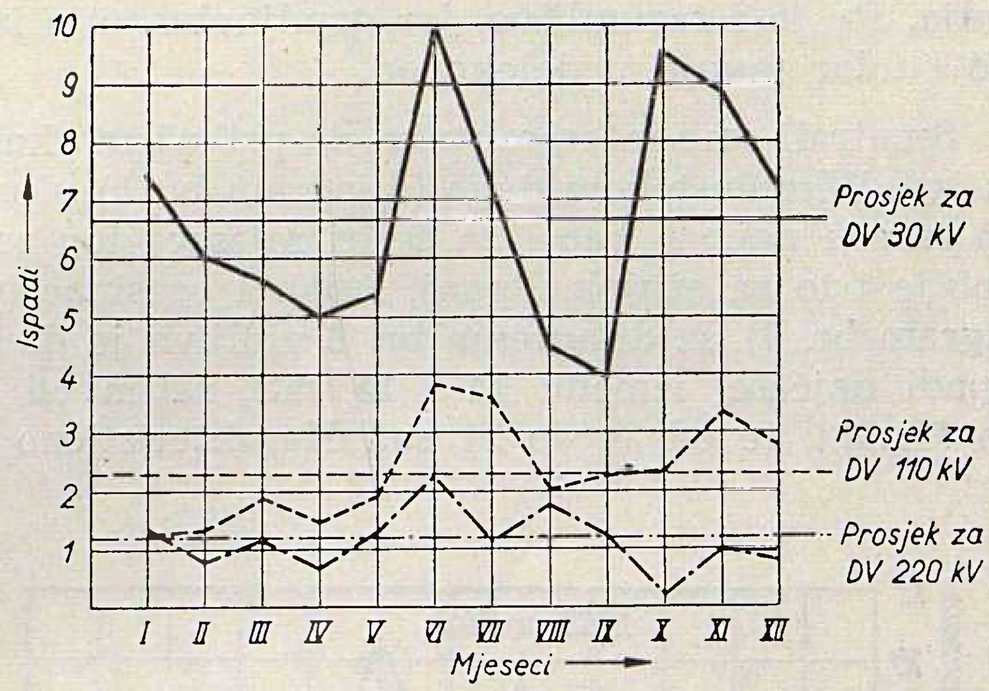


Sl. 2. Mjesečni prosječni broj dana s grmljavinom

Dijagram nam pokazuje da su ispadi najčešći početkom ljeta (VI mjesec) i kasno u jesen (XI mjesec).

Za promatrano područje, od hidrometeorološke službe Zagreb, pribavljeni su podaci grmljavinskih dana, tj. o broju dana u mjesecu kada se na mjestu promatranja grmljavina čula barem jedanput. Kako su podaci dobiveni od desetak stanica, koje se nalaze na spomenutom području, to su u dijagrame unesene srednje vrijednosti, bilo ukupne za čitavo razdoblje, bilo za pojedine godine tog razdoblja.

U dijagramu broj 2 prikazan je srednji broj dana s grmljavinom na području kojim prolaze dalekovodi i to za razdoblje od 1957. do 1965. godine. Najviše dana s grmljavinom zapaža se u mjesecu lipnju, zatim dolazi do izvjesnog smirenja do rujna, tada broj grmljavinskih dana opet raste da bi drugi maksimum dostigao u studenom. Maksimum u dijagramu ispada podudara se potpuno sa maksimumom broja dana sa grmljavinom za mjesec lipanj, međutim, to nije slučaj i za studeni. Naime, u to doba godine već se javljaju jaki vjetrovi pa uzrok ispadima više ne moraju biti samo atmosferska pražnjenja, nego i jaki vjetrovi koji otklanjaju izolatorske lance, ili ostale smetnje prouzrokovane jakim vjetrovima.

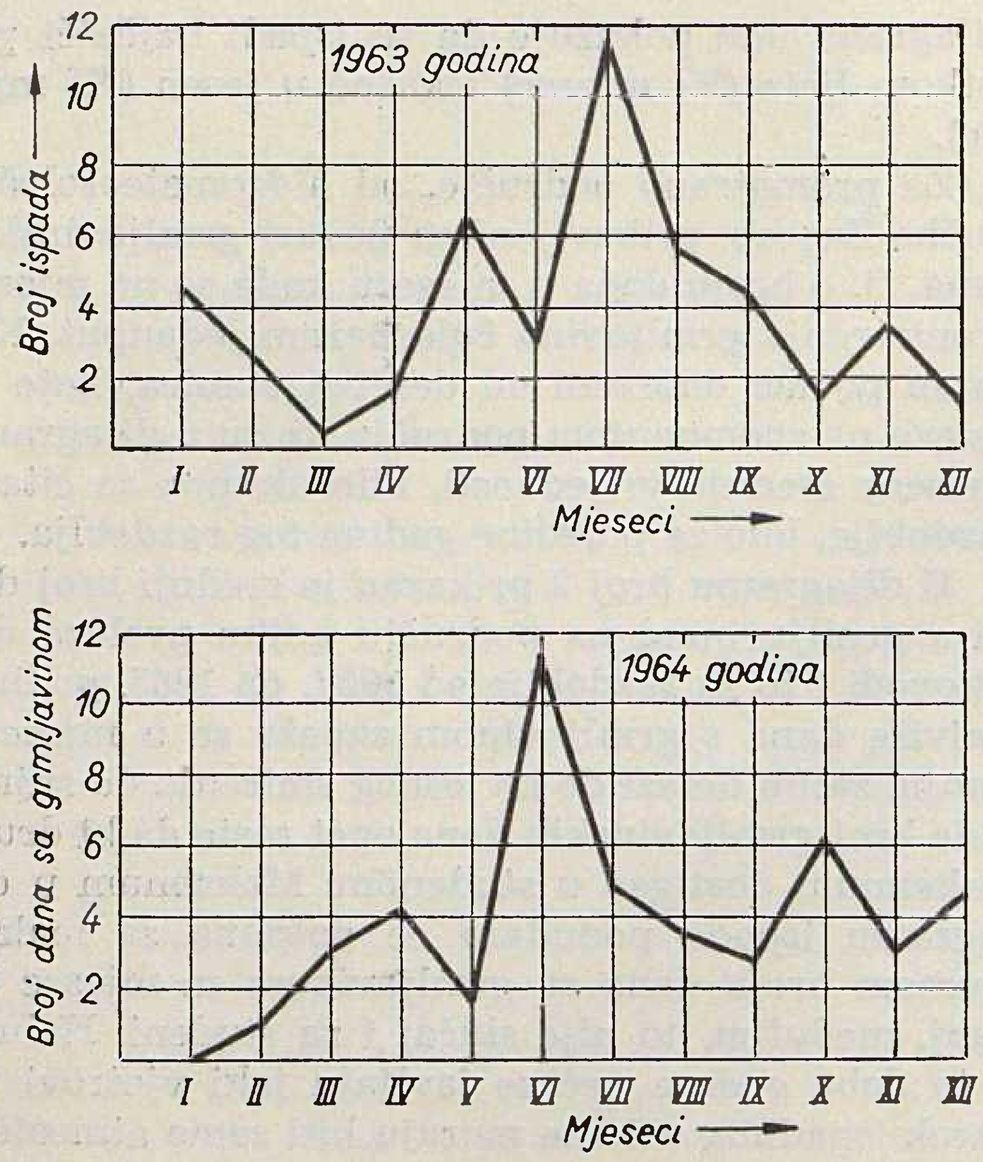


Sl. 3. Mjesečni prosječni ispadi za 100 km dalekovoda za različite napone

Ako mjesto ukupnih ispada, uzmemo ispade za 100 km dalekovoda za svaki napon posebno, onda dobivamo dijagrame br. 3. Kako se je moglo i očekivati opet je lipanj najnepovoljniji mjesec. Izvjesna sličnost postoji između krivulja za napon 30 i 110 kV, dok se krivulja za napon 220 kV nešto razlikuje. Ova odstupanja nastala su, vjerojatno, zbog toga što je za 220 kV-tne dalekovode promatrano razdoblje kraće.

Iz dijagrama se može lako doći do zaključka da su dalekovodi višeg napona sigurniji od onih nižeg napona. Pogonska iskustva to i potvrđuju, ukoliko se tiče atmosferskih pražnjenja.

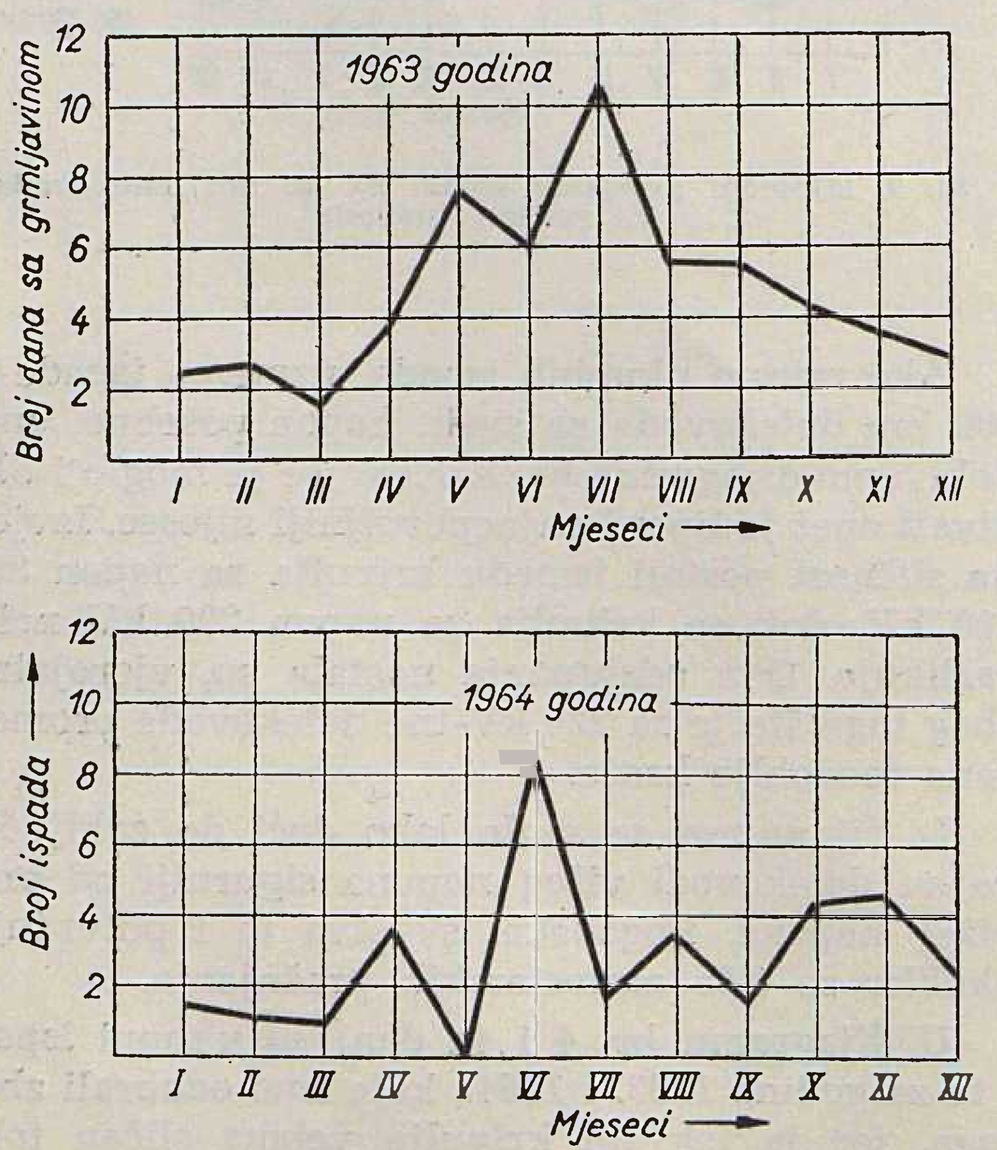
U dijagramu br. 4 i 4a dani su ukupni ispadi i to za godine 1963. i 1964., koje smo odabrali zbog toga, jer je tok tih krivulja veoma sličan toku krivulja prikazanih na dijagramu br. 5 i 5a. Na-



Sl. 4. Ispadi u 1963. i u 1964.

ravno, ima godina gdje nema sličnosti u toku krivulja, što je i razumljivo, jer grmljavina nije isto što i udar munje u dalekovod.

Smatrali smo interesantnim da prikažemo kako se ispadi kreću tokom dana (dijagram br. 6) ukupno za sve napone kao i za četiri mjeseca tog razdoblja i to za ožujak, lipanj, rujan i prosinac (dijagram br. 7). Iz dijagrama br. 6 vidljivo je da su ispadi najčešći između 14 i 15 sati, zatim od 10 do 11 sati, te od 20 do 21 sat. Karakteristično je



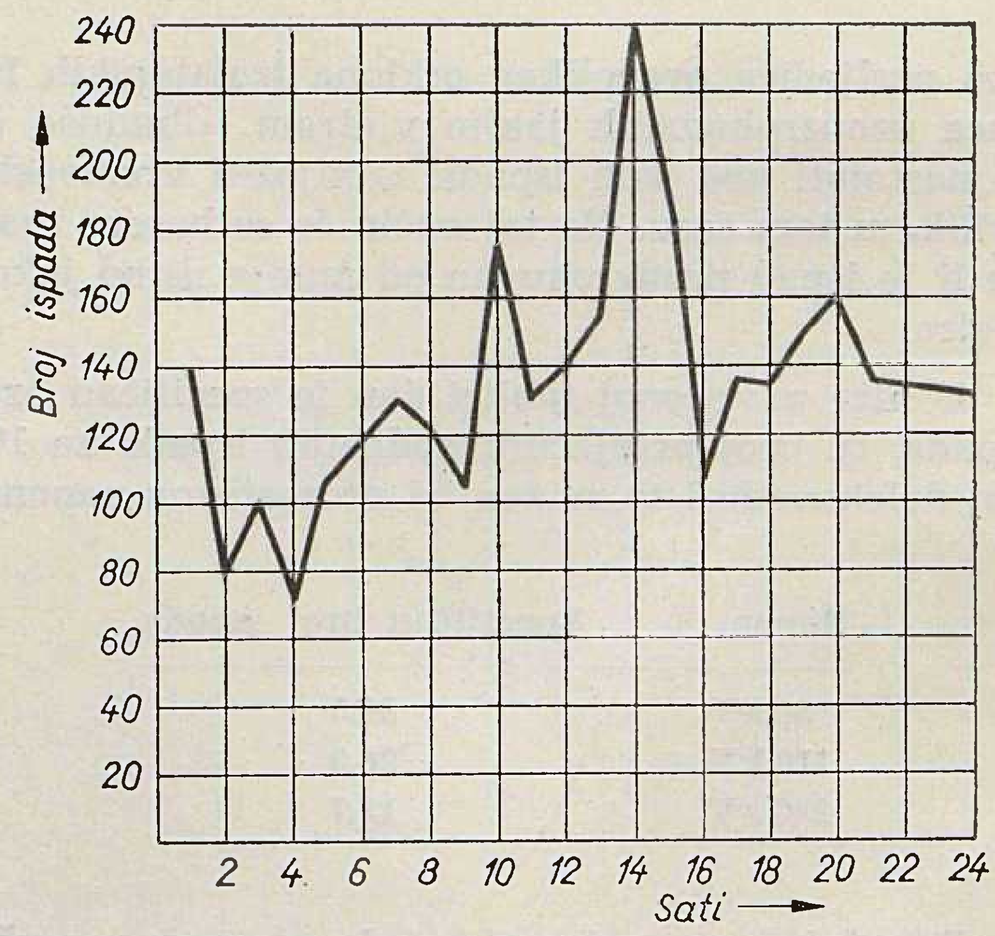
Sl. 5. Broj dana s grmljavinom u 1963. i u 1964.

da ovi ispadi padaju u vrijeme kada je mreža najviše opterećena pa se može zaključiti da su česti ispadi prouzrokovani preopterećenjem.

Od dijagrama br. 7 ističe se dijagram za mjesec lipanj sa maksimumom između 14 i 15 sati, što se može dovesti u vezu s atmosferskim pražnjenjima. Naime, kako je poznato u mjesecu lipnju su oluje u to doba dana najčešće. Za ostala tri mjeseca maksimum nije naročito izražen jer su to (u pogledu oluja) mirniji mjeseci, a ukoliko se i pojave, one nemaju lokalni karakter, nego su ovisne o općim vremenskim prilikama, tako da te pojave u to doba godine nisu vezane na određeno vrijeme.

Osvrnut ćemo se još na ispade dvaju 110 kV-tnih dalekovoda koji idu više manje paralelno od HE Kraljevac preko Splita do Šibenika, pa su izloženi istim atmosferskim prilikama.

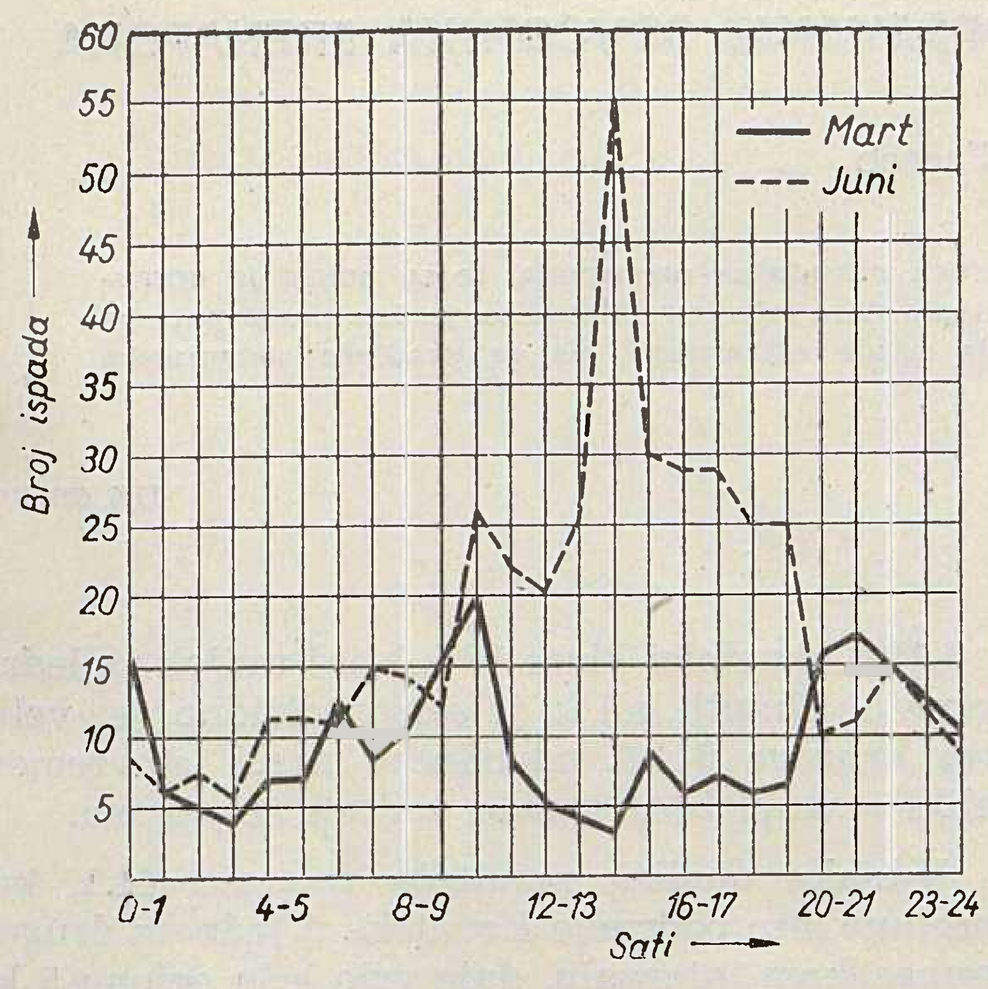
Potrebno je napomenuti da jedan dalekovod ima zaštitno uže i sve stupove uzemljene, dok drugi ima djelomično zaštitno uže i djelomično

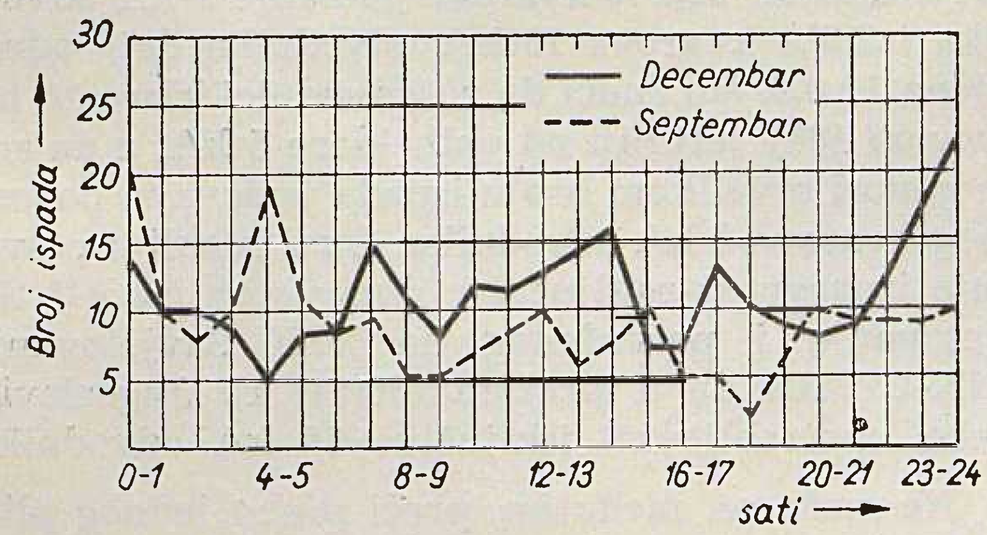


Sl. 6. Ukupni ispadi za različito doba dana za dalekovode 30, 110 i 220 kV

uzemljenje stupova. U dijagramu br. 8 prikazani su za oba dalekovoda ispadi po kilometru za pojedine godine. Ako usporedimo oba dijagrama, može se reći da im je tok dosta sličan osim jačeg odstupanja u godinama 1963. i 1965. Međutim, ako se uzme prosjek ispada za te godine, onda je broj ispada po kilometru skoro jednak za oba dalekovoda. Iz ovog bi se moglo zaključiti, da u predjelima koji nisu naročito izloženi atmosferskim pražnjenjima, postojanje zaštitnog užeta kao i kvalitetno uzemljenje stupova nije od bitnog značenja.

Potrebno je spomenuti da dalekovodi prolaze područjem koje je manje izloženo atmosferskim pražnjenjima, osobito dio od Trogira prema Šibeniku; to su pokazala mjerenja pomoću magnetskih štapića, koja su provedena u Dalmaciji 1964. i 1965. godine. Naravno da je razdoblje od dvije godine prekratko da bi se mogla dobiti realnija slika o veličini struje na tom području.

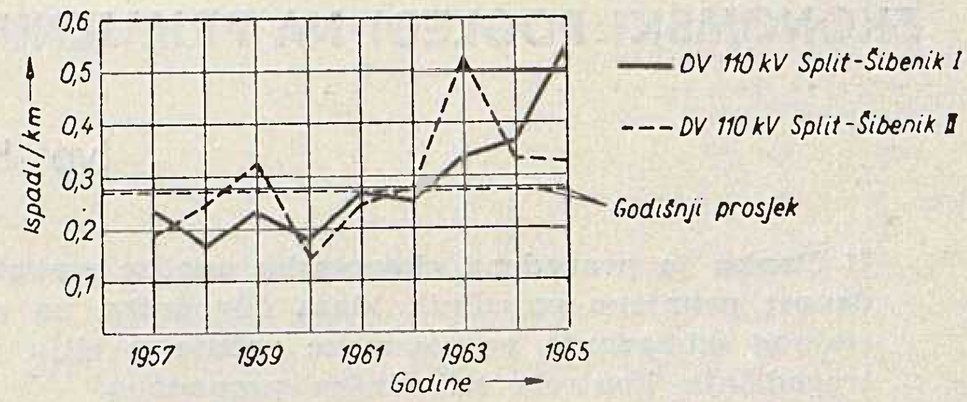




Sl. 7. Ukupni ispadi za mjesece ožujak i lipanj te rujan i prosinac u razno doba dana za dalekovode 30, 110 i 220 kV

Zaključak

Iz pribavljenih podataka na temelju kojih su nacrtani dijagrami u ovom referatu, mogu se izvesti slijedeći zaključci:



Sl. 8. Ispadi po km dvaju paralelnih dalekovoda

1. Uzroci prolaznih smetnji u velikoj većini su atmosferska pražnjenja što se podudara i s iskustvima stečenim u inozemstvu.
2. Posebno je potrebno voditi računa prilikom projektiranja o razmacima vodiča i zaštitnog užeta kod dalekovoda koji se nalaze u području jakih vjetrova.
3. Broj specifičnih ispada dosta je velik i izgleda da je znatno iznad evropskog prosjeka, međutim, slika bi se izmijenila kada bi se razmotrili i dalekovodi u ostalim našim krajevima, koji se nalaze u povoljnijim atmosferskim i terenskim prilikama.
4. Na području Dalmacije trebalo bi izbjegavati remonte na dalekovodima u mjesecu lipnju.
5. Montaža zaštitnih užeta opravdana je na područjima s učestalim olujama. Na temelju izokerauničkih karata mogla bi se odrediti područja na kojima bi se izgradili dalekovodi bez zaštitnih užeta i s manjim ulaganjem novčanih sredstava za izvedbu uzemljenja stupova.
6. Potrebno je nastojati da se svaki slučaj smetnje ili kvara na dalekovodu razjasni, jer će tek tada statistika biti vrijedna, međutim, idealno stanje u tom pogledu teško je postići.

Naslovi pisaca: Ranko Škarica, dipl. ing., Zagreb — Zvonko Benzon, dipl. ing., Split

Analize podataka

statistike i mjerenja atmosferskih pražnjenja obavlja za Vas

INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

EKONOMSKI POGLEDI NA PRIMJENU I ODRŽAVANJE ODVODNIKA PRENAPONA

Ivo Hrs, Zagreb

U članku je provedena ekonomska analiza statistike kvarova odvodnika prenapona, te se pokazuje opravdanost primjene pojedinih klasa odvodnika na raznim naponskim nivoima. Naročito je istaknuta potreba stalnog održavanja prenaponske zaštite u cilju povećanja njene efikasnosti, pa se predlaže sistematska trogodišnja kontrola odvodnika prenapona.

DK 621.316.98

Na osmom savjetovanju JNK — CIGRE iznesena su dva referata (ref. br. 41.1 i 41.18) koji su obradili ponašanje odvodnika prenapona u mreži. Jedan je od tih referata obuhvatio područje Hrvatske* a drugi područje Slovenije.

Kao daljnji doprinos obradi problema odvodnika prenapona, pisac ovog članka analizirao je, neovisno o referatu 41.1, ponašanje prenaponske zaštite u Hrvatskoj. Analiza je provedena na jednom užem području nego što je to učinjeno u prije spomenutom referatu. Rezultati ove analize već su djelomično prikazani u članku istog autora u ovom časopisu**, no ovdje je problem prvenstveno osvijetljen s ekonomskog stanovišta.

O odvodnicima i njihovim kvarovima u 110 kV mreži nema potrebe govoriti, broj kvarova odvodnika prenapona i štićene opreme je na tom naponskom nivou neznatan, ako se izuzmu iz razmatranja mehaničke pogreške pucanja porculana, koje su sada, prema podacima dobivenim od proizvođača, otklonjene u proizvodnji. Mnogo je interesantnije razmotriti prenaponski znatno ugroženije mreže reda 30 i 10 kV.

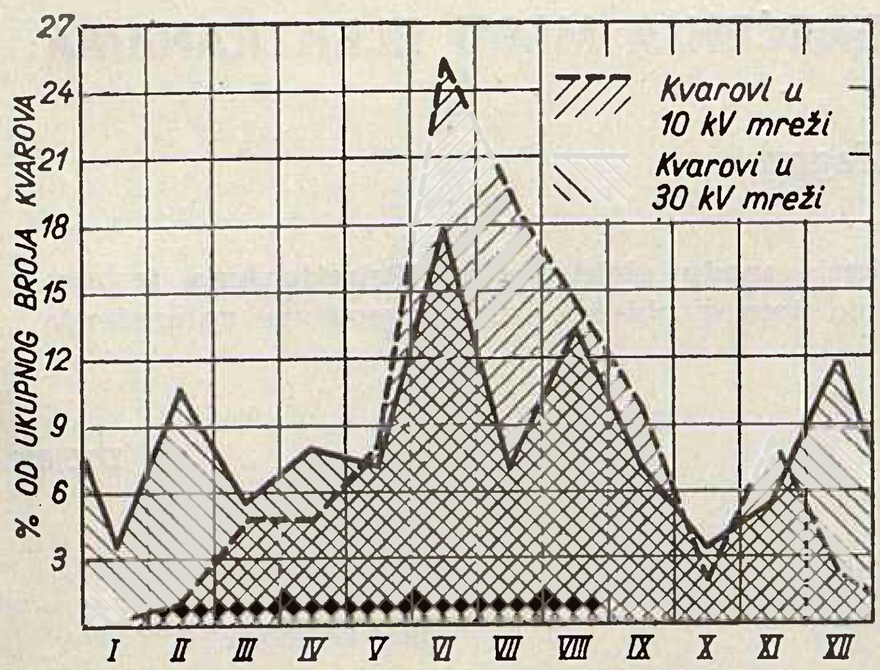
Nadalje će biti govora samo o odvodnicima domaće proizvodnje, budući da je i tako uglavnom na njih orijentirana domaća potrošnja.

U mreži naponskog nivoa 30, odnosno 35 kV Hrvatske ugrađivani su odvodnici nazivne struje (klase) 5 kA i 10 kA. Odnos cijena tih dviju klasa odvodnika u trgovini je 1 : 2,3. Promatranjem kroz razdoblje od pet godina, broja postavljenih odvodnika obih klasa i broja kvarova na njima, izračunano je da se prosječno godišnje kvari na 100 postavljenih 5 kA odvodnika, 12,7 komada, dakle svaki osmi, a na 100 postavljenih 10 kA odvodnika 3,27 komada, dakle svaki 31. Pretpostavi li se sada vijek trajanja odvodnika 10 godina, to je za to razdoblje umjesto 100 odvodnika klase 5 kA potrebno nabaviti 227 odvodnika, a umjesto 100 odvodnika 10 kA 133 odvodnika. Zbog toga se početni omjer cijena od 1 : 2,3 mijenja u omjer 1 : 1,36 tj. odvodnici klase 10 kA su samo 36% skuplji. Osim toga, polovina svih kvarova odvodnika klase 10 kA nastala je zbog mehaničkih kvarova (pucanje porculana kod prirubnice kao i u 110 kV mreži), pa ako se odbace mehanički kvarovi s jednakim obrazloženjem kao u 110 kV mreži, odnos cijena je još povoljniji za 10 kA odvodnik tj. 1 : 1,18. Odvodnici klase 10 kA još uvijek izgledaju neznatno skuplji, ali to je samo prividno, jer veliki broj kvarova 5 kA odvodnika znači istovremeno veliki i skupi broj ispada vodova iz pogona.

Jednaka analiza rezultata referata 41.1, koji obrađuje šire područje Hrvatske u jednom drugom vremenskom intervalu, daje vrlo lošu ocjenu 5 kA odvodnicima. 23,5% kvarova godišnje 5 kA odvodnika i 2,9% kvarova 10 kA odvodnika daje odnos cijena 1 : 0,9, što znači da su odvodnici klase 10 kA stvarno 10% jeftiniji od onih klase 5 kA, a da se i ne govori o velikom broju ispada vodova iz pogona zbog kvarova 5 kA odvodnika. Ovaj rezultat potvrđuje ispravnost zaključaka, donesenog na VII Savjetovanju i potvrđenog na VIII Savjetovanju JNK-CIGRE, da u mrežama 30(35) kV Jugoslavije treba upotrebljavati isključivo 10 kA odvodnike.

Ne može se, međutim, preći preko jednog pitanja koje nameću ovi rezultati: zašto se u tolikom broju kvare odvodnici klase 5 kA? Teško je vjerovati da su tome isključivo krive ogromne struje groma. Podaci o mjerenjima struja kroz odvodnike s pomoću magnetskih štapića, koja je vršio beogradski Institut »N. Tesla« na području Bosne, Srbije i Dalmacije tvrde suprotno. Od 355 mjernih rezultata u odvodnicima 35 kV je zabilježeno samo 19 struja ili 5,5% iznad 5 kA, ali niti jedna iznad 10 kA. Mnogo je vjerojatnije da su unutarnji prenaponi uzrok stradavanja 5 kA odvodnika, jer je promatrana mreža izolirana, pa su oni znatnog iznosa, a odvodnici klase 5 kA imaju osim toga niži izmjenični napon reagiranja od onih klase 10 kA. Problem se pooštruje i zbog toga što se s vremenom napon reagiranja smanjuje zbog nagaranja i topljenja iskrišta. (Poznato je da odvodnik ne može propustiti veliku energiju koja kroz njega prolazi prilikom reagiranja uslijed redovito dugotrajnih prenapona, pa se zbog toga rasprsne). Često se u distributivnim mrežama može vidjeti slijedeći karakterističan slučaj: kad grom udari u jednu fazu, uzrokuje proboj izolatorskog lanca i time zemljospoj, a nakon toga eksplodiraju 5 kA odvodnici u druge dvije faze, vrlo vjerojatno zbog reagiranja na povišeni napon u tim fazama. Nastaju i apsurdne situacije, odvodnici se ograđuju specijalnim mrežama, kako prilikom eksplozije ne bi oštetili ostale uređaje. Dakle zaštita od zaštitnog aparata! Frekvencija kvarova po mjesecima, prikazana na slici, pokazuje priličnu ravnomjernost kvarenja odvodnika u mreži 35 kV tokom go-

* Članak štampan u *ENERGIJI* br. 7—8/1965.
** Vidi *ENERGIJA* br. 3—4, 1964.



Sl. 1. Kvarovi na odvodnicima prenapona tokom godine

dine, što je još jedan dokaz o velikom udjelu unutarnjih prenapona u uzrocima kvarenja odvodnika.

Ipak se može vjerovati da će odvodnici klase 5 kA ponovno naći svoje mjesto u mreži 30(35) kV kad se u toj mreži riješi problem uzemljenja zvjezdišta i unutarnji prenaponi svedu na niži nivo. Osim toga, proizvođač odvodnika je dao uvjeravanja o skoroj proizvodnji mnogo kvalitetnijih odvodnika klase 5 kA (po licenci »Sprecher-Schuh«).

U uskoj vezi s kvarovima je još jedan problem odvodničke zaštite, problem održavanja. U nas se odvodnik prenapona proglašava pokvarenim tek kada se rasprsne ili izazove trajni zemljospoj. Preostali, tako zvani ispravni odvodnici, vrlo se rijetko i nesistematski ispituju, pogotovo to vrijedi za distribuciju. U distributivnim postrojenjima mogu se vidjeti montirani odvodnici koji tako stoje već čak 30 godina, a da nikada nisu provjeravana njihova zaštitna svojstva. Kakvu zaštitu pruža opremi takav odvodnik? Istina je da propisi nisu sasvim jasni. Oni traže kontrolu odvodnika iza jačih atmosferskih pražnjenja, a najmanje jednom godišnje. No to bi značilo ispitivati odvodnike 30 . . . 40 puta godišnje, s obzirom na broj grmljavinskih dana. To nema smisla, a čak i jednom godišnje je pretjeran zahtjev. Realno je usvojiti razuman rok od tri godine unutar kojeg je potrebno barem jednom kontrolirati izmjenični i udarni napon reagiranja odvodnika.[1]

Konačno preostaje analiza ponašanja odvodnika u mreži 10 kV. U Sloveniji je broj kvarova odvodnika na tom naponskom nivou za naše prilike sasvim malen, 1,3% godišnje, u sjevernoj Hrvatskoj on iznosi oko 3%, dok u Istri iznosi i do 8% godišnje (nema podataka o ostalim područjima). Situacija je znatno povoljnija nego u mrežama reda 30 kV, iako su u velikoj većini u upotrebi odvodnici klase 5 kA. Zbog toga na tom naponskom nivou nije ekonomski opravdana primjena odvodnika klase 10 kA (osim za zaštitu izuzetno važnih postrojenja), jer su oni čak 3,8 puta skuplji od odgovarajućih 5 kA odvodnika, pa jedan takav odvodnički slog klase 10 kA (3 odvodnika) stoji gotovo 6000 NDin. No toliko već stoji transformator 10/0,4 kV male snage, koji bi s njima trebalo štititi. Interesantno je da je raspodjela kvarova tokom godine ovdje sasvim drukčija, velika većina kvarova grupirana je u ljetnim mjesecima, pa se može tvrditi da u 10 kV mreži najveći udio u ukupnim kvarovima imaju atmosferski prenaponi. Tvrdnju opet mogu potkrijepiti podaci o mjerenjima Instituta »N. Tesla«. Zabilježeno je čak 14,5% struja iznad 5 kA, a od toga 5% iznad 10 kA u odvodnicima tog naponskog nivoa.

Institut za elektroprivredu u Zagrebu odnedavna vodi opsežnu akciju u smislu saniranja i povećavanja efikasnosti prenaponske zaštite; očekivati je da će u tome naći podršku i suradnju u elektroprivredi, a napose u distribuciji, gdje je ta zaštita prilično zapuštena.

Naslov pisca: Ivo Hrs, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

[1] Primljeno u zaključke VIII savjetovanja JNK-CIGRE.

Ispitujte redovite

ODVODNIKE PRENAPONA

u visokonaponskom laboratoriju Instituta za elektroprivredu u Zagrebu

ili na terenu u prevoznom ispitnom uređaju

koji će izraditi za Vas

INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

PRAKTIČNA PROVEDBA RASPODJELE OPTEREĆENJA MEĐU ELEKTRANAMA

Milan Šodan, Zagreb

U članku se iznose praktične mogućnosti raspodjele opterećenja među elektranama. Primijenjena je metoda diferencijalnih potrošaka. Prikazani su rezultati rada na tom problemu kod raspodjele opterećenja među elektranama Hrvatske.

DK 621.311.004

Kao osnova za raspodjelu opterećenja među elektranama služe osnovne energetske karakteristike agregata, odnosno kombinacija agregata u jednoj elektrani. To su karakteristike koje daju ovisnost između dovedene i korisne energije, odnosno snage. Potrebno je da se te karakteristike odnose na prag elektrane.

Bilo bi poželjno da se one definiraju na pragu prijenosa, ali to najčešće nije moguće radi neodređenosti smjera i obima prijenosa. Međutim, moguće je da se u znatnom broju slučajeva utvrde približna rješenja.

Mada je određivanje osnovne energetske karakteristike na jednom postrojenju potpuno jasno definirano ipak se u praksi pojavljuju problemi. Potrebno je, prilikom snimanja kod hidroelektrana, voditi računa o padu. Kod elektrana sa dužom derivacijom bit će potrebna znatna pažnja da se cijeli hidraulički i električni sistem smiri kroz duži period prije snimanja. Kod termoelektrana trebat će obratiti dovoljnu pažnju uzimanju u obzir vlastitog potroška. Svi ovi problemi, pa i drugi, koji su specifični za pojedino postrojenje mogu se uspješno riješiti, ako im se pokloni odgovarajuća pažnja. Pokazalo se da se u praksi to ne čini u dovoljnoj mjeri.

Kad se zna opterećenje i agregati koji ga moraju podmiriti nema nikakvih poteškoća da se nađe najoptimalnija raspodjela opterećenja (uz pretpostavku da su karakteristike agregata poznate). Iz minimuma dovedene energije slijedi da je najpovoljnija raspodjela opterećenja onda postignuta, ako su tangente u radnim točkama na pojedinim karakteristikama paralelne, odnosno da je derivacija dovedene energije po korisnoj energiji za svaki agregat jednaka ili, kraće, da su diferencijalni potrošci svih agregata u pogonu jednaki.

Međutim, najčešće je moguće da se jedno zadano opterećenje podmiri sa više kombinacija raspoloživih agregata. To naročito vrijedi za period manjih ili srednjih opterećenja. Treba za svaki slučaj opterećenja pronaći takvu kombinaciju agregata kod koje će dovedena energija biti minimalna. Broj mogućih kombinacija vrlo brzo raste sa brojem agregata, odnosno elektrana. Naročito se povećava broj kombinacija ako nisu jednaki agregati u pojedinoj elektrani. Tako, npr., za elektrane sa tri agregata:

Broj elektrana	Broj kombinacija	
	s jednakim agregatima	s nejednakim agregatima
1	3	7
2	15	63
3	63	511
5	1035	24.192
10	1,060.879	524,312.575

Već iznad 5 elektrana broj kombinacija postaje nesavladiv običnim sredstvima računanja, pa dolazi u obzir upotreba računskih strojeva.

U stvarnom pogonu sve moguće kombinacije nisu ostvarive, npr. zbog remonta ili kvara, kod hidroelektrana i zbog protočnog rada. Zbog toga neće se uvijek moći uzeti najpovoljnija kombinacija, već jedna od slijedećih povoljnih kombinacija, odnosno najpovoljnija od ostvarivih kombinacija u datom momentu.

Međutim, ponekad će to značiti da će se pojedini agregati dosta često stavljati u pogon i van pogona, što osim nepraktičnosti sadrži i gubitke, naročito kod termoelektrana. Stoga će kod biranja najpovoljnije kombinacije trebati da se vodi računa o ulaženju i izlaženju iz pogona pojedinih agregata.

Još jedan problem se pojavljuje koji je vezan uz raspoloživost vode u hidroelektranama. Ako se radi o čisto protočnoj hidroelektrani, onda je proizvodnja te elektrane određena u svakom momentu. Ovakve hidroelektrane su malobrojne i obično svaka hidroelektrana ima izvjestan volumen akumulacije koji omogućava, bar djelomično, dnevne promjene opterećenja. Ovakve hidroelektrane mogu da koriste vodu različito od dotoka, ali u jednom vremenskom periodu, npr. danu, moraju da prerade količinu vode jednaku onoj koja je dotekla. Kod hidroelektrana u velikim akumulacijama imamo sličnu situaciju, jer je potrošnja vode određena dugoročnijim planom pražnjenja i punjenja bazena.

Ako se, dakle, uvijek odabire najpovoljnija kombinacija agregata, na kraju dana će se pokazati da su hidroelektrane sa relativno malom raspoloživom količinom vode potrošile previše, a one sa relativno velikom raspoloživom količinom vode, premalo vode. To se može korigirati, ili svrsishodnijim biranjem kombinacija, ili pak da se favorizira proizvodnja ove ili one elektrane spuštanjem njene karakteristike, ili pak kombinacijom obadva

načina. Birajući kombinacije, istovremeno se vodi računa i o zaustavljanju i stavljanju u pogon agregata.

Iz prethodnog slijedi da je osnovni problem u broju kombinacija. Ima jedna mogućnost, tj. da se za svaku elektranu uzme jedna srednja karakteristika i da se na taj način dobije raspodjela na pojedine elektrane. Naknadno bi se onda za svaku elektranu mogla naći najpovoljnija njena kombinacija. Upotreba srednjih karakteristika se može prihvatiti ako se radi o prethodnim analizama. U stvarnom svakodnevnom pogonu upotreba srednjih karakteristika znači približnost sličnu onoj kad se karakteristika zamjenjuje pravcima, ili onoj kad se jednostavno teži da agregati rade sa optimalnim stepenom djelovanja. Na taj način smo sigurni da ne pravimo grubu grešku i da nismo jako daleko od općeg optimuma. Međutim, to se u većini slučajeva može postići samim iskustvom i intuicijom uhodane dispečerske službe. Osnovni cilj, ipak mora da bude da smo dosta blizu općem optimumu, a da se ne zadovoljimo time da nismo jako daleko od njega.

U tu svrhu moguće je da se postupi na slijedeći način:

1. Manje hidroelektrane (»manje« je relativan pojam) možemo isključiti iz kombinacija. Njihovo opterećenje utvrđujemo, prethodno, na temelju energetskih prilika u sistemu, raspoložive količine vode i veličine akumulacije. Naravno da orijentaciju daju karakteristike agregata u dotičnoj elektrani. Može se postići da sva voda bude prerađena skoro sa maksimalnim stepenom djelovanja.
2. Manje termoelektrane, ili bolje reći termoelektrane sa visokim dodatnim troškovima, također se ispuštaju iz kombinacija. Budući da se radi o termoelektranama sa skupim gorivom, u prvi mah bi se zaključilo da njima treba pokloniti naročitu pažnju. Tako u stvari i jeste, jer će one biti u pogonu samo onda kad se potražnja ne može zadovoljiti iz ostalih elektrana. Drugim riječima, takove termoelektrane će biti u pogonu relativno kratko vrijeme u toku godine, i onda kad su u pogonu, njihov opseg proizvodnje gotovo da je unaprijed jednoznačno utvrđen. Naime, to su sušni periodi, kad, uglavnom, nedostaje energije pa je dijagram opterećenja ovakovih termoelektrana dobro poznat. Naravno da je u tom periodu isto tako predodređen dijagram opterećenja i ostalih termoelektrana.
3. Toplane, uglavnom, rade u ovisnosti od toplinskih potrošača pa se i njih može ispustiti iz kombinacija.

Na ovaj način može se broj kombinacija u manjim i srednjim sistemima znatno smanjiti, čak toliko da se uobičajenim računskim sredstvima može savladati.

Po gore opisanom principu razmatrana je raspodjela opterećenja elektrana u Hrvatskoj sa stanjem u godini 1965.

Kao prvo bilo je potrebno da se srede osnovne energetske karakteristike pojedinih agregata i elektrana. Kod hidroelektrana naišlo se na dosta nelogičnosti kod onih karakteristika koje su utvrđene posebnim mjerenjima. Za druge su dobivene karakteristike prema projektnim podacima. Za sve elektrane izrađene su karakteristike diferencijalnih potrošaka i tzv. pogonski štapovi. Na slici 1 prikazani su pogonski štapovi svih elektrana, odnosno svih kombinacija u svakoj pojedinoj elektrani.

Iznimka je učinjena kod TE Jertovec jer ona ima 3 agregata, od toga dva jednaka, i 4 kotla sa parnim sabirnicama i to dva i dva kotla jednaka. Broj mogućih kombinacija u samoj elektrani, praktički, se kreće oko 15, pa bi raspodjela unutar elektrane, logično, potpala pod djelokrug pogonskog osoblja, a ne dispečerske službe. Zbog toga je za ovu elektranu prihvaćena srednja karakteristika.

S druge strane kod HE Peruća, gdje pad osjetno oscilira po sezonama, izrađeni su pogonski štapovi (a i ostale karakteristike) za 5 raznih vrijednosti pada.

Pogonski štapovi su crtani u logaritamskom mjerilu, kod hidroelektrana su preračunati u kalorije i reducirani na minimalni specifični potrošak najekonomičnije termoelektrane.

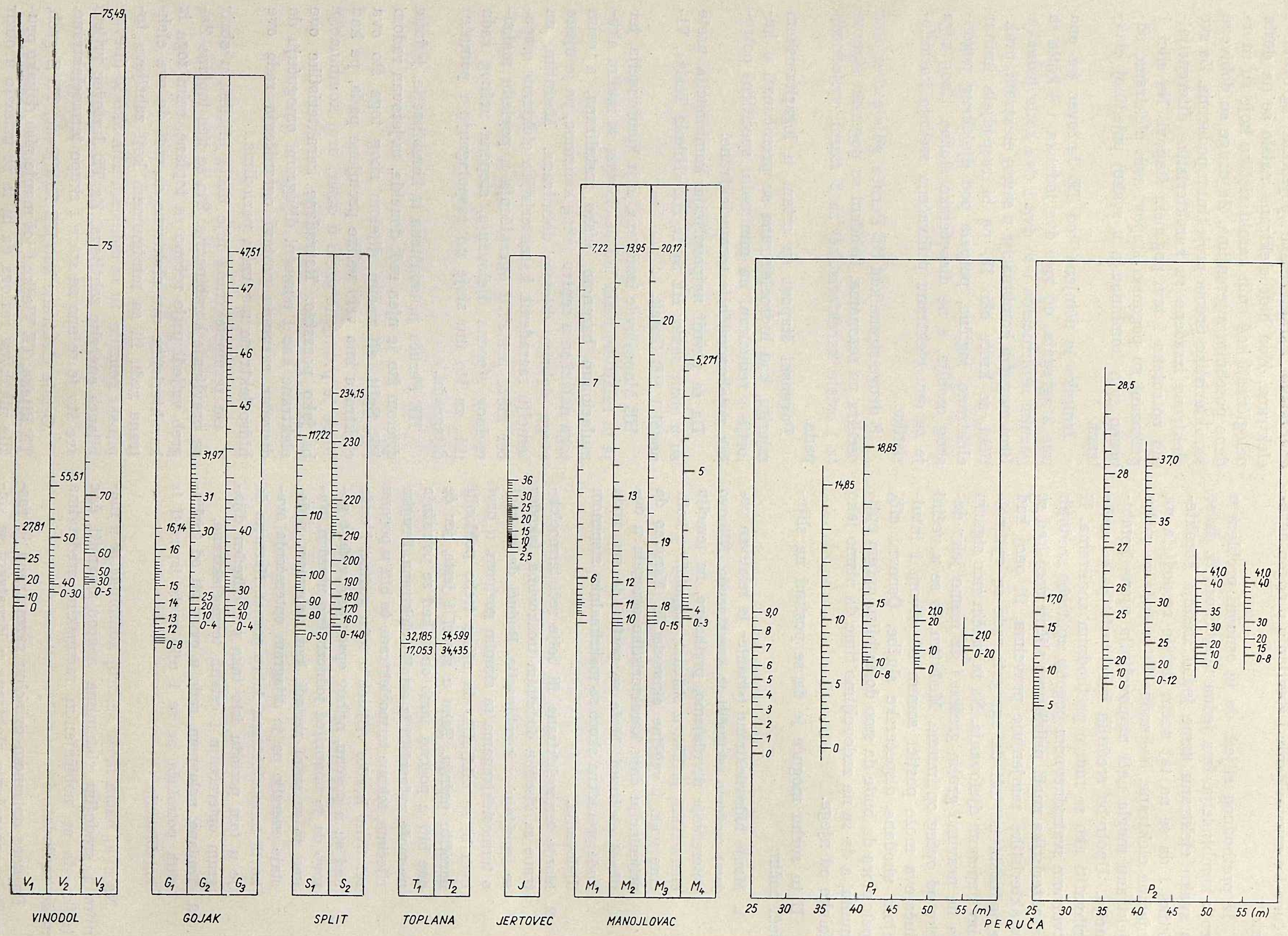
Da se utvrdi najpovoljnija kombinacija uzete su u obzir samo: HE Split, HE »Nikola Tesla«, Vinodol i HE Gojak.

HE Manojlovac ispuštena je iz kombinacija, jer je to relativno mala hidroelektrana sa malim akumulacionim bazenom, nisko instalirana, a osim toga nalazi se u centru jakog konzuma, pa je njena uloga dobrim dijelom definirana. Međutim, na temelju razrađenih karakteristika elektrane dispečer može postaviti ograničenja u pogledu maksimalnog stepena djelovanja, stepena vršnog rada itd., za što mu stoje na raspolaganju i pomoćni dijagrami.

HE Peruća je ispuštena iz kombinacije, jednim dijelom što je njen rad, donekle, uvjetovan radom HE Split, ali većim dijelom zbog toga što ova elektrana ima vrlo velike promjene pada, pa kad bi se te promjene uzele u obzir, broj kombinacija bi jako porastao. Razrađane karakteristike ove elektrane kao i pomoćni dijagrami omogućuju da dispečer razumno postavi ograničenja rada ove hidroelektrane u raznim periodima.

Od termoelektrana nije uzeta nijedna u obzir za pravljenje kombinacija. Što se tiče toplane Zagreb vrijedi prije rečeno za toplane, osim toga iz karakteristike ove elektrane se vidi da ova elektrana radi, ili sa minimumom koji zahtijeva toplinski konzum, ili sa maksimumom ako to dnevna bilanca energije zahtijeva. Za TE Jertovec vrijedi sve što je rečeno za stare i skupe termoelektrane.

Ostale elektrane kao HE Kraljevac, TE Zagreb, TE Rijeka, TE Vlaška i još manje nisu dakako pružile nikakvog razloga da bi ih se uzimalo u obzir kod kombinacija.



Sl. 1. Pogonski štapovi elektrana u logaritamskom mjerilu

Na ovaj način broj kombinacija je smanjen od 10 000 na 47, a da se nije udaljilo osjetno od općeg optimuma. Za ovih 47 kombinacija izrađene su karakteristike i bilo je moguće uvijek utvrditi najpovoljniju kombinaciju.

Kod izrade konkretnih dispečerskih voznih redova predviđen je postupak približavanja, tj. da se za svako konkretno opterećenje uzima najpovoljnija kombinacija, a onda se vrši dotjerivanje biranjem manje povoljnih, ali još uvijek veoma povoljnih kombinacija, u smislu postizavanja što jednoličnijeg rada elektrana, odnosno što manjeg broja ulaženja i izlaženja iz pogona, kao i u smislu forsiranja hidroelektrana sa više raspoložive vode.

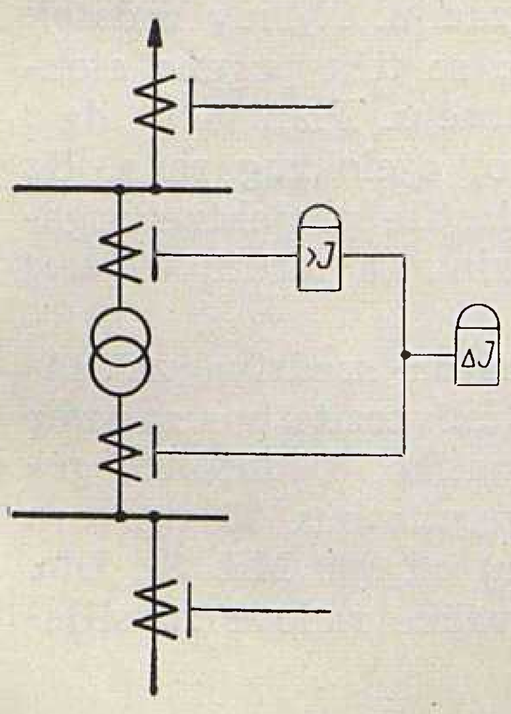
Na opisani način moguće je da se u trajanju od par sati, koliko vremena stoji na raspolaganju dispečerima, svakog dana izrade vozni redovi elektrana za idući dan, a da se pri tome ne udalji osjetno od općeg minimuma.

Naslov autora: Milan Šodan, dipl. ing., Elektrotehnički fakultet, Zagreb, Unska 17

NEPOUZDANA i NESELEKTIVNA ZAŠTITA?

KAKO SPRIJEČITI OŠTEĆENJA POSTROJENJA I ZASTOJE POGONA?

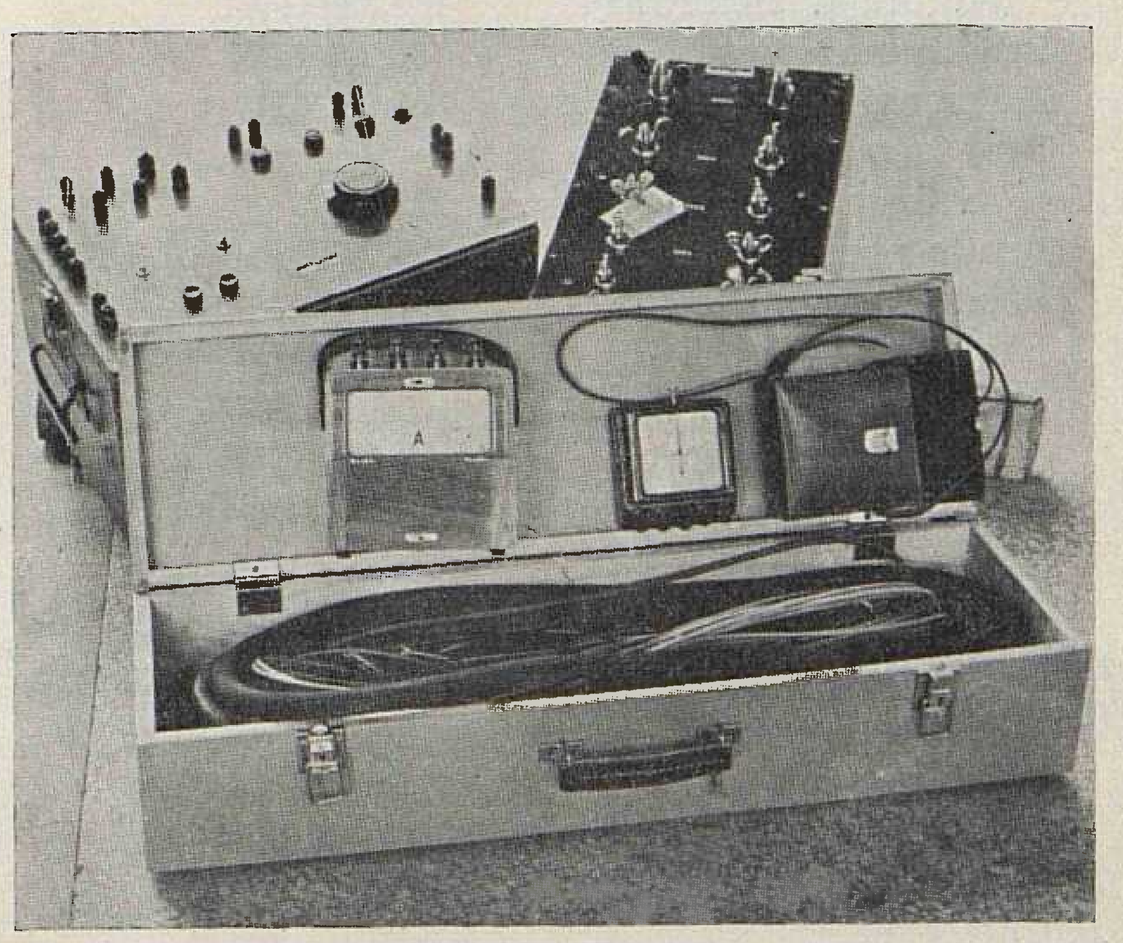
Redovito kontrolirajte Vašu relejnu zaštitu!



Uređajem IR - 2S moguće je ispitivati sve vrste prekostrujnih, naponskih i vremenskih releja.

Uređaj se priključuje na mrežu napona 220 V. Snaga uređaja iznosi 2 kVA.

Mjerni opsezi:
struja: 0—1000 A
napon: 0—300 V
vrijeme: 0,1 sek.



Uređaj za ispitivanje releja IR-2S, proizvod Instituta za elektroprivredu Zagreb

NAUČNO-ISTRAŽIVAČKI RAD U ELEKTROPRIVREDI ENGLESKE

Vefik Karabdić, Sarajevo

Naučno-istraživački rad u elektroprivredi Engleske provodi se u vlastitim istraživačkim centrima u kojima je zaposleno preko 1500 ljudi. Znatna novčana sredstva izdvajaju se za studije, većinom vezane za eksperimentalna ispitivanja. Članak daje prikaz organizacije kao i najvažnija područja istraživanja.

DK 001 : 621.31 (42)

Uvod

Elektroprivreda Engleske, čija je posljednja organizaciona forma utvrđena 1958. obuhvaća dvije posebne jedinice: Centralnu elektroprivredu kao najveću jedinicu, te elektroprivredu Škotske i Sjeverne Irske, kao izdvojene cjeline. Područje Centralne elektroprivrede je prikazano na sl. 1, odakle se vidi podjela na regionalna područja.

Proizvodnja i visokonaponski prijenos je u nadležnosti Centralne elektroprivredne uprave za proizvodnju (Central Electricity Generating Board-CEGB), a za politiku elektroprivrede kao cjeline nadležan je Savjet elektroprivrede (Electricity Council). Posebna je organizacija distribucije, koja se sastoji od 12 regionalnih područja.

Nekoliko podataka, koji se odnose na financijsku godinu 1965/66, će pokazati veličinu ove organizacije (podaci ne uključuju Škotsku ni Sjevernu Irsku).

Ukupna proizvodnja (na pragu elektrana)	148.820 GWh
Instalirana snaga	36.905 MW
Maksimalno opterećenje	33.358 MW
Broj zaposlenih (sa distribucijom)	226.482
Brutto-produkt	3.700×10^9 St. Din
Planirano opterećenje u 1970. godini	50.000 MW
Planirani godišnji porast instalirane snage	5.000 MW
Prosječna prodajna cijena	25 St. Din/kWh

Englezi iznose da je njihov sistem najveći integrirani sistem i sa najvećom gustoćom potrošnje (kWh/km^2).

Organizacija naučno-istraživačkog rada

Naučno-istraživački rad je uglavnom koncentriran u vlastitim istraživačkim centrima i to:

Berkely, za istraživanja vezana za probleme nuklearnih elektrana. Treba napomenuti da Engleska ima sada u pogonu 6 nuklearnih elektrana, sa snagom 2700 MW, a u gradnji je daljnjih 3.050 MW. Predviđa se da će u 1975. snaga nuklearnih elektrana iznositi 15% ukupne instalirane snage.

Leatherhead, gdje se razmatraju problemi proizvodnje, prijenosa i distribucije, podijeljen je u 4 odjeljenja: visoki napon, fizika (uključujući elektroniku) mašinsko, tehnološko i građevinsko odjeljenje, kemija i biologija te materijali (uključujući metalurgiju i keramiku). Ukupno ima 750 osoba, od čega 1/3 učenjaka i inženjera.

Marchwood, gdje se uglavnom razmatraju nova područja nauke koja se odnose na proizvodnju i prijenos električne energije. Centar ima 4 glavna istraživačka odjeljenja: za gorenje, primijenjenu termodinamiku, mašinsku tehniku i istraživanja u elektro-grani. Ukupno ima oko 250 osoba.

Capenhurst je novoosnovani istražni centar za probleme distribucije i upotrebu električne energije. Centar ima oko 100 osoba. Program centra je:

a) Iz domena distribucije: poboljšanje snabdijevanja potrošača, analizom rada sistema i poboljšanjem opreme za održavanje ispravnih napona.
b) Iz domene električne energije: zagrijavanje akumulacionim grijačima koji rade za vrijeme niže tarife, kondicioniranje zraka, elektrolitsko čišćenje otpadnih voda, lučno topljenje željeza, automobili na baterijski pogon, jednotračna vozila sa linearnim indukcionim motorom, zajedničko grijanje i kondicioniranje zraka upotrebom Peltier-efekta ili toplinskih pumpi, i dr.

Osim ova 4 istraživačka centra područje ima vlastitu istraživačku organizaciju. Njihov zadatak je da rješava probleme koji se tiču pogona elektrana i mreža u svom području. Planira se da i ove organizacije prošire svoj djelokrug rada. Uz to elektroprivreda ima 4 vlastite projektne organizacije, 3 za elektrane i jednu za mrežu visokog napona.

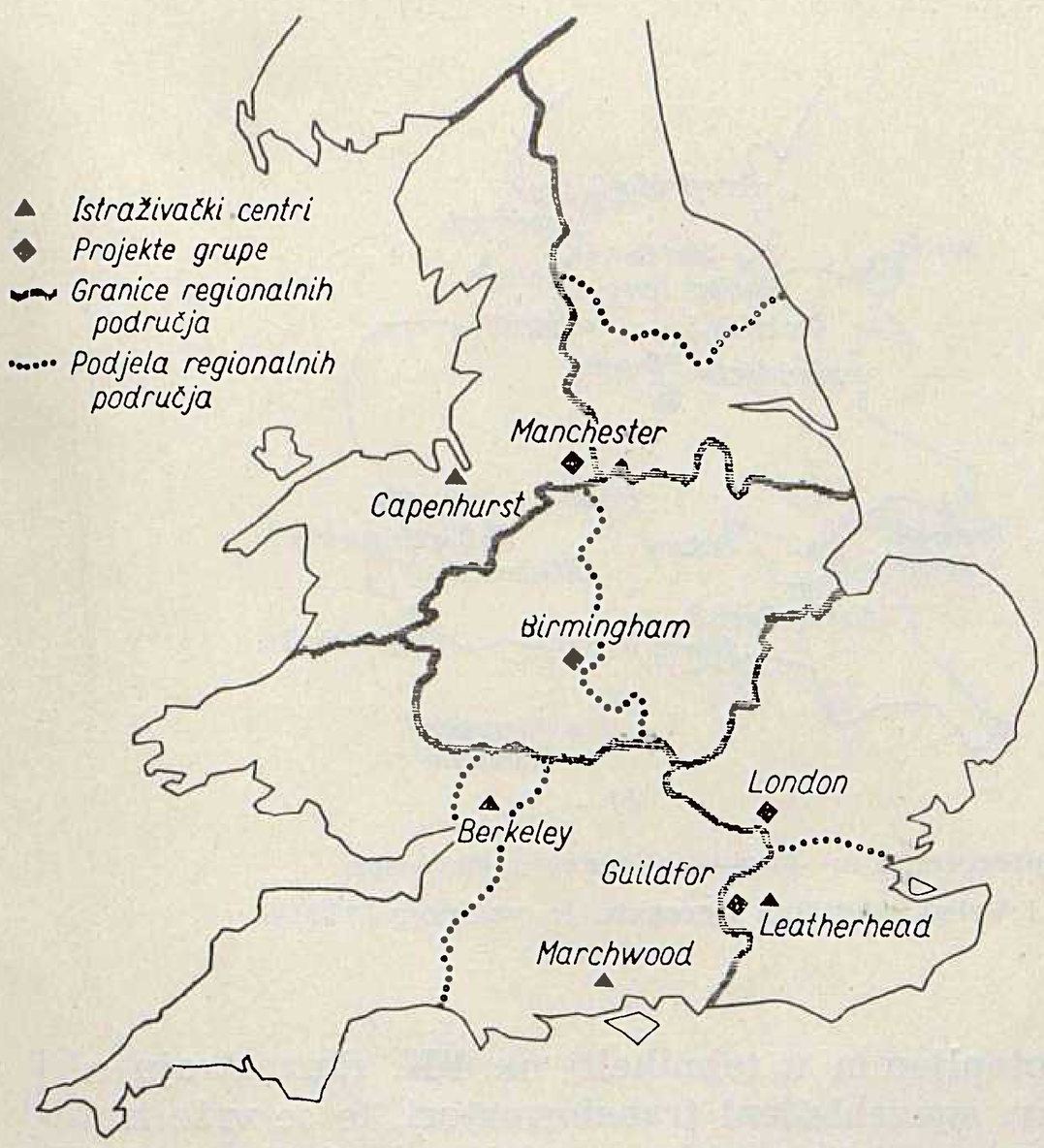
Elektroprivreda daje znatna sredstva za naučno-istraživačke radove na univerzitetima za teme iz elektroprivredne problematike. U 1964/65. godini financirano je na univerzitetima 75 ugovora sa sredstvima (za tu godinu) od 500 Mil. St. Din.

Ukupni izdaci za istraživačke radove su slijedeći:

Godina 1964/65.	25×10^9 St. Din.
Godina 1965/66.	32×10^9 St. Din.
Godina 1966/67. (plan)	42×10^9 St. Din.

Problemi u istraživanju

Repertoar problema koje tretira naučno-istraživački rad je jako širok i razgranat. Oni su vezani ne samo na tekuću problematiku, nego i osvajanje



Sl. 1. Teritorijalna podjela engleske elektroprivrede i naučno istraživački centri

novih mogućnosti upotrebe električne energije. Naime elektroprivreda u Engleskoj nastoji da poveća svoju potrošnju. Radi toga nije ni čudo da elektroprivreda participira u studijama za električni pogon automobila (što je već dalo prve rezultate) ili u studijama za dobivanje slatke vode iz mora. Naravno da se u okviru ovakvog članka ne može sav taj spektar studija sagledati. Ograničit ćemo se radi toga na najvažnije grupe studija.

Proizvodnja električne energije

U 1966. godini sinhroniziran je prvi agregat 500 MW (na jednoj osovini). Do kraja godine bit će u pogonu još 4 ovakva agregata. Već u 1970. godini 43 ovakve jedinice će biti postavljene i pokrivat će trećinu potreba u snazi.

Izbor maksimalnih veličina agregata vezan je ne samo za tehnološke studije i mogućnosti, već i za studije sistema: što znači i u ovakvom sistemu ispad velike jedinice, recimo 1000 MW? Kako pokriti vršno opterećenje u područjima s temeljnom snagom nuklearnih elektrana? Problem treba sagledati ne samo sa stanovišta ekonomije pogona, već i sa stanovišta gubitaka kod zastoja. Jedan dan zastoja 500 MW jedinice košta do 70 milijuna st. Din. Elektroprivreda Engleske se odlučila da do 1970. gradi uglavnom elektrane snage 2000 MW sa četiri jedinice (500 MW, 566°C, 162 at.). No već se utire put i za veće jedinice. Već su naručena dva agregata 660 MW, uglavnom istih parametara kao i 500 MW jedinice, koji će biti završeni u 1970/71.

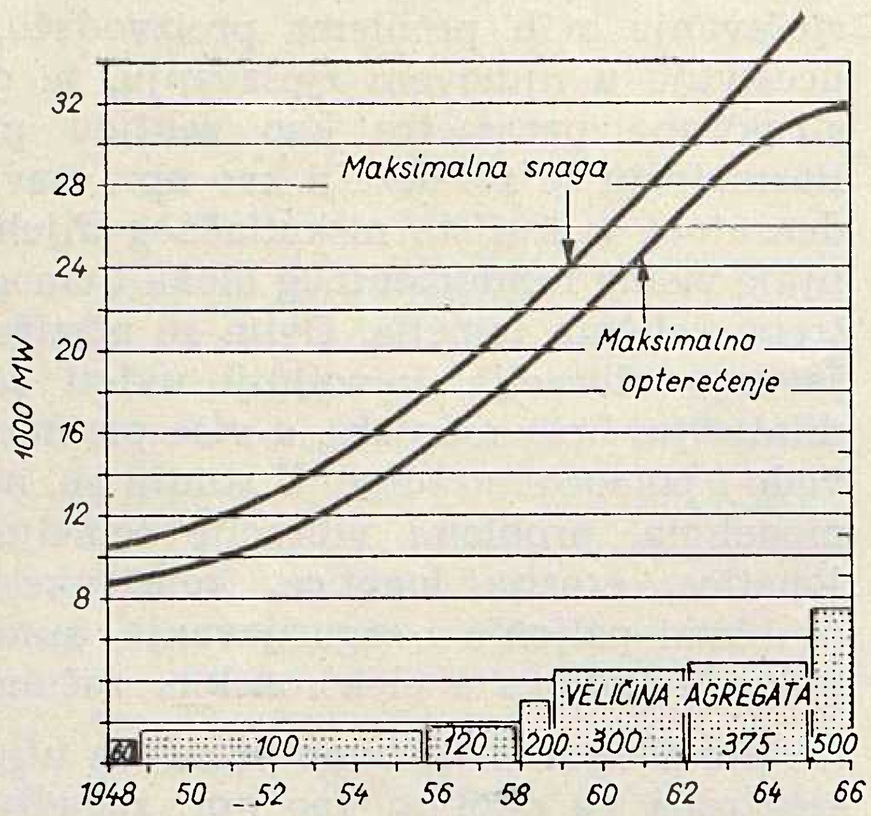
Naravno, ovakve veličine grupa donose i niz problema, kako konstruktivnih tako i eksploatacionih. Engleska elektroprivreda ne prepušta rješavanje ovih problema proizvođaču, već sama učestvuje u njihovom rješavanju, te daje i konstruktivne parametre kao zahtjev proizvođaču. Razmatraju se svi detalji kao npr. stavljanje kondenzatora u kućište niskotlačnog dijela, što smanjuje visinu fundamentnog bloka i omogućuje upotrebu čeličnih temelja. Ovim se postiže lakše rješavanje vibracija, povoljniji uvjeti za termičku dilataciju, brža montaža, a više prostora za cjevovode i pomoćne uređaje. U studiji su, na posebnim modelima, problemi vibracije temelja, vibracije lopatica, erozija lopatica, konstrukcija kotlova, problemi paljenja i sagorijevanja, automatska regulacija kotlova s elektronskim računarima i dr.

Naročito se intenzivno proučava utjecaj velikih elektrana na okolinu kao npr. zagađivanje zraka i biološki efekti. Već nekoliko godina promatra se i mjeri sadržaj SO_2 u okolini centrale Tilsbury, kao i visina i disperzija čađe. Upotrebljava se lazerski projektor sa svjetlosnim impulsima, te se metodom sličnom radaru određuje veličina i intenzitet čađe. Podaci se dovode u korelaciju s meteorološkim prilikama, što omogućava da se može odrediti utjecaj novih elektrana na zagađivanje zraka. U svrhu što bolje disperzije pepela, nastoji se smanjiti broj dimnjaka. Tako npr. 2000 MW elektrana Eggborough izvodi se s jednim dimnjakom, zapravo s 4 dimnjaka skupa u jednom bloku.

Pojavljuje se i niz novih problema npr. štetan utjecaj buke na slušne organe. Već su primijećeni slučajevi tzv. industrijske gluhoće, gubitka osjećaja za visoke frekvencije kod konzonanata i vokala, što prouzrokuje nejasan izgovor. Problem je ukoliko se personal zaštiti od buke (bilo individualno pomoću slušalica ili smještanjem u prostorije sa manjom bukom) kako da primijeti alarm ili buku kod kvara na postrojenju.

Razmatraju se nadalje veličine agregata od 800 i 900 MW. Kod studija većih jedinica, 1000 i 2000 MW na jednoj osovini, predviđa se upotreba freona 21 (dihlorofluorometana) u niskotlačnom dijelu, koji ima znatno niži specifični volumen od pare. Predviđa se da će se cijena instaliranog kW smanjiti sa sadašnjih 140.000 na 105.000 St. Din.

Naročito su aktuelne studije za primjenu računara za upravljanje i pogon velikih agregata. Ovdje se postavlja pitanje u kojoj mjeri treba automatizirati rad elektrane, do koje mjere može stroj zamijeniti čovjeka, odnosno, koliko može da mu olakša rad? Pogoni u velikim elektranama su već tako složeni da čovjek ne može da kontrolira sve detalje. Npr. za ulazak u pogon jedinice od 500 MW, iz vruće rezerve, potrebno je izvršiti 900 pojedinačnih operacija u jednom satu, te radi toga primjena složenije automatike postaje i nužnost. Engleska je inače bila zaostala u primjeni računskih strojeva i danas se trudi da taj zastoj nadoknadi. Cijela ova grana primjene računara u elektroprivredi nalazi se u eksperimentalnoj fazi koja već obećava izvjesne rezultate. U TE West Turrok već je u paralelnom radu računalo za pogon jednog agregata 200 MW. Za TE Fawley (4×500 MW,



a)

b)

Sl. 2a. Prikaz maksimalno instalirane snage i opterećenja u Engleske sistemu Engleske

Sl. 2b. Elektrane planirane i u izgradnji, u Engleskoj i Velsu. Veličina agregata je većinom 500 MW

ulazak u pogon 1968. godine) naručena je kompletna automatika kojom će dirigirati računalo, počevši od pokretanja do ulaska u pogon, te radom u pogonu. Za nuklearnu elektranu Dungeness B naručena su tri računala (jedno rezervno). Iako novi pogoni treba da donesu prva iskustva, predviđa se upotreba kompjutera za upravljanje novim 2000 MW elektranama, jedan za sva 4 bloka.

Posebnu grupu čine studije iz područja nuklearnih elektrana. Englezi tvrde da će sa svojim »unapređenim, plinom hlađenim reaktorom« (AGR-advanced gas-cooled reaktor) postići najjeftiniju cijenu električne energije iz nuklearnih elektrana, minimalno za 10% nižu od cijene termoenergije. Doduše, investiciono su još uvijek ove elektrane znatno skuplje, 250.000 St. Din po instaliranom kW, prema 150.000 kod termoelektrana. Računa se da će za iduću elektranu Hinkley Point B, kapitalni troškovi biti još za 5% niži. Ovo područje je još uvijek u aktivnom razvoju i sigurno je da se veće koristi postižu novim poboljšanjima, nego usvajanjem provjerenih ranijih rješenja. Upotrebom sekundarnog ciklusa s parom, kao kod termoelektrana, omogućen je isti tip agregata za obje vrste elektrana.

Izvode se studije direktnog dobivanja električne energije, naročito pomoću magnetohidrodinamičkih (MHD) generatora s otvorenim ciklusom. Postoji već manji prototip u centru Marchwood, gdje se je prišlo izgradnji i drugog, termičke snage 200 MW, koji će biti završen u ovoj godini. Dosadašnja ispitivanja su pokazala da još uvijek postoji niz problema tehnološke prirode te da izgledi za najbližu budućnost nisu optimistični. Naime, analize pokazuju da samo supraprovodljivost omogućuje ekonomično rješenje za stvaranje magnetskog polja. No studijama supraprovodljivosti prilazi se i iz drugih razloga. Elektroprivreda u zajednici s industrijom razmatra mogućnost upotrebe ovakvih materijala za kabele i transformatore. Ispitivanja se izvode s namotajima transformatora potopljenim u tehnihelij na 4^0K. Razmatraju se i tzv. superhlađeni transformatori, te se vrše ispitivanja s aluminijskim namotima hlađenim na 20^0K. Računa se da će veličina ovakvog blok-transformatora od 800 MW odgovarati konvencionalnoj jedinici od 300 MVA.

Prijenos električne energije

Engleska je prije dvije godine pustila u pogon prvi dalekovod napona 400 kV. Brz tempo izgradnje elektrana iziskuje prijenose velikih snaga, a time i izgradnju mreže najviših napona. Već danas je izgrađeno preko 1000 km dalekovoda 400 kV. Za ilustraciju navodimo da su isporučeni autotransformatori 750 MVA, 400/275 kV i to trofazne jedinice, a naručena su tri autotransformatora 1000 MVA, 400/275 kV, također trofazne jedinice. U perspektivi se predviđa uvođenje napona 700 kV.

Naravno, da su ovakvom razvoju mreže prethodili znatni istražni radovi, koji su i danas u toku. Studiraju se problemi mreža postojećih napona do 400 kV, no prilazi se i proučavanju viših naponskih nivoa. Npr. postavljen je jedan ispitni vod 800 kV.

Problemima kabela visokog napona posvećuje se puna pažnja, jer elektroprivreda danas troši $^1/_3$ sredstava za mrežu na kabele, a $^2/_3$ na dalekovode. Očekuje se da će u 1970. biti obrnut slučaj. Naročito se razmatraju problemi hlađenja kao: mogućnost hlađenja cirkulacijom vode u posebnim cijevima položenim uz kabele, te eventualno s cijevima iz plastičnih materijala položenim uz vodiče. Studiraju se nove tehnike hlađenja, novi materijali za kabele, čak i eventualna upotreba supravodiča.

Studije prijenosa s istosmjernom strujom visokih napona su u punom jeku. Očekuje se da će ovakav prijenos omogućiti znatno veće prijenosne snage kabelima. U Engleskoj je, naime, veliki pritisak javnog mnijenja protiv izgradnje dalekovoda,

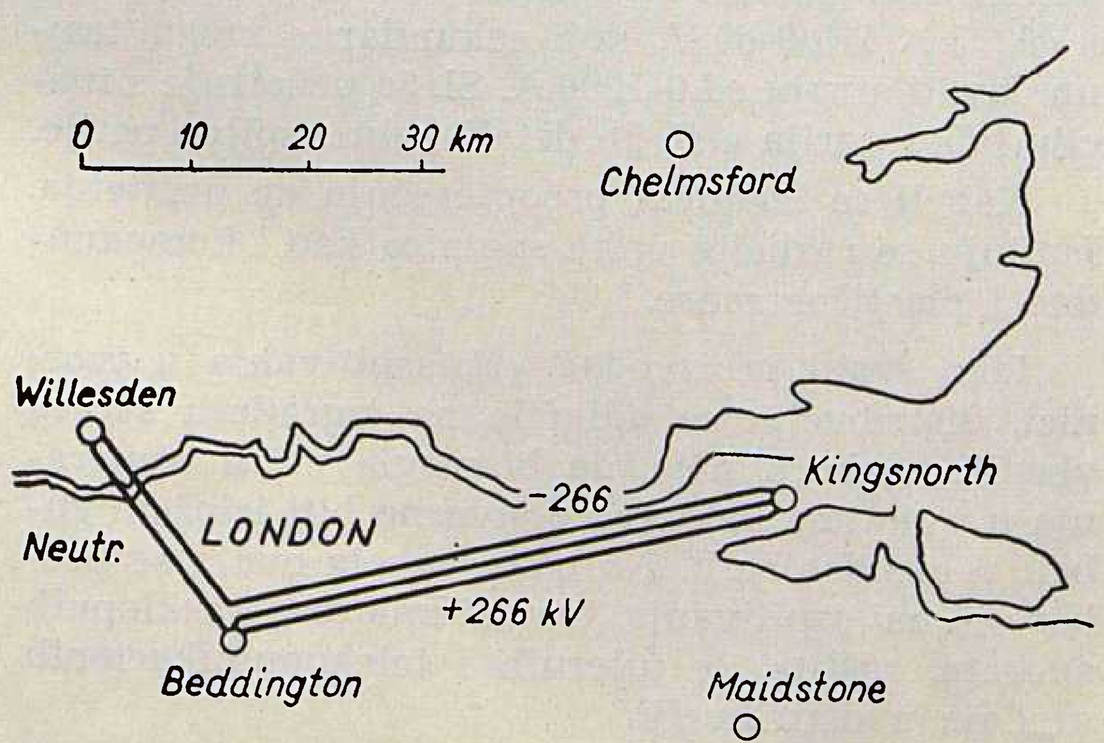
pa čak postoji i jedno udruženje s tom svrhom. Smatra se da dalekovodi narušavaju izgled krajeva kuda prolaze. Također je radi naseljenih područja teško provući nove trase dalekovoda odnosno dobiti potrebne saglasnosti za lokaciju. Radi toga elektroprivreda je prisiljena da razmatra i varijante s kabelskim prijenosima. No pored toga istosmjerni prijenos treba da omogući razdvajanje mreža u manja područja u svrhu smanjenja struja kratkog spoja. Naime već sada su snage kratkog spoja dostigle velike iznose što se vidi po normiranim rasklopnim snagama prekidača:

Napon (kV)	Rasklopna snaga prekidača (MVA)
132	5.000
275	15.000
400	35.000

Već se sada traže mjere za njihovo smanjenje kao npr. transformatori 132/11 kV sa dva odvojena sekundarna namotaja po 30 MVA, ili npr. automatsko sekvencijalno prekapčanje, o čemu će biti riječ kasnije.

Razmatra se mogućnost direktnog prijenosa istosmjernom strujom iz elektrana do potrošačkih centara. Izgradnji jedne takve mreže već se prišlo. Gradi se kabelski vod od TE Kingsnorth, dužine 90 km, napona ± 266 kV, snage 2 × 320 MW u prvoj etapi (sl. 3). Ovo je prva istosmjerna veza visokog napona u jednoj integralnoj trofaznoj mreži. Živini ventili će biti engleske proizvodnje, po licenci firme ASEA. No Engleska razvija (elektroprivreda u saradnji sa industrijom) i svoj tip živinih ventila. Već je razrađen tip jednoanodnog ventila 45 kV, 600 A. Time se ova zemlja uvrštava u vodeće na ovom području, pored Švedske i SSSR.

Studije u ovoj grani usmjerene su i na zamjenu živinih ventila sa tiristorima, koji obećavaju niz prednosti, kod njih nema povratnog paljenja, brža je kontrola i regulacija, niži nivo radio-interferencije pa su potrebni manji uređaji za filtriranje



Sl. 3. Situacija nove Is-veze TS Kingsnorth—London, ± 266 kV, 2 × 320 MW

i dr. No izgleda da predstoji još dosta istraživačkog rada (što se planira i u laboratorijima elektroprivrede) da bi tiristori bili ekonomični.

Prilazi se nadalje eksperimentalnom izvođenju radova pod naponom. Nedavno je izvršeno mijenjanje izolatorskog lanca na vodu 275 kV, a rad je trajao jedan sat.

Razmatraju se novi oblici izolatora koji će biti podesniji za premazivanje i čišćenje (zaštita od preskoka u zagađenoj atmosferi). Razmatra se i upotreba sintetičkih izolacionih konzola na dalekovodima. Već je jedan kraći dalekovod 132 kV, opremljen ovakvim konzolama, u pogonu.

Za borbu protiv zaleđivanja razmatra se upotreba materijala sa niskom Curie-tačkom.

Ispituje se mogućnost upotrebe transduktora za varijabilnu kompenzaciju reaktivnih snaga, kao i regulaciju napona i smanjenja struja kratkog spoja, kao i smanjenja naponske distorzije.

Studije i razvoj tzv. sintetskog ispitivanja visokonaponskih prekidača su u toku. Kod ovog ispitivanja struja i napon se dobivaju iz različitih izvora. Velika kratkospojna struja se dobiva iz izvora relativno niskog napona, a povratni napon iz izvora relativno male snage.

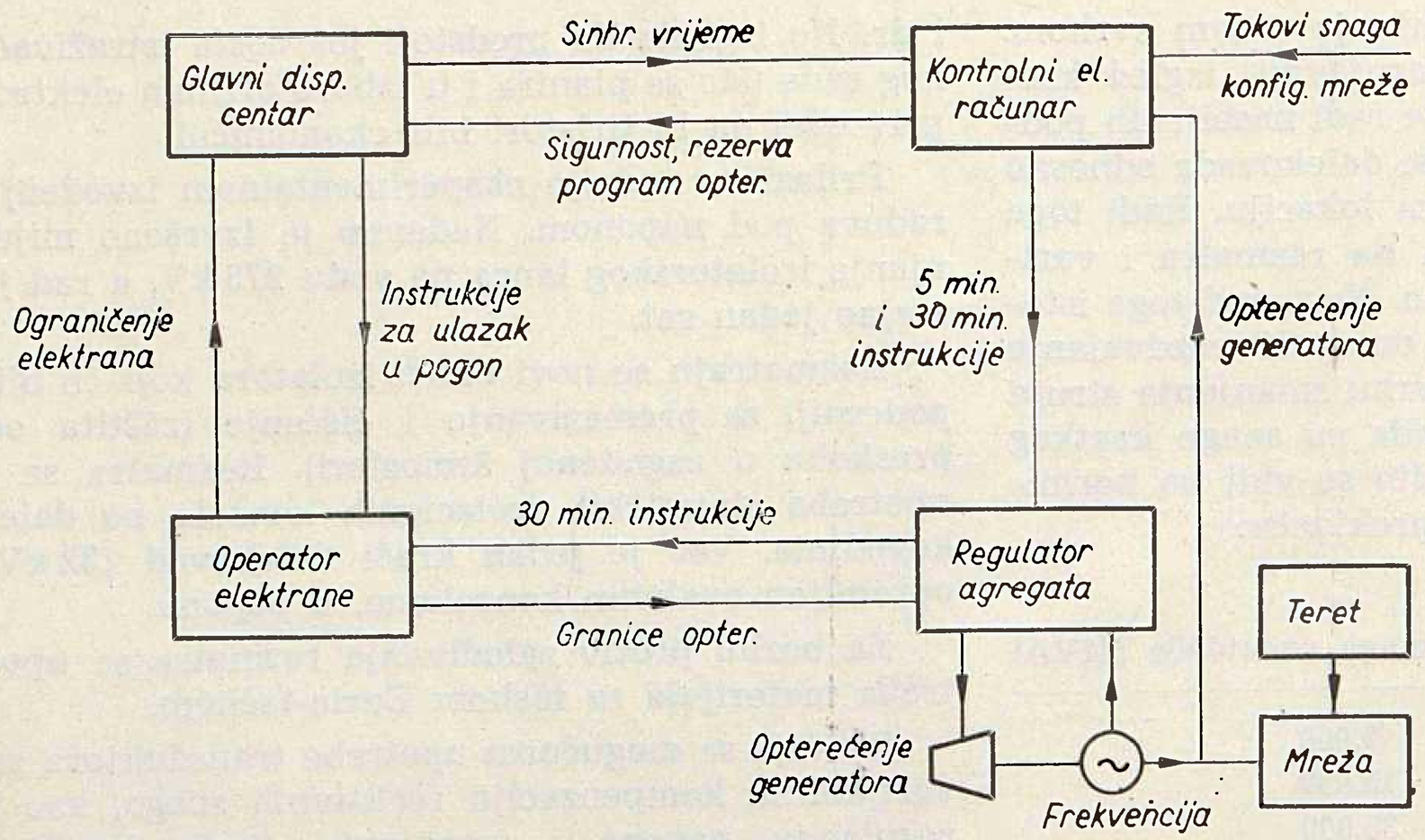
U okviru elektroprivrede ovakva stanica snage 2000 MVA je u izgradnji, a postrojenje 180 kV, 1500 A za ispitivanje živinih ventila je u radu. I industrija posjeduje ovakve stanice npr. English Electric 285 kJ, 300 kV, A. Reyrolle 400 kJ, 400 kV. Zajedno i industrija i elektroprivreda rade na propisima i standardima kojima će se regulirati ovaj način ispitivanja.

Elektroprivreda raspolaže vlastitom stanicom za impulsna ispitivanja, s naponima do 4 MV vršno. Postoji mogućnost strujnih ispitivanja strujama do 100 kA.

Elektroindustrija osvaja prekidače sumpor-heksafluorom (SF_6). Prva dva 130 kV SF_6-prekidača su postavljena u martu o. g., a naručenih je veći broj za mrežu 275 kV i 130 kV.

U istraživačkom centru Leatherhead u studiji je upravljanje sistemom pomoću računskih strojeva, koji treba da obuhvate predviđanja opterećenja, da odrede najekonomičnije generatore za pokriće opterećenja, te da neposredno daju komande na ulazne organe grupa. Dosadašnje upravljanje je ručno, na osnovu podataka dobivenih telemetrijski ili preko telefona. Regionalni dispečerski centri dostavljaju Nacionalnom centru podatke o očekivanom opterećenju, zajedno s inkrementalnom ili dekrementalnom cijenom energije. Nacionalni centar daje naređenje centralama za ulazak u pogon zajedno s instrukcijama o veličini opterećenja, vodeći računa o limitima međuregionalnih prijenosa radi sigurnosti i ekonomičnosti rada sistema. Automatska kontrola treba da preuzme sve ove funkcije.

Višesatno predviđanje opterećenja treba da se postigne na temelju ranijih podataka, zatim na osnovu podataka o temperaturi, dnevnom svjetlu,



Sl. 4. Shema automatske regulacije sa elektronskim računarom

TV programu, danima u sedmici itd. Računa se da će elektronski strojevi biti u mogućnosti da predskažu dinamiku opterećenja isto tako tačno kao i čovjek, a sigurno i brže. U razradi je znatan matematski tretman ovakvih predviđanja, povezan sa studijama stabiliteta koje se razrađuju na bazi Ljapunovih kriterija. Računala će davati naređenje elektranama da se spreme za ulazak u pogon, a iza toga instrukcije za pogon agregata. Veličina opterećenja će se regulirati vodeći računa o sigurnosti, stabilitetu, maksimalnoj ekonomičnosti rada i o održavanju frekvencije i napona.

Sigurnost se osigurava na slijedeći način: računalo verificira kakav će biti sistem između 1/2 i sat unaprijed, te uz proračun tokova i snage kratkog spoja na pojedinim sabirnicama analizira posljedice ako ispadne ma koji dalekovod ili generator, tj. da li će biti ugrožen sistem (neki vod preopterećen). U potvrdnom slučaju daje upozorenje osoblju da je potrebno mijenjati konfiguraciju mreže.

U pogledu ekonomičnosti rada potrebni su obimni računi da se na temelju cijene proizvodnje svake elektrane, gubitaka u vodovima i dr. odredi kako se može pokriti predviđeno opterećenje uz najnižu cijenu.

Sl. 4 prikazuje kako je postavljena automatska kontrola u odnosu na pojedine elektrane i centralno komandno mjesto, kakva se predviđa da će biti za prvo vrijeme u Bristolu, za jugozapadno regionalno područje.

Distribucija električne energije

Za organizaciju i sprovođenje naučno-istraživačkog rada u domenu distribucije nadležan je Savjet elektroprivrede, koji načelno razmatra problematiku s područnim regionima u cilju donošenja programa za distributivna istraživanja.

Neki problemi iz ovog područja su već prije nabrojeni. Treba napomenuti da elektroprivreda u Engleskoj i direktno prodaje aparate za domaćinstvo. Naročito se propagira električno grijanje akumulacionim pećima (storage heater), koje se priključaju u doba niže tarife. U upotrebi je oko 1,2 milijuna ovakvih peći, čija instalirana snaga prelazi 6000 MW. Brojke za prvih 5 mjeseci o. g. pokazuju da je distribucija prodala 61% više od ovih grijača nego za isti period prošle godine. Računa se da će ovo opterećenje rasti najbržim tempom, u prosjeku 20% godišnje do 1972. S ovim potrošačem elektroprivreda nastoji da poveća faktor iskorištenja svojih postrojenja. Radi toga nije čudo da troši znatna sredstva za njihovu reklamu. Ove je godine to najveća reklamna kampanja na televiziji.

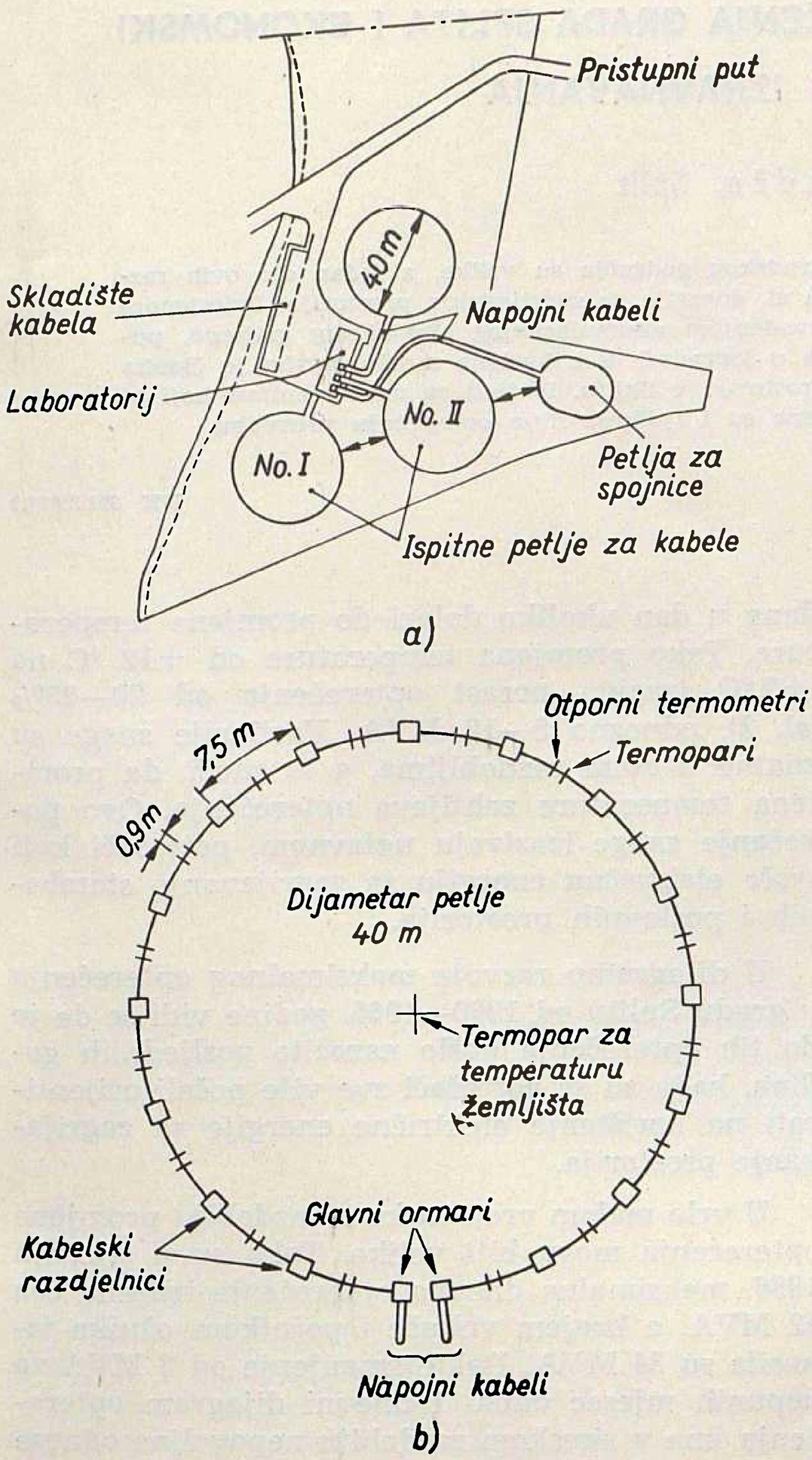
Ispitivanja se vrše radi unapređenja rada pod naponom, koji prelazi iz područja istraživačkog rada u područje svakodnevne prakse. Tako npr. mijenjaju se drveni stupovi 11 kV, operacija koja približno traje 1 sat. Prelazi se i na izmjene drvenih stupova napona 33 kV.

Nedavno je otvoren novi ispitni laboratorij za ispitivanje kabela, u istočnom regionu kod Suffolka, koji obuhvaća oko 2 ha površine. Ovdje se ispituju kabeli do 11 kV, sa Cu i Al — vodičima, na termička i mehanička naprezanja. Stanica je opremljena sa 4 regulaciona transformatora 150 kVA, 3 × 415/0-60 V, koji sekundarno mogu trajno davati struju od 0-1000 A. Sl. 5a prikazuje situaciju laboratorija a sl. 5b detalj jedne ispitne petlje.

Kabeli se termički preopterećuju do uništenja. Ispituju se različite vrste spojnica kao i kompaundne i plastične mase.

Iako svaki proizvođač vrši ispitivanja u tvornici, distribucija se odlučila na izgradnju svojeg vlastitog laboratorija, da bi mogla vršiti ispitivanja u uvjetima kakvim će stvarno biti izloženi kabeli u eksploataciji. No osim kabela ovdje se prelazi i na ispitivanja transformatora, rasklopnih aparata, zaštite, te mjernih i telekomunikacionih uređaja u distribuciji.

Prilazi se upotrebi elektronskih računala za projektiranje distributivnih sistema.



Sl. 5. a) Situacija laboratorija za ispitivanje kabela
b) Detalj petlje za ispitivanje kabela

Metoda automatsko-sekvencijalnog prekapčanja smanjuje u 11 kV mrežama pogonske rezerve u transformatorima, kao i nivo snage kratkog spoja. Radi se o automatskom otvaranju i zatvaranju prekidača, da bi se osiguralo, s malo sekundi zastoja, snabdijevanje kod ispada jednog transformatora. Naime, sabirnice na 11 kV strani su tako podijeljene da svaki transformator snabdijeva izolirano svoj teret, koji se može razdvojiti po potrebi na dva dijela. U slučaju ispada jednog transformatora susjedna dva preuzimaju opterećenje (radi čega moraju biti nešto predimenzionirani), ali nastavljaju da rade odvojeno. Prema tome, svaki transformator je rezerva za susjedna dva, odnosno susjedna dva transformatora preuzimaju teret kod ispada. Podjelom sabirnica i odvojenim pojedinačnim radom transformatora smanjuje se nivo snage kratkih spojeva.

Zaključci

— Razvoj energetskih sistema donosi takve probleme koji se mogu jedino sagledati i riješiti uz pomoć suvremenih naučnih metoda. Njihov pogon iziskuje obiman naučno-istraživački rad, koji treba da je usmjeren u traženju novih, ekonomičnijih i sigurnijih rješenja.

— Primjer elektroprivrede Engleske pokazuje da naučno-istraživački rad treba da bude sastavni dio izgradnje i pogona energetskih sistema. Bilo bi svakako interesantno upoznati organizaciju i obim naučno-istraživačkog rada i u elektroprivredi drugih zemalja, npr. SSSR i Francuske, te neke zaključke prenijeti i na naš sistem.

— Kako je u našoj elektroprivredi novom organizacijom većina nadležnosti prešla u ruke samoupravnih organa, naučno-istraživački rad treba promatrati kroz prizmu koordinacije u rješavanju zajedničkih tehnoloških problema i kao takvom dati odgovarajuće mjesto.

Literatura

1. *Electricity Supply Reports.* Electrical Review, 8. Oct. 1965, 7. Oct. 1966.
2. *Marchwood Engineering Laboratories.* CEGB. London 1963.
3. *Central Electricity Research Laboratories.* CEGB. London 5/1962.
4. *Automatic System Control. CEGB Plan Computer Loading of Generators in S. W.* Electrical Times, 1. Oct. 1964.
5. *Meeting Britain's power needs.* Engineering 5 August 1966.
6. *Testing Distribution Cables.* Electrical Review 5 August 1966.
7. *Synthetic testing of large circuit breakers.* The English Electric Journal, May-June 1966.

Naslov pisca: prof. ing. Vefik Karabdić, Elektrotehnički fakultet, Sarajevo

KARAKTERISTIKE DIJAGRAMA OPTEREĆENJA GRADA SPLITA I EKONOMSKI EFEKAT NJEGOVOG IZRAVNAVANJA

Šimun Šimundža, Split

Razlike između zimskih i ljetnih opterećenja splitskog gradskog područja su velike, a jedan dio ovih razlika izazvan je sve većom i neekonomičnom upotrebom el. energije za zagrijavanje prostorija. Primjenom savremenijeg načina zagrijavanja prostorije, odnosno uvođenjem akumulacionog električnog grijanja, postići će se znatne uštede, a prvenstveno manja ulaganja u izgradnji distributivne mreže. Svrha je članka da ukaže na sve prednosti izmjene u sistemu grijanja prostorija u Splitu. Iznijeti su neki rezultati koji bi se dobili uvođenjem akumulacionog grijanja, a predložena su i rješenja koja omogućuju provedbu.

DK 621.3.016.3

Prema podacima Hidrometeorološkog zavoda u Beogradu, minimalne temperature u Splitu iznose —8,3 °C, a maksimalne 39 °C. Ako se usvoje međunarodna mjerila, prema kojima je potrebno prostorije zagrijavati kad temperatura padne ispod 13 °C, tada u Splitu ove temperature traju prosječno godišnje između 1. studenoga i 23. travnja, a temperature niže od 5 °C traju u siječnju i veljači. Prema podacima u Splitu treba godišnje zagrijavati prostorije 121 dan; u praksi ovo se smanjuje na cca 70—80 dana. Zagrijavanje stambenih i poslovnih prostorija u Splitu vrši se danas, uglavnom, električnom energijom i to običnim pećima. U Splitu se godišnje proda i do 10 MW električnih trošila, a od toga velika količina otpada na električne grijalice.

S obzirom na sve veće korišćenje električne energije za zagrijavanje prostorija dolazi u pitanje ekonomičan rad cijele distributivne mreže, a posebno njeno dimenzioniranje i tempo njenog razvoja, jer zimsko dodatno opterećenje uvjetuje razvoj ove mreže. Da bi se ovi nepovoljni odnosi porasta opterećenja ublažili predlaže se uvođenje akumulacionog grijanja prostorija. Na ovaj bi se način iz dnevnog dijagrama opterećenja prebacile određene količine energije u noćne doline i time dobio ravnomjerni odnos u dijagramu.

Ekonomske prednosti ovog načina su: sporiji razvoj mreže, a time i manja ulaganja, bolje korištenje postrojenja i smanjeni gubici u mreži, manji troškovi nabave pa prema tome i manja cijena električne energije. Tu problematiku razmatra ovaj članak, kojemu je svrha da stanje prikaže više kvalitetno i da dade konkretne prijedloge; stoga se nije upuštalo u matematičke analize ovog stanja.

Pri njegovoj izradi koristili su se stvarni podaci dobijeni sa terena. Tako su podaci o potrošnji i o opterećenjima dobiveni iz knjiga potrošnje i pogonskih dnevnika.

Analiza potrošnje električne energije

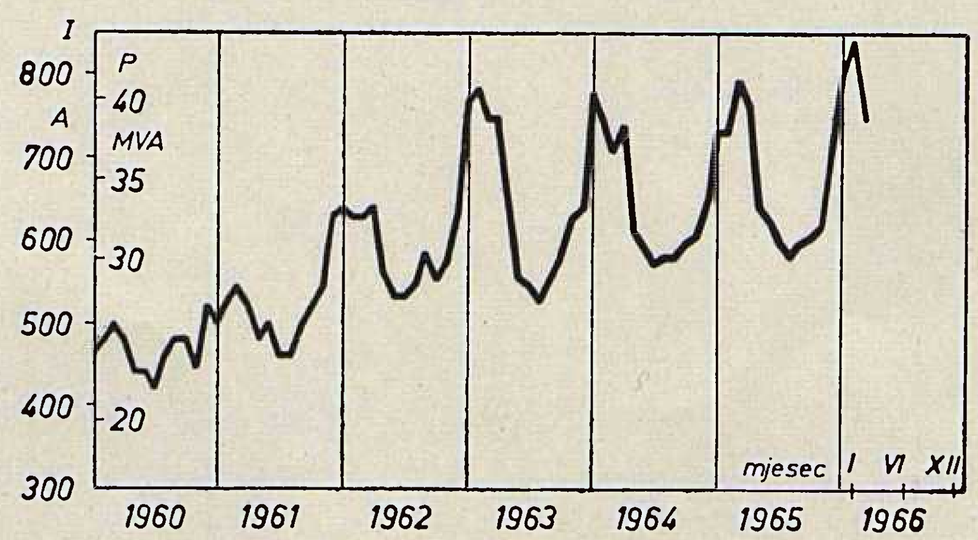
Promatrajući kretanje opterećenja grada Splita tokom godine, uočavaju se u zimskom razdoblju znatne promjene snage u odnosu na ljetno razdoblje (sl. 1). Osim toga varijacije snage su znatne iz dana u dan ukoliko dolazi do promjene temperature. Tako promjena temperature od +12 °C na +2 °C izaziva porast opterećenja od 20—25% (sl. 2), odnosno 8—12 MVA. Varijacije snage su znatne u ovim razdobljima, a to znači, da promjena temperature zahtijeva opterećenja. Ovo povećanje snage izazivaju uglavnom, potrošači koji troše električnu energiju za zagrijavanje stambenih i poslovnih prostorija.

U dijagramu razvoja maksimalnog opterećenja u gradu Splitu od 1960—1965. godine vidi se da je do tih opterećenja došlo naročito posljednjih godina, kada su se potrošači sve više počeli orijentirati na korištenje električne energije za zagrijavanje prostorija.

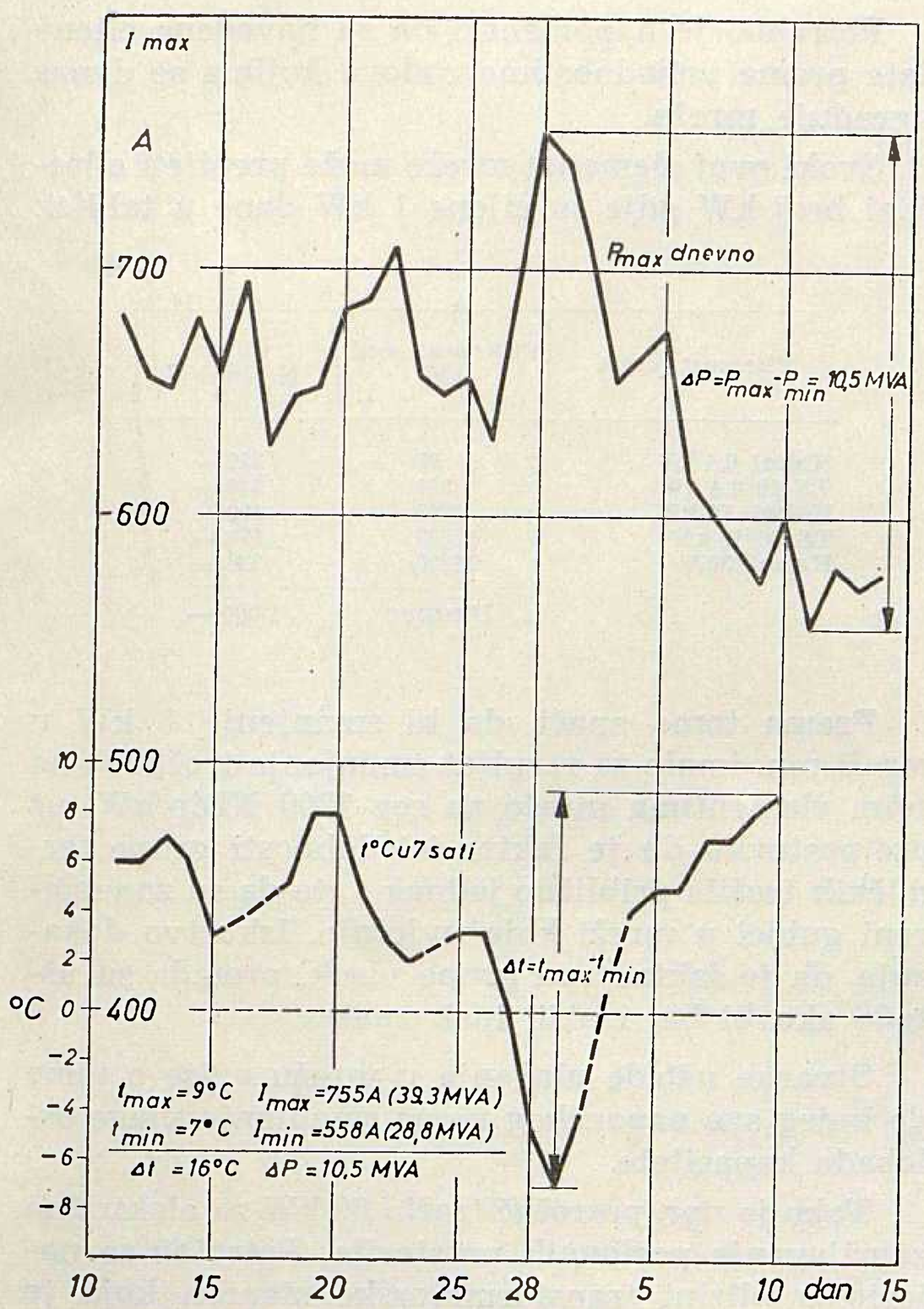
U vrlo malom vremenskom razdoblju promjene opterećenja mogu biti velike. Tako su u siječnju 1966. maksimalna dnevna opterećenja iznosila cca 42 MVA, a krajem veljače i početkom ožujka iznosila su 34 MVA. Dakle smanjenje od 8 MVA za nepunih mjesec dana. I dnevni dijagram opterećenja ima u zimskom razdoblju nepovoljne odnose između maksimalnog i minimalnog opterećenja.

Osim izraženih promjena opterećenja tokom godine, zanimljivi su još neki podaci o promjeni potrošnje ovih grupa potrošača u ljetnim i zimskim mjesecima, kao i postotak domaćinstava koja troše električnu energiju iznad pojedinih količina.

Tako je 1964. specifična potrošnja domaćinstava za ljetni mjesec iznosila 181 kWh/dom, a za zimski 360 kWh/dom, dakle, dva puta više; za poslovne



Sl. 1. Pregled mjesečnih maksimalnih opterećenja za grad Split, u razdoblju 1960—1965.



Sl. 2. Dijagram dnevnih temperatura i opterećenja za veljaču i ožujak 1963.

prostorije iznosila je u ljetnim mjesecima 430 kWh/mj, a u zimskim mjesecima 1120 kWh, dakle skoro 3 puta više.

Dok je u veljači 1964. u gradu Splitu bilo ukupno 8973 domaćinstava sa potrošnjom preko 400 kWh/mjesečno, dakle oko 29% od ukupnih, dotle je u srpnju mjesecu iste godine bilo 1544 domaćinstava sa preko 400 kWh, ili oko 5%. Međutim, promatrajući ostale grupe potrošača, uočava se veća ravnomjernost potrošnje tokom godine.

Karakteristika dnevnog dijagrama opterećenja, godišnje varijacije snage ljeto-zima, i podaci o potrošnji ukazuju na to da je temperatura, odnosno njena promjena (tačnije: pad temperatura), znatan faktor koji utječe na promjenu opterećenja. To znači, da svaki pad temperature izaziva znatnu promjenu (povećanje) snage i potrošnje električne energije. Prema tome opterećenje je ovisno o temperaturi, što se međutim ne može kvalitativno obuhvatiti zbog utjecaja i drugih faktora.

Za pokrivanje ovog dodatnog opterećenja potrebno je povećati instaliranu snagu transformacije 30/10 kV i 10/0,4 kV; i radi toga su potrebna veća i brža ulaganja u izgradnju distributivne mreže.

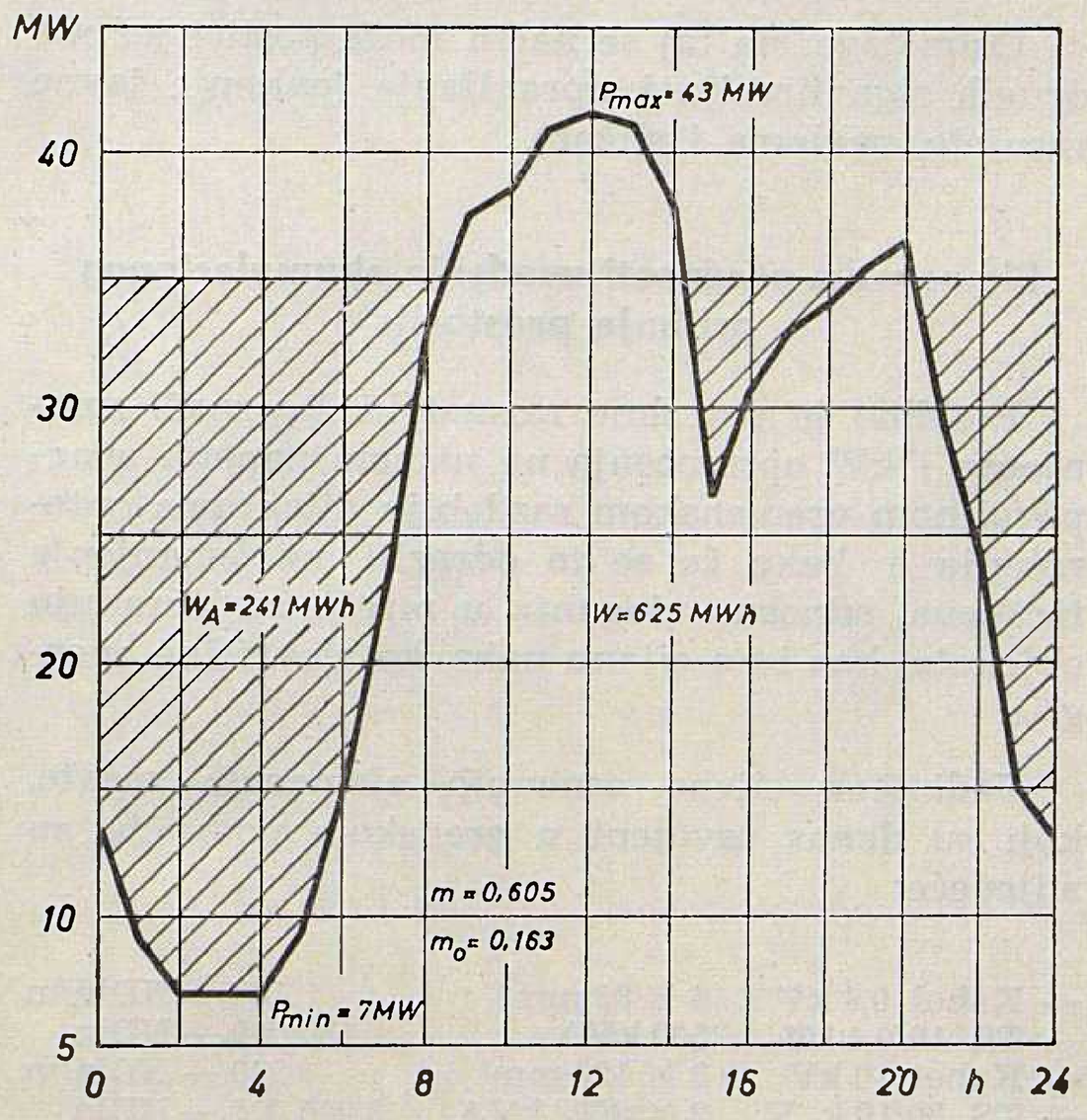
Neophodno je razmatrati pitanje ekonomičnog dimenzioniranja i rada ove mreže. Dok su postrojenja zimi napregnuta i opterećena, u ostalom razdoblju godine rade sa bitno manjim opterećenjima.

Prijedlog izmjene načina korištenja električne energije upotrebom akumulacionog grijanja prostorija

Osnovni zadatak se svodi na smanjenje maksimalnog opterećenja koje je izazvano potrebom korištenja električne energije za zagrijavanje prostorija uslijed promjene temperature.

Ovo smanjenje se može postići potpunim ukidanjem električnog zagrijavanja prostorija ili prebacivanjem jednog dijela opterećenja i potrošnje u povoljnije vrijeme kada je mreža manje opterećena. Na taj će način doći do ravnomjernijeg opterećenja, bilo sezonskog, bilo dnevnog, a time i do boljeg korištenja postrojenja. Došlo bi do izmjene u noćnom dijelu dijagrama opterećenja, koji bi dobio dodatno opterećenje. Prema ocjenama ovo bi dodatno opterećenje iznosilo danas cca 10 MW što bi noćni dijagram mogao primiti, premda bi se, s obzirom na početak primjene, praktički moglo prebaciti na noćno korištenje svega 30—40% ove snage. Ukoliko bi došlo do prebacivanja većih količina električne energije iz dnevnog dijela dijagrama u noćni, pitanje je da li bi kapacitet mreže noću mogao primiti određena opterećenja.

Danas u Splitu ima oko 31.000 domaćinstava sa oko 88.000 tarifnih jedinica, odnosno prostorija, što u prosjeku daje kuhinju i dvije sobe po domaćinstvu i oko 2900 poslovnih prostorija. Ako bi se ovo idealno primijenilo, tada bi akumulaciono grijanje imalo 30.000 domaćinstava i 2900 poslovnih prostorija pa uz 1 kW opterećenja po domaćinstvu, dobijemo iznos od 30 MW što je već granična snaga za noćni dijagram za sama domaćinstva.



Sl. 3. Dijagram dnevnog opterećenja grada Splita 10. 1. 1966.

Praktična realizacija ovoga se svodi na postepeno uvođenje akumulacionog grijanja za poslovne prostorije i za domaćinstva uz stalnu kontrolu noćnih opterećenja. Veća noćna opterećenja će doći u pitanje tek nakon mnogo šire upotrebe ovog načina grijanja, a tada će se, vjerojatno, u mreži primjenjivati već i drugi način kontrole opterećenja i upravljanja potrošačima.

Način na koji se mogu provesti prebacivanja električne energije u povoljnije vrijeme dijagrama opterećenja su, prema tome:

a) akumulaciono grijanje prostorija
b) tonfrekventna komanda sa mogućnošću upravljanja dvotarifnim brojilima, odnosno grupama potrošača.

O ukidanju odnosno zabrani električnog grijanja prostorija ne može biti ni govora, u prvom redu zbog nestašice drugih izvora energije, a osim toga niz stambenih i poslovnih zgrada nemaju ni plinske instalacije niti dimnjake.

Prvi način, tj. upotreba akumulacionih peći svodi se na to da se potrošačima omogući sve veća upotreba dvotarifnih brojila i propagira upotreba akumulacionih peći. Ove peći su snage 3—6 kW i u toku 8 sati akumuliraju od 25000 do 45000 kcal topline. Ovim načinom potrošači će imati i do 50% manje troškova za električnu energiju uz uvjet da neće doći do promjena u odnosu cijena tarife za dan i noć.

Drugi način je upotreba tonfrekventnog upravljanja u mreži, koji je također efikasan ali zahtijeva veća ulaganja i nabavu uvoznih uređaja; osim toga njegova realizacija zahtijeva preuređenje instalacija kod potrošača. Bez obzira na to, mogu se izvršiti, a i izvršene su već neke pripreme za uvođenje novog načina upravljanja potrošačima.

Osim toga, na taj se način može postići još niz drugih signalizacija i upravljanja (paljenje javne rasvjete, reklama i slično).

Ekonomske prednosti uvođenja akumulacionog grijanja prostorija

Posebno je potrebno razmotriti što znači smanjenje 1 kW opterećenja na niskom naponu u nepovoljnom vremenskom razdoblju dijagrama opterećenja i kako će se to odraziti na smanjenje troškova, odnosno ulaganja u mrežu za izgradnju objekata, kao i na cijenu nabavke električne energije.

Jedinične cijene osnovnih elemenata mreže, koji su danas usvojeni u gradskom području su slijedeće:

— Kabel 0,4 kV	4 × 95 mm²	180.— NDin/m
— TS 10/0,4 kV	500 kVA	130.000.— NDin
— Kabel 10 kV	3 × 120 mm²	200.— NDin/m
— TS 30/10 k V	2 × 8000 kVA	3,000.000.— NDin
— Kabeli 30 kV	3 × 185 mm²	400.— NDin/m

Potrebno je napomenuti da su navedene cijene date prema vrijednostima radova kojima se danas izgrađuje mreža.

Svaki ovaj elemenat mreže može prenijeti određeni broj kW gdje su cijene 1 kW dane u tablici:

Elemenat mreže	Prijenosna moć hW	Cijena N Din/kW
Kabel 0,4 kV	92	300.—
TS 10/0,4 kV	384	338 —
Kabel 10 kV	2040	100.—
TS 30/10 kV	15000	178.—
Kabel 30 V	16000	334.—
	Ukupno	1.250 —

Prema tome znači, da bi smanjenje 1 kW u mreži n.n. imalo za rezultat smanjenje troškova na svim elementima mreže za cca 1200 NDin/kW, uz pretpostavku da je faktor istodobnosti grupe termičkih trošila približno jednak 1, te da su zanemareni gubici u mreži koje uvjetuje. Iskustvo dokazuje, da je faktor ove grupe visok, premda su uštede ako bi bio i niži, ipak znatne.

Stvarne uštede ulaganja u mrežu ovise o tome do kojeg sve naponskog nivoa smanjenje snage oslobađa kapacitete.

Tako je npr. potrošač tražio 80 kW za električno zagrijavanje poslovnih prostorija. Potrošač se nalazio u blizini transformatorske stanice, koja je bila već skoro potpuno iskorištena. Izgradnja nove stanice zbog skučenosti prostora nije dolazila u obzir.

Potrošaču je uvjetovano akumulaciono grijanje, pa je na taj način oslobođen od bilo kakvih ulaganja za izgradnju transformatorske stanice, a čak je svoj vlastiti priključak mogao izvesti sa manjim presjekom. Dakle, postignuta je ušteda na investicijama od cca 35.000.— NDin (udio troškova transformatorske stanice). Osim toga oslobađa se i kapacitet ostalih naponskih nivoa.

Drugi elemenat uštede jest manja ukupna nabavna cijena električne energije. Ako se cijena nabave električne energije na 30 kV naponu određuje po relaciji:

$$C = k_1 P_{max} + k_2 W_d + k_3 W_n \quad \text{(din)}$$

gdje su k_1, k_2 i k_3 faktori za snagu odnosno za energiju, P_{max} maksimalna snaga, W_d i W_n energija utrošena za vrijeme dana i noći (vrijeme između 6—13 sati i od 16—21 utrošena energija je dnevna W_d, a ostala je W_n).

Za zimsko razdoblje faktori su k_1 = 11,50 NDin/ /kW; k_2 = 0,023 NDin/kWh, a k_3 = 0,013 NDin/kWh.

Prema tome relacija za cijenu električne energije iznosi:

$$C = 11{,}50\, P_{max} + 0{,}023\, W_d + 0{,}013\, W_n$$

Smanjenje P_{max} za 1 kW u podnevnoj ili večernjoj špici, uz pretpostavku da vrijeme ovog smanjenja traje do 6 sati, uvjetuje smanjenje dnevne

energije W_d za 6 kWh, a za isti iznos i povećanje W_n, te prema tome nova ukupna snižena cijena C_1 nabave električne energije iznosi:

$$C_1 = 11{,}50\ (P_{max} - 1) + 0{,}023\ (W_d - 6) + 0{,}013\ (W_n + 6)$$

Sređenjem ove realizacije dobivamo:

$$C_1 = 11{,}50\ P_{max} - 11{,}50 + 0{,}023\ W_d - 0{,}138 + \\ + 0{,}013\ W_n + 0{,}078$$

ili

$$C_1 = C - 11{,}56$$

Što znači da svaki kW prebačen iz dnevne potrošnje u noćnu uvjetuje smanjenje ukupne nabavne cijene za cca 11,00 NDin.

Svaki slučaj potrebno je posebno razmotriti i ustanoviti kolike bi bile uštede. Međutim, treba napomenuti da će potrošači koji budu primjenjivali akumulaciono grijanje prostorija imati smanjenje troškova uplate električne energije i to približno u onom omjeru koliko kWh prebace u vrijeme niže tarife.

Daljnja prednost je bolje korištenje instalirane snage postrojenja i smanjenje gubitaka, a ti se elementi ne mogu obuhvatiti tačnijim računima. Ako bi se već danas primijenilo akumulaciono grijanje u Splitu, vidimo (sl. 3) da raspoloživa energija akumulacije iznosi oko 240 MWh uz približnu slobodnu noćnu snagu oko 25—30 MW.

Ova raspoloživa snaga je u stanju da pokrije danas oko 8000 potrošača uz pretpostavku da je snaga trošila do 4 kW; to znači da bi bilo moguće u noćnim dolinama opterećenja gradske mreže grijati oko 30% gradskih stanova.

Zaključci

Iz naprijed iznijetih razmatranja može se zaključiti slijedeće:

1. Zimsko maksimalno opterećenje područja grada Splita je veliko i sezonske varijacije snage su znatne. Razlika danas iznosi do 10 MVA. Povećano opterećenje i potrošnja u zimskom razdoblju su dobrim dijelom uvjetovani električnim zagrijavanjem prostorija.
2. Da bi se smanjilo dodatno opterećenje uvjetovano zagrijavanjem prostorija potrebno je da se izvrši preorijentacija u načinu grijanja prostorija i to uvođenjem akumulacionog grijanja, a kasnije i tonfrekventne komande.
3. Potrebno je potrošačima omogućiti ugradnju dvotarifnih brojila i ukazati na prednost uvođenja akumulacionog grijanja s obzirom na nižu cijenu električne energije. Također treba nastojati da se uvijek održi odnos tarifa dan-noć.
4. Ekonomske prednosti uvođenja ovog načina grijanja su:
   — ušteda do cca 1200 NDin/kW s obzirom na ulaganja u mrežu,
   — smanjenje nabavne cijene električne energije za cca 11 NDin/kW,
   — bolje korištenje postrojenja i smanjeni gubici,
   — manji troškovi kod potrošača za nabavu električne energije.
5. Praktične mogućnosti uvođenja akumulacionog grijanja se svode na njegovo postepeno uvođenje kod potrošača, što se može uvjetovati s energetskom suglasnosti.
6. Radi eventualnih nepovoljnih odnosa u noćnom dijagramu opterećenja potrebno je vršiti stalnu kontrolu opterećenja u svim dijelovima mreže.
7. Kasnije modernizacijom mreže preći na uvođenje tonfrekventne komande. Već sada postepeno pripremati instalacije kod potrošača. Radi upotrebe takovih uređaja potrebno je da poduzeća za distribuciju električne energije problem uvođenja tonfrekventne komande zajednički razmotre.

Naslov pisca: Šimun Šimundža, dipl. ing., »Elektrodalmacija«, Split

INFORMATIVNO-DOKUMENTACIJSKI SERVIS
Instituta za elektroprivredu, Zagreb

Između ostalog, te uz najpovoljnije uvjete, preuzima narudžbe za pripremu i štampanje svih vrsta publikacija, kataloga, prospekata, cirkulara i sl. za potrebe poduzeća i ustanova.

UZEMLJENJA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

Ante Primožić, Rijeka

Uzemljenja u električnim mrežama, a posebno u distributivnim, predstavljaju veoma osjetljiv problem. Po svojoj važnosti i značenju ona su jedan od osnovnih sastavnih dijelova mreže. Radi toga im treba posvetiti odgovarajuću pažnju.
U riječkoj distributivnoj mreži kao uzemljivač pogonskog uzemljenja upotrebljena je gradska vodovodna mreža. Ona predstavlja ne samo siguran, nego ekonomski opravdan, a u kraškim područjima i jedino moguć efikasan uzemljivač. Radi toga i radi ostalih njegovih prednosti pred drugim uzemljivačima preporuča se za upotrebu.
U naseljima gdje ne postoji vodovodna mreža potrebna je primjena posebnih uzemljivača. Iskustva sa do sada upotrebljavanim i raspoloživim materijalima za ove uzemljivače nisu povoljna te se preporuča proizvodnja nekorodirajućeg čelika primjenljivog za ovu svrhu.

DK 621.316.1 : 621.316.99

Pojmovno, uzemljenje predstavlja vodljivu vezu između pojedinih dijelova postrojenja električne mreže, koji su u električnom pogledu i sami vodljivi, i zemlje. Svrha mu je da određene dijelove postrojenja drži na potencijalu zemlje u toku normalnog pogona, ili ih na nj dovodi u slučaju kvara na postrojenju.

Iz ovih razloga uzemljenje aktivno učestvuje u obavljaju osnovne funkcije postrojenja električne mreže pa ga stoga smatramo jednim od njenih osnovnih sastavnih dijelova.

Kao jednom od osnovnih sastavnih dijelova postrojenja električne mreže potrebno je uzemljenju posvetiti odgovarajuću pažnju, ne manju od pažnje koja se posvećuje tzv. aktivnim dijelovima postrojenja. Tek pravilnim i propisnim usklađenjem svih ovih dijelova može postrojenje kao cjelina normalno, sigurno i propisno vršiti predviđenu funkciju.

Posebna se pažnja mora pridavati uzemljenjima u postrojenjima distributivnih mreža, koje širenjem elektrifikacije i naglim rastom stepena elektrificiranosti poprimaju zamašne i složene oblike.

Složenost i širina ovih mreža uz masovnu upotrebu trošila električne energije, naime, nameće potrebu da se veoma mnogo pažnje poklanja upravo uzemljenjima, što se u ranijoj fazi elektrifikacije iz različitih razloga nije činilo. Ovo je potrebno, kako zbog sigurnosti postrojenja, tako i zbog sigurnosti osoblja koje koristi i koje predaje električnu energiju.

Prema namjeni i karakteru razlikujemo tzv. radno ili pogonsko uzemljenje, zaštitno uzemljenje i uzemljenje za oblikovanje potencijala, koje obično predstavlja dio zaštitnog uzemljenja.

Uzemljenje kao dio postrojenja električne mreže dijelimo dalje na dva osnovna dijela: zemljovod i uzemljivač.

Zemljovod smatramo dio vodova za uzemljenje položen izvan zemlje, ili u zemlju, a na njega priključujemo dijelove postrojenja mreže koje je potrebno uzemljiti.

Uzemljivačem smatramo dio vodova za uzemljenje položenih neposredno u zemlju (i koji su s njom u vodljivoj vezi), a svrha im je da ovu vodljivu vezu ostvare čim bolje, neposrednije i čvršće.

Kvaliteta vodljivosti ove veze sa zemljom ovisi o specifičnoj vodljivosti, odnosno specifičnom otporu tla, koje koristimo za uzemljenje i njegovoj količini, kao i kvaliteti, količini i rasporedu uzemljivača.

U pogledu materijala za izvođenje uzemljenja danas upotrebljavamo gotovo isključivo pocinčani čelik.

Za izvođenje zemljovoda isključivo se upotrebljava pocinčana traka određenog i prikladnog presjeka, dok se za izvođenje uzemljivača najviše primjenjuje traka, cijevi ili ploče.

Pocinčanje ovih dijelova uzemljenja je potrebno kako bi bili zaštićeni protiv korozije i razaranja, te na taj način postigli potreban vijek trajanja u odnosu na ostale dijelove postrojenja. Radi toga kvaliteta pocinčenja mora biti besprijekorna, a svi dijelovi koji su oštećeni, bilo bušenjem u svrhu spajanja, bilo na koji drugi način u toku pripreme i izrade uzemljenja, trebaju biti naknadno pocinčani ili na neki drugi način solidno zaštićeni protiv korozije.

Otpornost protiv korozije materijala, koji se upotrebljava za izvođenje uzemljenja, je neobično važna, kako u tehničkom, tako i u ekonomskom pogledu.

Promatrano sa tehničkog stanovišta, uzemljenje treba da osigura neprekinutu, čvrstu, pouzdanu i trajnu vezu uzemljenih dijelova sa zemljom.

Ove zahtjeve može zadovoljiti samo kvalitetno obrađen i pripremljen materijal koji upotrebljavamo za uzemljenje, koji nakon toga treba biti pažljivo položen i raspoređen u zemlju.

Materijal loše kvalitete će u toku vijeka trajanja postrojenja izazvati nepotrebne, veoma neugodne i štetne pogonske smetnje i prekide, te napore pogonskog osoblja, koje je zaduženo da postrojenje održava u ispravnom pogonu.

Promatrano sa ekonomskog gledišta uzemljenje kao neophodan sastavni dio postrojenja električne mreže predstavlja relativno visoku stavku u investicionim ulaganjima za izgradnju električne mreže.

Ono je naročito skupo u područjima kraških terena gdje je tlo nepovoljno za izvođenje uzemljenja i za postizanje zadovoljavajućeg prijelaznog

otpora uzemljenja koje je neophodno potrebno da bi uzemljenje uopće zadovoljilo. Radi toga je za izgradnju uzemljenja potrebno upotrijebiti veoma kvalitetan materijal otporan protiv korozije. Ovo je posebno važno upravo u kraškim područjima gdje su zemljani radovi oko polaganja i montaže uzemljenja daleko skuplji od upotrebljenog materijala. Ovo tim više jer je u ovim područjima a zbog loše kvalitete tla potrebno upotrijebiti i veći broj uzemljivača nego drugdje gdje su zemljani radovi lakši, a zemlja dobre vodljivosti.

Zbog ilustracije u tablici 1 prikazani su vrsta i sastav uzemljivača i izmjereni iznos prijelaznog otpora pojedinog uzemljenja za niz gradskih transformatorskih stanica riječke distributivne mreže, izvedene na području izrazito kraškog karaktera.

Tablica 1

TS	Pogonsko uzemljenje			Cijev	Zaštitno uzemljenje		
	Uzemljivač	Traka (m)	Iznos (om)		Ploča (kom)	Traka (m)	Iznos (ohm)
1	Vod. mreža	14	3,5	—	6	52	4,0
2	Vod. mreža	50	2,8	—	6	40	3,0
3	Vod. mreža	30	4,0	—	6	40	2,6
4	Vod. mreža	8	1,8	—	6	32	2,5
5	Vod. mreža	15	2,0	—	6	38	5,8
6	Vod. mreža	15	2,8	—	6	41	6,7
7	Vod. mreža	20	2,0	—	10	50	4,5
8	Vod. mreža	16	0,4	—	6	40	0,6
9	Vod. mreža	16	2,0	—	6	40	4,5
10	Vod. mreža	10	2,0	—	8	40	4,7
11	Vod. mreža	25	2,0	—	2	40	4,5
12	Vod. mreža	20	2,0	—	2	40	4,7
13	Vod. mreža	16	2,0	—	10	50	4,5
14	Vod. mreža	20	2,0	—	8	30	4,8
15	Vod. mreža	15	2,0	—	6	40	7,5
Prosječno		19,4	2,2		6,1	41	4,3

Kako je iz tablice vidljivo u ovoj je distributivnoj mreži kao uzemljivač upotrijebljena gradska vodovodna mreža. Ovaj je način i vrsta uzemljenja za kraška područja jedino opravdan i moguć, jer se samo tim načinom uzemljenja može postići dovoljno nizak iznos prijelaznog otpora i zadovoljiti uvjete zaštite nulovanjem, koje je u ovoj mreži odabrano kao način zaštite od previsokog napona dodira.

Iz tablice je vidljivo i to da je vodovodna mreža upotrebljena kao uzemljivač pogonskog uzemljenja, dok su za zaštitno uzemljenje upotrebljeni posebni pločasti uzemljivači, iako su inače oba uzemljenja u pravilu spojena.

Upotrebom vodovodne mreže kao uzemljivača postignuta je obostrano višestruka korist, kako za distributera električne energije, tako i za vlasnika vodovodne mreže.

Distributivno poduzeće na ovaj način dobiva uz relativno niske troškove pouzdan, solidan i čvrst sistem uzemljenja sa niskim prijelaznim otporom, dok vodovod otklanja opasnost pojave određenog napona dodira na svojim cijevima, koja bi se u protivnom slučaju pojavila.

Prilikom upotrebe vodovodne mreže kao uzemljivača kontrolirano se i na stručan način provodi spajanje uzemljenja na vodovodne cijevi uz obavezno premoštenje vodomjera.

U protivnom slučaju, kada se ovo ne radi, te u slučaju križanja električne i vodovodne mreže mogu uslijed kvara doći jedna s drugom u neposredan dodir, na vodovodnoj mreži može se pojaviti opasan napon dodira, naročito prilikom izmjene vodomjera. Ovakovih je slučajeva povremeno bilo prije kontrolirane i propisane upotrebe vodovodne mreže kao uzemljivača; sada je to u cijelosti otklonjeno.

Dodatnim uzemljenjima, npr. priključkom pojedinih kućnih instalacija također na vodovodnu cijev, obavezno ispred premoštenog vodomjera, čitav se sistem uzemljenja u mreži još učvršćuje i poboljšava te predstavlja veoma solidan sistem zaštite protiv previsokog napona dodira primjenom nulovanja.

Iz tablice je vidljivo, a prethodno i napomenuto, da se unatoč upotrebe vodovodne mreže kao uzemljivača pogonskog uzemljenja, za izvedbu zaštitnog uzemljenja upotrebljava sistem odvojenih uzemljivača pretežno u obliku ploča međusobno povezanih trakom.

Ovo je provedeno prvenstveno kao osiguranje u odnosu na vodovod, koji bi eventualno, iz bilo kojih razloga mogao onemogućiti daljnju upotrebu vodovodne mreže kao uzemljivača.

Izvođenje zaštitnog uzemljenja pomoću posebnih uzemljivača u ovakvim slučajevima inače nije potrebno, tim više što su oba uzemljivača međusobno spojena, a vijek trajanja nesolidno pocinčane trake je relativno kratak.

Iz tablice je, međutim, također vidljivo da je za izvedbu uzemljenja pomoću posebnih uzemljivača na ovom području potrebno relativno mnogo uzemljivača za postizanje snošljivog prijelaznog otpora uzemljenja. (Prosječno 6,1 ploča dimenzije 1000 × 1000 × 3 mm sa 41 m trake 30 ×4 mm za postizanje prijelaznog otpora uzemljenja u iznosu od 4,3 oma ili 26,5 oma po pojedinoj ploči.)

Ova činjenica znatno poskupljuje i otežava izvođenje kvalitetnih i zadovoljavajućih uzemljenja u seoskim mrežama kraškog područja, gdje pretežno ne postoji vodovodna mreža; tu je neophodno potrebno pribjeći upotrebi odvojenih (posebnih) uzemljivača.

Osim toga je u ovim mrežama potrebno odvojiti pogonsko od zaštitnog uzemljenja.

Iz ovoga proizlazi da je u seoskim mrežama kraškog područja neophodno upotrijebiti relativno velik broj uzemljivača.

Kratka analiza potrebnog broja uzemljivača i njihove cijene, sa jedne strane, kao i neophodnost provedbe zaštite protiv previsokog napona dodira, sa druge strane, upućuje i u ovim mrežama na primjenu nulovanja kao najpovoljnijeg načina zaštite. (Svi drugi načini su skuplji, nedostupniji i u krajnjoj liniji nepovoljniji).

Uzme li se u obzir prosječna seoska mreža sa oko 40 kućanstava, iz dosadašnjih iskustava proizlaze slijedeći prosječni troškovi izgradnje ove mreže:

Transformatorska stanica	28.000 novih dinara
Visokonaponski priključak	26.000 novih dinara
Niskonaponska mreža	50.000 novih dinara
Ukupno:	104.000 novih dinara

U ovoj cijeni nisu obuhvaćeni troškovi izvedbe uzemljenja. Iz prije iznesenih podataka o mjerenjima uzemljenja proizlazi da je potrebno prosječno 6 komada uzemljivača za ostvarenje prijelaznog otpora uzemljenja između 4 i 5 oma, što se može smatrati dovoljnim otporom za pojedino uzemljenje kod transformatorske stanice.

Pretpostavimo li za ovakvu seosku mrežu prosječno po dva strujna kruga i na svakom od njih po dva uzemljenja da bismo postigli ukupan otpor nulvodiča od 2 oma, dobijemo potrebu od ukupno:

— pogonsko uzemljenje	6 uzemljivača (kod TS)
— zaštitno uzemljenje	6 uzemljivača (kod TS)
— uzemljenje 0-vodiča na mreži sa dva strujna kruga cca	8 uzemljivača
Ukupno	20 uzemljivača

Izvedbena iskustva pokazuju da na kraškom terenu prosječna cijena pojedinog uzemljivača (uključivo zemljovod) iznosi oko 1000 novih dinara (za pločasti uzemljivač).

Iz ovoga proizlazi ukupna cijena izvedbe sistema uzemljenja za zaštitu nulovanja u iznosu od 20.000 novih dinara, odnosno u prosjeku više od 20% ukupne cijene distributivne seoske mreže.

Neusporedivo veći dio ukupnih troškova uzemljenja otpada, naravno na zemljane radove oko iskopa u kamenitom terenu i dopremu ilovače, dok se manji dio troškova odnosi na materijal uzemljenja.

Zaštita protiv previsokog napona dodira pomoću zaštitnih uzemljenja, međutim, iziskuje znatno veći broj pojedinačnih uzemljenja, te bi troškove uzemljenja još povisila.

S druge strane zadovoljenje uvjeta kod primjene načina zaštite pomoću zaštitnih uzemljenja koji zahtijeva otpor zaštitnog uzemljenja u iznosu od

$$R_u = \frac{65}{I_i}$$

za pojedinu instalaciju, čini ovaj način zaštite praktički neizvedivim, jer za osigurače instalacije od 25 A zahtijeva otpor uzemljenja od oko 1 om, što je veoma teško pa i nemoguće postići.

Sve ovo upućuje na primjenu nulovanja kao jedino opravdanog načina zaštite i kod seoskih distributivnih mreža.

Radi ovako visokih troškova izvedbe uzemljenja kvaliteta materijala za uzemljenja imade veoma značajnu ulogu.

Neophodno je potrebno da on fizički ne dotraje prije nego distributivna mreža, da se troškovi oko njegove zamjene ne bi ponavljali u toku pogona i životne dobi mreže.

Dosadašnja iskustva sa pocinčanim čeličnim trakama, pločama i cijevima, na žalost, ovo ne pokazuju. Materijal za uzemljenja, naime, relativno veoma brzo dotraje, a posebno na spojevima, te dolazi do prekida u sistemu uzemljenja, što čini zaštitu neefikasnom.

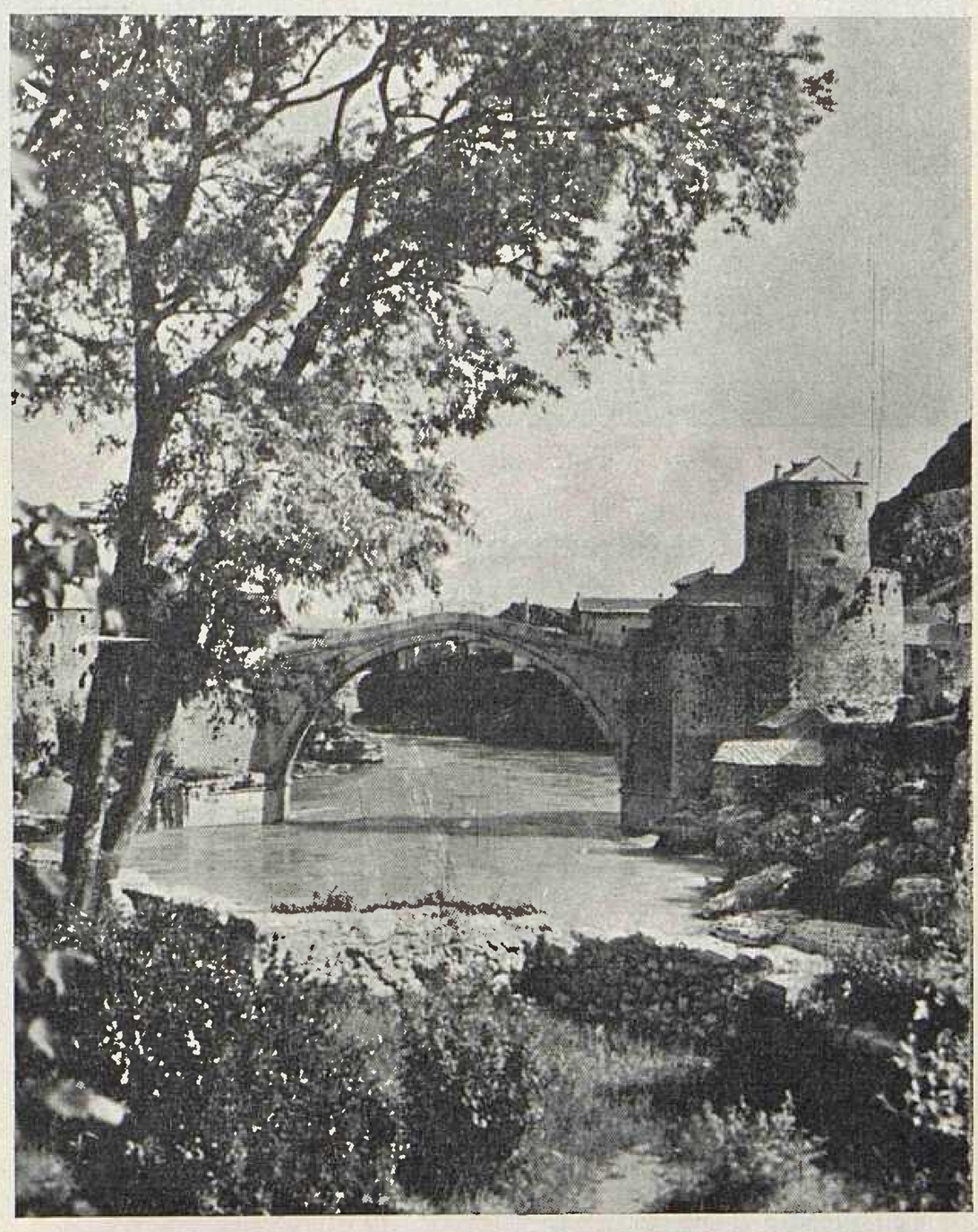
Radi toga bi bilo neophodno potrebno od proizvođača čelika zahtijevati proizvodnju nekorodirajućeg čelika kao materijala za izvedbu uzemljenja, što bi za elektroprivredu, a preko nje i za čitavu našu privredu značilo ogromne uštede financijskih sredstava te velik doprinos poboljšanju pogonske sigurnosti elektroprivrednih, a posebno distributivnih postrojenja, kao i sigurnost ljudskih života.

Zaključak

- Veliki porast broja elektrificiranih kućanstava, a s tim u vezi i proširenje distributivnih mreža, zahtijeva da se posebna pažnja posveti zaštiti od previsokog napona dodira. Iskustva pokazuju da je najbolji način ove zaštite nulovanje.
- U gradskim distributivnim mrežama kao uzemljivače najzgodnije je upotrijebiti gradsku vodovodnu mrežu. Iskustvo Rijeke to i potvrđuje.
- Seoske distributivne mreže, pošto u pravilu ne raspolažu vodovodnom mrežom, upućene su na upotrebu odvojenih uzemljivača. Upotreba odvojenih uzemljivača, a posebno na kraškim područjima, je relativno veoma skupa radi velikog udjela zemljanih radova u njihovoj izvedbi.
- Iskustva sa do sada upotrebljavanim materijalima za izvedbu uzemljenja, a naročito u pogledu kvalitete pocinčanja, ne zadovoljavaju.
- Potrebno je, da proizvođači čelika usvoje i proizvodnju nekorodirajućeg čelika koji bi po kvaliteti i po cijeni bio pristupačan za upotrebu kod izvedbe uzemljenja u električnim mrežama.

Naslov pisca: Ante Primožić, dipl. ing. »Elektroprimorje« Rijeka, V. Cara Emina ul. 2

Osmo stručno savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije



Osmo stručno savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije, koje je organizirao Jugoslavenski nacionalni komitet CIGRÉ, sekcija Međunarodne organizacije za velike električne mreže (Conférence Internationale des Grands Reseaux Électriques — skraćeno CIGRÉ), održano je u Mostaru od 25. rujna do 2. listopada 1966. Na ovom Savjetovanju prisustvovalo je preko 650 stručnjaka iz elektroprivrede, elektroindustrije, pošte, željeznice, fakulteta i naučno-istraživačkih organizacija. Iznesena su 102 referata, koji su bili stavljeni na diskusiju u stručnim sekcijama Savjetovanja i to:

Sekcija I	
ELEKTRIČNA OPREMA	*25 referata*
Sekcija II	
ELEKTRIČNA POSTROJENJA	*13 referata*
Sekcija III	
VODOVI	*9 referata*
Sekcija IV	
ELEKTRIČNE MREŽE	*33 referata*
Sekcija V	
TELEKOMUNIKACIJE	*6 referata*
Sekcija VI	
VRLO VISOKI NAPONI	*4 referata*
Sekcija VII	
EKONOMSKA PITANJA ELEKTROENERGETIKE	*12 referata*

Na osnovu diskusija po pojedinim stručnim sekcijama doneseni su na Savjetovanju slijedeći zaključci:

Prva sekcija — ELEKTRIČNA OPREMA

Predsjednik: prof. dipl. ing. DOLENC ANTON
Stručni izvjestioci:

prof. dr ing. BOSANAC TOMO (za grupu 11)
CIHLAR VELIMIR, dipl. ing. (za grupu 12)
BELIN BORIS dipl. ing. (za grupu 13)
BEK VLADIMIR dipl. ing. (za grupu 14)

Grupa 11 — Generatori

1. Među tehničko-ekonomski iskoristivim vodnim snagama postoji dio za postrojenja srednjeg i malog pada. Preporučuje se zbog toga da se pristupi istraživanju tipova generatora znatno pojednostavljene konstrukcije i načina pogona, kako bi se mogla povećati ekonomičnost iskorištenja takvih izvora energije.
2. Nalazimo se u situaciji da se grade generatori vrhunskih snaga. Uz ostalo, to je moguće i primjenom vodenog hlađenja i boljim iskorištenjem materijala. Radi toga je potrebno da se istraživanja usmjere na tehniku hlađenja, mehaničko naprezanje materijala i gubitaka u aktivnim dijelovima generatora, uz primjenu modernih sredstava i metoda računanja.
3. U vezi s prethodnom tačkom preporučuje se da se pristupi istraživanju posljedica na karakteristike, koje su izazvane znatno povećanim elektromagnetskim opterećenjem materijala.
4. Preporučuje se da se pristupi istraživanju zahtjeva mreže na generatore. Bilo bi potrebno da se istraže nove metode proračuna, prilagođavanja modernim sredstvima računanja i stanja razvoja tehnike i nauke.
5. Turbogeneratori su postali tipičan sistem zbog svojih dimenzija i opterećenja materijala. Istraživanje vibracija postalo je vrlo aktuelno. Bilo bi potrebno

Sl. 1. Radno predsjedništvo

da se pristupi istraživanju utjecaja elektromagnetskih naprezanja na vibracije, njihova utjecaja na umor materijala i udjela ultrazvučnih vibracija.

5. Poboljšanje tehnike hlađenja omogućilo je da se znatno povećaju strujna opterećenja. Zato su se povećale reaktancije, ali ujedno i teškoće sa uzbudom. Preporučuje se da se nastavi istraživanje primjene usmjerivača u uzbudi generatora.

Zaključci u vezi s izvještajem studijskog komiteta za turbogeneratore:

1. Preporučuje se da se pri izboru tema za buduće savjetovanje usvoje pitanja što su istaknuta u izvještaju SKTG, kao problematika koja traži rješenja bilo obradom u referatima, bilo iznošenjem iskustava i zapažanja.
2. Kako bi pitanje u vezi s mrežom i pitanja ekonomike, koja treba riješiti prije definiranja opreme, dobila potrebne odgovore, preporučuje se da se pojača SKTG sa tri do pet članova sa područja mreže i dva do tri člana sa područja ekonomike. Oni bi mogli definirati i pokrenuti akcije (izradu studija i analiza, prikupljanje podataka i sl.), koje bi studijskom komitetu osigurale podlogu za daljnji rad.
3. Pri izradi eventualnih studija i analiza s područja mreže i ekonomike treba voditi računa i o dobivanju podataka važnih za hidrogeneratore, kod kojih se već danas postavljaju slična pitanja u pogledu parametara, valorizacije gubitaka itd, kao i kod turbogeneratora.

Grupa 12 — Transformatori

1. U eksploataciji distributivnih transformatora pojavljuju se slučajevi da je potrebno teretiti transformator teretom koji prelazi njegovu nazivnu snagu. Do njih najčešće dolazi bilo zbog premalih snaga raspoloživih jedinica, bilo zbog potreba prebacivanja tereta sa dva transformatora u paralelnom radu na jedan transformator.
   Smatra se da je u takvim slučajevima svrsishodno povećati snagu transformatora povećanjem kapaciteta rashladnog uređaja, no ovo rješenje treba primijeniti samo izuzetno, jer je kod duljeg pogona neekonomično.
   Nadalje se preporučuje da se u budućnosti razmotri mogućnost povećanja tereta transformatora iznad nazivne snage za vrijeme sniženih temperatura rashladnog sredstva.
2. Iako kratkospojna ispitivanja transformatora nisu predviđena našim standardom, smatra se korisnim da se takova ispitivanja vrše kao razvojna ispitivanja. Da bi se uvjeti ispitivanja što više približili uvjetima koji su predviđeni u nekim standardima socijalističkih zemalja, u koje naša industrija

Sl. 2. Rad VI sekcije

izvozi transformatore, preporučuje se da se transformatori ispituju sa pet udara kratkog spoja.
Nadalje se smatra korisnim da se takova razvojna ispitivanja provode na transformatorima izvan kotla, jer je time tokom ispitivanja omogućeno praćenje mehaničke pojave u trasformatoru.

3. Budući da ekonomičnost regulacije napona u distributivnim mrežama zahtijeva uz ostalo i regulacione transformatore manjih snaga, to se našoj elektroindustriji preporučuje da razmotri mogućnost proizvodnje takovih transformatora.
U izboru sistema regulacije treba posvetiti pažnju ekonomičnosti transformatora s obzirom na njegovu cijenu i prikladnost odabranog sistema regulacije.
4. Konstatirano je da problematika o potrebi i načinu ispitivanja transformatora udarnim naponom nije bila razmotrena na ovom savjetovanju, pa se zbog njezine aktuelnosti preporučuje da se za slijedeće savjetovanje pripreme radovi s tog područja.

Grupa 13 — Aparatura

1. Potrebno je da se domaća industrija orijentira na gradnju prekidača za mreže srednjeg napona s uzemljenom neutralnom tačkom. To se u prvom redu odnosi na mogućnost automatskog brzog ponovnog uklapanja s beznaponskom pauzom od 0,3 sek.
Prema podacima koje su iznijeli predstavnici proizvođača, to neće bitno utjecati na povećanje cijene aparata.
Uvođenje sistema brzog ponovnog uklapanja postavlja posebne probleme s obzirom na rad visokonaponskih motora, jer je kratka pauza od 0,3 sek. preduga da se spriječe jaki udari struje pri ponovnom uklopu, a skraćenje ispod 0,3 sek. dovodi u pitanje sigurnost gašenja luka na mjestu prolaznih kvarova. Kao rješenje preostaju dvije mogućnosti: ili da se za takve uzemljene mreže izvode visokonaponski motori s pojačanim glavama namota, otpornih prema naprezanjima što se javljaju prì ponovnom uklopu, ili da se visokonaponski motori pojedinačno priključuju preko odgovarajućih releja koji sprečavaju ponovni uklop prije kritičnog vremena, koje se kreće između jedne i dvije sekunde.
2. Za praksu je važno da se vodi računa o promjenljivosti vremenske konstante ugrijavanja štićenih objekata i samih releja.
Primjena termoreleja za zaštitu generatora nije opravdana, osim u slučaju velikih preopterećenja, koja se do sada nisu pojavljivala.
Predlaže se da se pitanje o mogućnosti preopterećenja generatora obradi u jednom od referata za slijedeće savjetovanje.
3. Iskustvo je pokazalo da se primjenom metode istraživanja magnetskih polja s pomoću poluprovodnog papira dobivaju tačniji rezultati negoli računskom ili grafoanalitičkom metodom. Ustanovljena pogreška od cirka 8 % u odnosu na mjerene vrijednosti vezana je uz činjenicu da se opisanom metodom ne uzimaju u obzir vrtložne struje.

Grupa 14 — Izolacioni materijali

Kako za ovo savjetovanje nije bio podnesen ni jedan referat s područja te grupe, prihvaćen je prijedlog stručnog izvjestioca ing. BEK-a, da se s obzirom na značenja izolacionih sistema obradi za naredno savjetovanje problematika sa slijedećih područja:

1. Konstrukciono-tehnološka i eksploataciona iskustva s izolacionim sistemima velikih generatora, napose turbogeneratora.
2. Iskustva na području preventivnih nedestruktivnih ispitivanja i kontrole stanja izolacionih sistema generatora.
3. Konstrukciono-tehnološka i eksploataciona iskustva s izolacionim sistemima transformatora.

Druga sekcija — ELEKTRIČNA POSTROJENJA

Predsjednik: KRIVANEK VALTER dipl. ing.

Stručni izvjestioci:

MILETIĆ VUČETA dipl. ing.
SOFTIĆ SEAD dipl. ing.

1. Zbog pomanjkanja bakra potrebno je energičnije pristupiti primjeni aluminija u elektroenergetskim postrojenjima. To je moguće ostvariti s relativno manje teškoća kod kabelskih mreža srednjeg napona i učinskih kabela niskog napona većeg presjeka, a potom i kod sabirnice razvodnih postrojenja srednjeg napona.
Domaća industrija treba da olakša i osigura nabavku kabelskog pribora, stezaljki, veznog materijala i alata.
2. Preporučuje se daljni intenzivni rad na tipizaciji projekata elektroenergetskih objekata i standardizaciji dijelova tih postrojenja, kao preduvjet za bržu izgradnju i sniženje troškova izgradnje i eksploatacije.
3. U nastojanju da se izbjegne suvišan utrošak obojenih metala u kabelskim mrežama srednjeg napona, u elektranama i industrijskim postrojenjima predlaže se da se revidira kod nas do sad uobičajen zahtjev da se i kraći napojni kabeli, koji snabdijevaju pojedine motore za koje postoji 100 %-tna pogonska rezerva, dimenzioniraju na termičku izdržljivost u slučaju kratkog spoja. Sekcija usvaja stanovište da se presjek takovih kabela može odabrati prema nominalnoj struji motora, uzimajući u obzir da će se kabel morati izmijeniti ako dođe do njegovog oštećenja zbog kratkog spoja u motoru ili na njegovim priključcima, smatrajući pri tom da su takove greške izvanredno rijetke.
4. Rad na izradi propisa u oblasti elektroenergetike kojih još nema i na ažuriranju postojećih, dijelom zastarjelih propisa, treba ubrzati i stalno dopunjavati. Također treba izraditi uputstva i tehničke uvjete za proizvodnju, isporuku, ispitivanje i održavanje elektro-opreme.
5. Smjernice za projektiranje hidroelektrana, termoelektrana i razvodnih postrojenja potrebno je također izraditi na osnovu iskustva iz protekle i tekuće izgradnje tih objekata u Jugoslaviji.

Sl. 3. Rad I sekcije

Treća sekcija — VODOVI

Predsjednik: ZEBAHER HENRIK, dipl. ing.

Stručni izvjestilac:
prof. dr ing. PLAPER MARIJAN

1. Pitanje zaštitnih užeta dalekovoda je tehničko-ekonomske prirode. U našim uvjetima zaštitna su užeta svrsishodna kod dalekovoda na čeličnim stupovima, osim ako je izokeraunički nivo nizak, riziko od zaleđivanja naglašen i snabdijevanje potrošača osigurano drugim putem. Ta su užeta svakako potrebna kod antenskih vodova i vodova najviših napona.
2. Preporučuje se da se izradi i publicira što potpunija izokeraunična karta čitave zemlje.
3. Ispade dalekovoda treba sistematski analizirati da bi se mogle poduzeti mjere za njihovo otklanjanje. Treba nastojati da se broj godišnjih ispada snizi na nivo razvijenih zemalja. S tim u vezi potrebno je modernizirati i usavršavati projektiranja, izgradnju i održavanje dalekovoda.
4. Zaleđivanje dalekovoda prouzrokuje u našoj zemlji znatan broj prekida, pa tom problemu i dalje treba posvećivati pažnju. Preporučuje se da se u svim republikama postave dovoljno jake mreže promatračkih stanica za zaleđivanje, slično kao što je to učinjeno u SR Srbiji.
5. Rad na standardizaciji i izboru većih presjeka vodiča za dalekovode treba ubrzati u skladu sa zaključcima sedmog savjetovanja.
6. Domaća industrija za proizvodnju kapastih (lančastih) izolatora mora što prije da osvoji proizvodnju izolatora veće elektromehaničke čvrstoće. S tim u vezi treba pripremiti odgovarajuće nove standarde.
7. Upotreba aluminijskih kabela u stranim zemljama naglo raste. Može se smatrati da je potpuno riješeno i pitanje spajanja takvih kabela. Ekonomski razlozi daju osnovu da se aluminijski kabeli sve više upotrebljavaju i u našoj elektroprivredi. Za takve kabele treba dopuniti odgovarajuće propise.
8. Moderne računske metode na elektroničkim računarima treba što više koristiti i u projektiranju. Sekcija preporučuje da se osnuje poseban studijski komitet koji bi rješavao problematiku uvođenja te računske tehnike u svim područjima elektroprivrede.

Četvrta sekcija — ELEKTRIČNE MREŽE

Predsjednik: GOLUBOVIĆ MIHAJLO, dipl. ing.

Stručni izvjestioci:
prof. dr ing. MUŽDEKA GOJKO (za grupu 41)
PLAZINIĆ VOJISLAV dipl. ing. (za grupu 42)

Grupa 41 — Prijenosna mreža

1. Opći problemi visokonaponskih mreža

1.1. Potrebno je mnogo više tehničkog i ekonomskog opravdanja za postavljanje velikih sinhronih kompenzatora u tačkama interkonekcije 220/110 kV nego što je bilo do sada.

1.2. Pri eventualnoj nabavci i ugovaranju isporuke sinhronih kompenzatora treba se koristiti dosadašnjim iskustvima iz eksploatacije sa sinhronim kondenzatorima i njihovim kvarovima.

1.3. Raditi na osiguranju potrebnih mjera koje će pridonijeti prebacivanju težišta kompenzacije reaktivnih snaga u distributivne mreže i bržoj kompenzaciji u tim mrežama putem baterija kondenzatora.

1.4. Nakon što se po prvi put uvedu grupne regulacije napona i reaktivnih snaga u elektrani u naš sistem treba odmah prikupljati iskustva iz pogona radi eventualnih donošenja odluka o široj primjeni grupne regulacije napona.

1.5. Treba i dalje studirati u skladu s rastom našeg elektroenergetskog sistema optimalnost standardnih naponskih nivoa i njihova broja.
Gdje je god to tehnički i ekonomski opravdano, može se primijeniti i napon 20 kV. O tom pitanju

elektroprivreda bi trebala kod nadležnih organa ponovno pokrenuti pitanje razmatranja standardnih napona.

1.6. Koristiti ispitivanja na samom elektroenergetskom sistemu za verifikaciju indirektnih metoda i matematičkih modela, te eventualno poboljšanje tih metoda.

1.7. Svrsishodno je da se u okviru problema kvalitete napona ispituju i mogućnosti za praćenje nesimetrije napona i struje.

2. *Zaštita i automatika*

2.1. Preporučuje se da se provede sistematska tvornička zamjena siluminskih prirubnica s onima od temper-liva na svim ventilnim odvodnicima prenapona koji se nalaze u pogonu.

2.2. Pitanje uzemljenja 0-tačke u srednje naponskim mrežama treba rješavati što hitnije. Također raditi na poboljšanju ventilnih odvodnika prenapona nominalne odvodne moći 5 kA. Povremeno ići po pravilu na primjenu ventilnih odvodnika prenapona nominalne odvodne moći 10 kA.
Nastojati da se realiziraju sistematska provjeravanja odvodnika prenapona bar svake tri godine.

2.3. I dalje upotpunjavati dokumentaciju o lokacijama, učestalosti i intenzitetu atmosferskih pražnjenja.

2.4. Preporučuje se domaćoj industriji koja izrađuje aparate i zaštitne uređaje da što prije prilagodi svoje konstrukcije zahtjevima pojedinih elektroprivrednih organizacija, koje su uvele uzemljenje preko nisko omske impendance.

2.5. I dalje pratiti, analizirati i poduzimati mjere za pravilno reagiranje selektivne zaštite pojedinih elemenata sistema od prekomjernih struja, kao i mjere za uspješnost jednopolnih i tropolnih ponovnih uključenja u mrežama najviših napona, te s proširenjem posljednjih i na sređenje naponske mreže koje se uzemljuju preko nisko omske impendance.

2.6. Preporučuje se da Studijski komitet za zaštitu i releje prikupi podatke s terena o eventualnim teškoćama brzog uključivanja generatora u mrežu preko automatske sinhronizacije. Također se preporučuje da se razmotri opravdanost primjene puštanja u rad generatora metodom samosinhronizacije u pojedinim slučajevima.

3. *Problemi uzemljenja*

Treba nastaviti s eksperimentalnim istraživanjima ponašanja dugih uzemljivača koji se često koriste u uvjetima kraškog terena.

4. *Mreže za elektrifikaciju željeznica*

Preporučuje se elektroprivredi da razmotri sve aspekte specifičnog potrošača u vidu monofazne električne željezničke vuče koristeći i istraživanja na modelu, te da odredi odgovarajuće tehničke i ekonomske parametre koji će omogućiti zainteresiranim željezničkim poduzećima da za elektrifikaciju željeznica nađu optimalna rješenja, uslovljena zahtjevima elektroprivrede kao isporučioca električne energije.

5. *Mreže specifičnih industrijskih pogona*

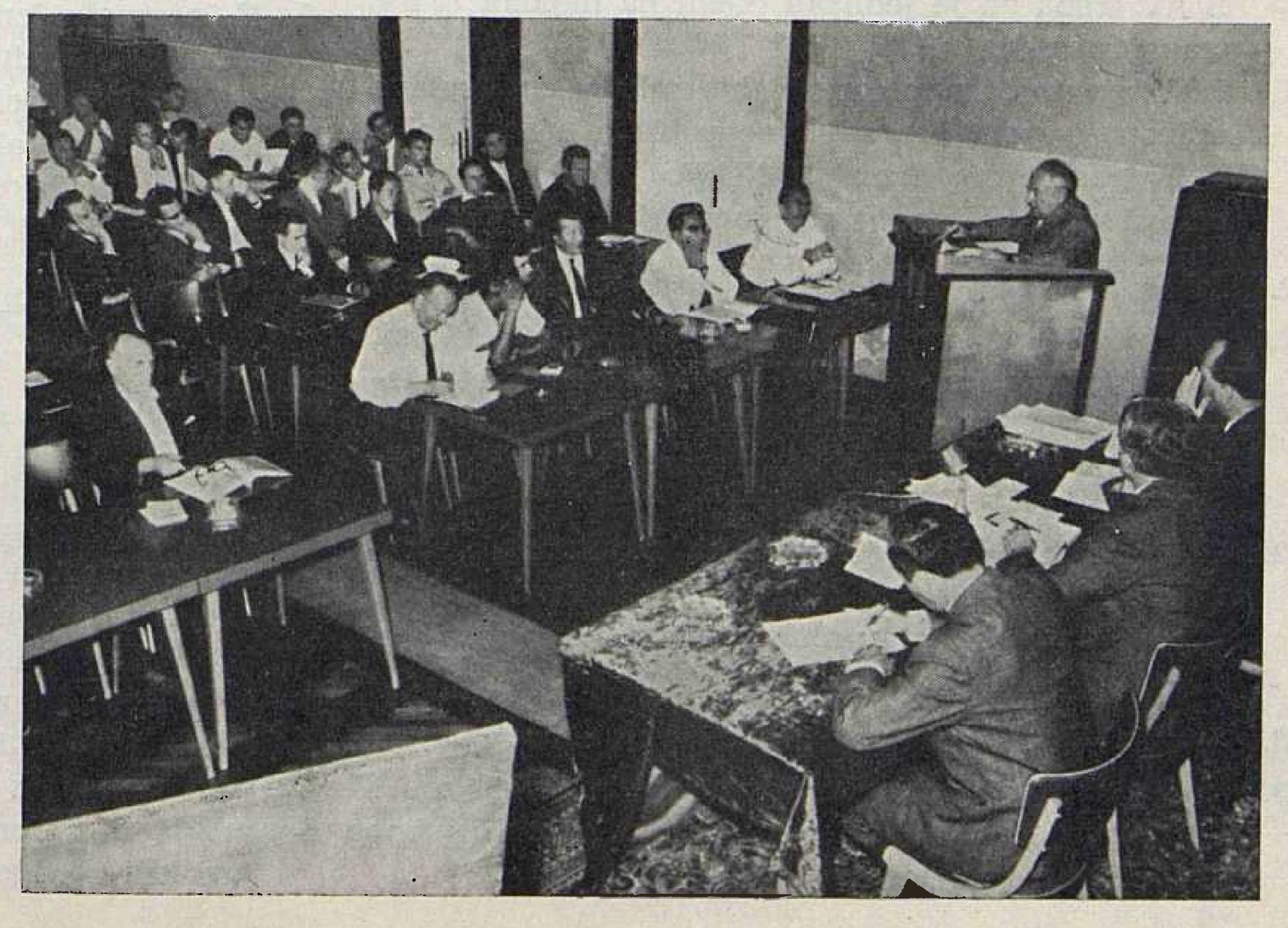
Pojavu prenapona u mreži pri isključivanju malih opterećenja elektroredukcionih peći u željezarama (konkretno željezara »Ilijaš«) treba i dalje proučavati zavisno od načina vođenja peći, koristeći iskustva drugih željezara (posebno željezara »Štore«).

Grupa 42 — Distributivna mreža

1. *Problemi kvalitete električne energije*

1.1. Kvaliteta električne energije danas u našem elektroenergetskom sistemu ne odgovara. Stoga treba poduzeti sve mjere za što kvalitetniju i sigurniju isporuku električne energije.

1.2. Ponovno se ističe potreba da se kompenzaciji reaktivne snage u distributivnim mrežama posveti



Sl. 4. Rad IV sekcije

Sl. 5. Polaganje vijenca učesnika savjetovanja na partizanskom spomen groblju u Mostaru

posebna pažnja, prvenstveno kod potrošača s lošim faktorom snage.

1.3. Treba raditi na tome da tarifni sistem stimulira potrošače na optimalan faktor snage.

1.4. Proizvođači ukazuju na to da mogu proizvoditi kondenzatorske baterije u količinama i asortimanima koji se budu zahtijevali.

1.5. Za kompenzaciju reaktivne snage treba ispitati tehničko-ekonomsku opravdanost iskorištenja i generatora koji su za elektroprivredu prestali biti interesantni kao izvori aktivne snage.

1.6. U onim dijelovima mreže gdje varijacije napona izlaze iz okvira dozvoljenih granica, treba ispitati tehničko-ekonomsku opravdanost uvođenja uređaja za regulaciju napona.

1.7. U onim slučajevima gdje postoji mogućnost korištenja tercijara 10 kV transformatora 110/35 kV treba nastojati na uklanjanju administrativno-organizacionih prepreka koje se suprotstavljaju tom rješenju. Cijena električne energije na tercijaru 10 kV treba da je jednaka cijeni na naponu 35 kV transformatora.

1.8. Elektroprivredna poduzeća bi trebala da dostave industriji svoje perspektivne potrebe u regulacionim transformatorima 35/10 kV: količina, snaga, odnosi napona, opseg regulacije.

2. *Izbor najpovoljnijeg sistema distributivnih mreža*

2.1. Pri izboru sistema distributivnih mreža (radijalni, petljasti i dr.) neophodno je uz ostale uvjete, ispitati potrebu za neprekidnim snabdijevanjem i dozvoljenim odstupanjem napona od nominalne vrijednosti.

2.2. Pri projektiranju petljastih niskonaponskih mreža veliku pažnju treba posvetiti svim detaljima, jer naknadni radovi prouzrokuju nerazmjerno velike troškove.

3. *Ostala djelatnost u distributivnim mrežama*

3.1. Svi elektrotehnički propisi treba da se donose s jednog mjesta kako bi bili usklađeni i međusobno i s drugim propisima.

3.2. Treba raditi i dalje na problematici rada pod naponom kako bi se što prije stvorili uvjeti za primjenu te metode rada.

3.3. Predlaže se da se osnuje studijski komitet za distributivne mreže.

Peta sekcija — TELEKOMUNIKACIJE

Predsjednik: SAVIĆ MIODRAG, dipl. ing. (zamjenjuje odsutnog predsjednika prof. dr ing. MATKOVIĆ VLADIMIRA)

Stručni izvjestilac:
KREŠIĆ MILJENKO, dipl. ing.

1. U vezi s izradom novih jugoslavenskih propisa za zaštitu vodova elektro-veza od utjecaja vodova visokog napona, predlaže se mješovitoj komisiji PTT-elektroprivreda da razmotri mogućnost primjene napona od 650 V kao graničnog »napona opasnosti« u slučaju utjecaja visokog napona i visoke sigurnosti.

2. U intervalu između sedmog i osmog savjetovanja Studijski komitet za perturbacije nije iz objektivnih razloga pokazao aktivnost kakova se je očekivala. Radi aktiviranja komiteta preporučuje se da se sva dokumentacija, proizašla iz individualnih akcija pri mjerenju na terenu, stavi na uvid komitetu.

3. U vezi sa tačkom 2. preporučuje se da se nacrt novih propisa o utjecaju, koji je jednim dijelom završen, stavi također na uvid i diskusiju komitetu, kako bi on aktivno sudjelovao u stvaranju novih i korigiranju starih propisa.

4. Iz dosadašnje prakse je evidentno da u našim pogonima postoji heterogenost izvedbe napajanja telekomunikacionih uređaja, kako u izboru firme tako i u primijenjenom naponu. Zato se preporučuje Komisiji za informacionu tehniku da prihvati kao standard istosmjerni napon napajanja 48 V s odgovarajućim tolerancijama. Preporučuje se Komisiji za informacionu tehniku da u vezi s tim predloži i odgovarajuće propise.

5. U vezi s referatima 505 i 506, kojima autor uvodi nove pojmove i terminologiju, te daje koncepcione osnove jugoslavenskog informacionog sistema, sekcija nije zauzela određeno stanovište, te se preporučuje Komisiji za informacionu tehniku da razmotri te prijedloge i donese odgovarajuću odluku.

Šesta sekcija — VRLO VISOKI NAPONI

Predsjednik: prof. dr ing. STEFANINI BOŽIDAR

Stručni izvjestilac:
MARKOVČIĆ BORIS, dipl. ing.

1. U planiranju jugoslavenske mreže najvišeg napona neophodan je sistematski i stalan rad.
   Treba stalno vršiti kratkoročna, srednjoročna i dugoročna planiranja, sagledavajući prilike u doglednoj i daljoj budućnosti (za jedan period od 20 do 30 godina). To treba poduzimati usprkos tome što za taj dalji rok elementi izgledaju još nedefinirani.
   Pri utvrđivanju elektroenergetskih podloga za planiranje razvoja mreža treba voditi računa i o razvoju ostalih nosilaca energije.
2. U današnjim prilikama samostalnosti poduzeća planirana jedinstvena mreža najvišeg napona ima puno opravdanje. Rad na obradi mreža treba vršiti u tijesnoj suradnji sa stručnjacima elektroprivrednih poduzeća. Predloženim kompleksnim rješenjima, pojedinačnim ili u varijantama, treba ukazivati na optimalni razvoj s gledišta cjeline.
3. Pri planiranju konfiguracija mreža treba posebno razmotriti i slijedeće probleme:
   a) sigurnost pogona u pogledu ispada vodova, transformatora i agregata,
   b) povezivanje s inozemstvom i
   c) utjecaj mreže na jediničnu snagu novih agregata.
4. Premda nam u neposrednoj budućnosti predstoji izgradnja prvih dijelova mreže 380 kV, znatan dio tehničkih pitanja ostao je još neriješen.
   U prvom redu treba naše propise, koji su danas na snazi, nadopuniti i uskladiti s potrebama i uvjetima, koje nameće napon 380 kV.
   Na sastanku sekcije posebna je pažnja posvećena problemu izolacije vodova 380 kV.
   S jedne strane, treba pokusima konkretno utvrditi visinu prenapona i poduzeti odgovarajuće mjere za njihovo održavanje na nivou koji se pokaže najekonomičnijim. S druge pak strane, domaća industrija porculana treba da poboljša elektromehaničke osobine izolatora.
   Predlaže se Jugoslavenskom zavodu za standardizaciju da ubrza donošenje standarda za kapaste izolatore s povećanom elektromehaničkom čvrstoćom, koji bi zadovoljio izgradnju vodova 380 kV. Također se predlaže da se razmotri mogućnost smanjenja koeficijenta sigurnosti za elektromehaničku čvrstoću izolatora sa 3 na 2,5.
5. S obzirom na sve veću aktuelnost prijenosa istosmjernom strujom visokog napona u svijetu, sekcija će ubuduće u djelokrug svog rada uklopiti i problematiku te prijenosne tehnike.
6. Pri uvođenju novog superponiranog visokog napona treba studirati utjecaj mreža tog napona na razvoj mreža niže naponskih nivoa.

Sedma seckija — EKONOMSKA PITANJA

Predsjednik: prof. dr ing. POŽAR HRVOJE

Stručni izvjestilac:
SODAN MILAN, dipl. ing.

1. Prilikom utvrđivanja vrijednosti gubitaka električne energije treba uzeti u obzir što više energetskih i ekonomskih pokazatelja.
2. Preporučuje se šira primjena računskih strojeva u tehničkim, energetskim i ekonomskim analizama iz područja elektroprivrede, jer se jedino na taj način može osigurati brži i svestraniji razvoj.
   U nastavu na fakultetima treba uvoditi upoznavanje sa radom na računskim strojevima.
3. Sadašnji je nivo cijene električne energije u disparitetu s ostalim zavisnim cijenama (cijenama elemenata reprodukcije elektroprivrede). Zbog toga bi trebalo povećati vlastita sredstva, dakle, i nivo cijene električne energije toliko da se uz maksimalno raspoloživa tuđa kreditna sredstva pokrije proces proširene reprodukcije. Tarifni sistem treba unaprijediti tako da on efikasno djeluje na potrošače radi racionalnijeg korištenja električne energije.
4. Sadašnja tehnička opremljenost i metode rada dispečerskih služba ne odgovaraju današnjem stepenu razvoja našeg elektroenergetskog sistema, pa je potrebno ubrzati rad na opremanju, primjeni poznatih i razvijanju novih metoda. Potrebno je odmah pristupiti unapređivanju dispečerske službe.
5. Treba unaprijediti i modernizirati statističku službu u elektroprivredi, a posebno pogonsku statistiku, kako bi se podaci mogli koristiti za donošenje konkretnih zaključaka.
6. Treba i dalje pripremati podloge za provođenje ekonomične raspodjele opterećenja među elektranama. Treba pronalaziti nove metode koje će smanjiti opseg pojednostavljenja.
7. Predlaže se da se u sedmu sekciju kooptira stručni izvjestilac — ekonomist, jer se broj referata iz područja ekonomike sve više povećava.
8. Sekcija je obaviještena o radu Studijskog komiteta za ekonomsko-tehničke podloge za projektiranje, te prihvaća prijedlog za izradu odgovarajućih studija o metodama i kriteriju za izbor elektroenergetskih objekata.

Jugoslavenski Nacionalni Komitet CIGRÉ
Generalni sekretar Herman Mattes, dipl. ing.,
Zagreb, Berislavićeva ul. br. 6.

V međunarodna konferencija urednika tehničke štampe održana 8. do 10. IX. 1966. u Brnu Čehoslovačka

U rujnu 1966. održana je V međunarodna konferencija urednika tehničke štampe u Brnu, prilikom održavanja VIII internacionalnog brnskog velesajma. Učesnici konferencije bili su gosti Uprave brnskog velesajma.

Program konferencije bio je:

8. IX. Otvaranje konferencije, rad u plenumu, a zatim rad po sekcijama.
9. IX. Nastavak rada, posjet tvornici turbina ČKD.
10. IX. Završni rad konferencije.
11. IX. Pregled velesajma pod stručnim vodstvom. Konferencija za štampu ministra za vanjsku trgovinu ČSSR.
12. IX. Odlazak učesnika.

Ova V konferencija tehničke štampe u Brnu obrađivala je osnovnu temu pod naslovom »Izvori i dobava informacija, njezin utjecaj i obrada u stručnoj tehničkoj štampi«.

Nakon uvodnog plenarnog sastanka, daljnji se rad razvijao u tri sekcije:

I Sekcija za stručne časopise iz područja elektrotehnike, energetike i tehnike konstrukcija.
II Sekcija za stručne časopise iz tehnologije i kemije.
III Sekcija za popularne tehničke časopise.

Broj prisutnih iz različitih zemalja:

Belgija	2	Grčka	1
Bugarska	4	Holandija	1
Čehoslovačka	62	Italija	3
Danska	3	Japan	1
Francuska	3	Jugoslavija	3
Mađarska	7	Poljska	6
Norveška	1	SSSR	7
Njemačka ist.	10	USA	2
Njemačka zap.	6	Vel. Britanija	5

S obzirom na tematiku časopisa »Energija« interesantan je rad sekcije I. U nastavku izvještaja iznesen je ukratko sadržaj rada konferencije, tj. izložena problematika i prijedlozi.

Današnja je naša generacija svjedok snažnog razvoja nauke i tehnike. 80 % do 90 % učenjaka sviju vremena naši su suvremenici. Polovinu pronalazaka i otkrića koje je čovjek u svojem postojanju učinio otpadaju na vremensko razdoblje od posljednjih 15 do 25 godina. Računa se, da se u naprednim zemljama broj naučnih radnika podvostručuje u 7 do 10 godina, a troškovi za nauku rastu dva puta brže od porasta naučnih radnika. Broj suradnika pak koji rade na području naučnih informacija iznosi od toga 20 do 30 %. Prema tome će se do 1980. početverostručiti broj naučnih radnika i broj naučnih publikacija i nije nerealno misilti da će razvoj nauke u tom razdoblju ići brže nego ikada do sada.

Tempo modernizacije proizvodnje i razvoj nauka u pojedinim zemljama ovisan je o ljudskom faktoru, prvenstveno o kvaliteti stručnjaka. Da bi se pak taj kvalitet postigao potrebno ih je stalno i temeljito informirati o razvoju nauke i tehnike u svijetu.

S obzirom na veliku skupoću istraživačkog rada potrebno je spriječiti ponavljanje već obavljenog posla, što je moguće postići samo potrebnim informacijama. Zbog toga je izgradnja sistema naučnih i

tehničkih informacija potpuno opravdana. Pravilno iskorištavanje informacija donosi u prosjeku 60 % uštede u troškovima razvoja.

Služba informacije mora biti tako organizirana da služi interesu i potrebama korisnika, te da je u mogućnosti da informacije dostavlja brzo i kvalitetno. Eksplozivni razvoj tehnike izaziva i eksplozivni porast informacija što se vidi u pojavi velikog broja knjiga, stručnih časopisa, časopisa različitih firmi, ustanova za standardizaciju i patenata, naučnih izvještaja, diplomskih radnji, dizertacija itd.

Danas se cijeni da iz područja nauke i tehnike izlazi na svijetu oko 90.000 časopisa, od čega na prirodne nauke otpada 50.000 časopisa. U svemu se objavljuje godišnje oko 3 milijuna članaka i oko 200.000 opisa patenata. Ukupni broj patenata danas u svijetu prelazi 12 milijuna. Ta je pojava svakako pozitivna, ali ujedno stvara goleme poteškoće u obradi i pohrani. Na primjer, ukoliko bi neki kemičar znao trideset jezika i želio pročitati sve radove svoje struke koji izlaze u jednoj godini, čitajući od 1. siječnja 40 sati tjedno, brzinom od 4 članka na sat, pročitao bi koncem godine samo sedamnaesti dio radova publiciranih te godine.

Suradnici na obradi informacija traže zbog toga pomoć tehnike da rad što više mehaniziraju i automatiziraju. Traži se racionalizacija i mehanizacija obrade i sortiranja te mehanička evidencija i selekcija. S time u vezi razvijaju se i posebne discipline kao matematska lingvistika, prevođenje strojevima, prijenos podataka i faksimila itd.

Korisnici informacija traže bez zatezanja podatke o novim saznanjima, koji su izišli u tuzemstvu ili inozemstvu. Naručitelj treba dobiti materijal sortiran na svoju adresu kao kopiju ili mikrofilm. Kod toga treba da se služba informacija služi modernim sredstvima reprodukcije i dojavne tehnike.

Razlikujemo, s obzirom na originalnost članaka, dvije osnovne vrste stručnih časopisa. Časopise koji donose originalne informacije, i služe kao izvor informacija, i časopise koji publiciraju poznate informacije i služe time kao sredstvo za njihovo korištenje. U vrijeme naglog porasta informacija postavlja se prema tome pitanje zadatka, funkcije i izgleda časopisa. Pitanje rada redakcije sa gledišta optimalnog iskorištenja informacija na korist čitača i daljnjeg razvitka nauke i tehnike. Svaki časopis traži svoj put rješenja ovih problema. Izdaju se novi časopisi za pojedine specijalnosti, mjesečnici se proširuju na polumjesečnike, proširuju redakciju, uzimaju specijalizirane suradnike, uvode moderna tehnička sredstva itd.

U vezi navedenih problema na V zasjedanju urednika tehničke štampe u Brnu postavljeno je pitanje, da li se s obzirom na nagli porast informacija mora mijenjati funkcija, sadržaj i oblik tehničkih časopisa. Mijenjaju li se zbog toga potrebe čitača i zadaci redakcije? Kakav je današnji i perspektivni položaj tehničkih časopisa u cijelom sistemu informacija? Kako izvršiti i po kojim kriterijima, izbor gradiva za časopis?

Tokom diskusije se pokazalo da se kod svih časopisa javlja kao problem obilje članaka i problem izbora. Predloženo je zbog toga da se časopisi još više specijaliziraju. Dijeljenjem časopisa smanjuje se makulatura, jer pojedini specijalisti čitaju u časopisu samo određene članke.

Dok su časopisi u Istočnoj Njemačkoj npr. prije donosili članke poprečno na 7 strana, danas, zbog obilja materijala prosjek je 3,5 strana. Budući da članci u tehničkim časopisima imaju s jedne strane da proučavaju (detaljni opisi metoda i teoretske osnove procesa), a s druge strane da informiraju, predlaže se da se ovaj prvi zadatak napusti i ostavi se samo informacije. Originalni članak bi se u redakciji deponirao, a u časopisu bi izašla informacija iz kojeg bi se detaljno vidjelo o čemu se radi. Interesent bi uz stanovitu naplatu u najkraće vrijeme dobio originalni rad. S ovom se metodom započelo već u Istočnoj Njemačkoj. U 1968. osnovat će se centralni depo s ljudima i opremom, gdje će biti deponirane informacije. U početku će u stručnim časopisima biti samo 2 do 3 strane takovih informacija, da se polako proširi na 60 % prostora časopisa. Bit će razvijeni posebni džepni mikročitači, a korisnici časopisa će se u tom smislu preodgojiti.

Predstavnici USA su iznijeli metodu koju je uveo jedan njihov časopis koji obrađuje motorizaciju. U časopisu se odštampa početak originalnog članka. Članak se prekine s napomenom da se može naručiti u redakciji uz određenu naplatu. Tvrde, da broj pretplatnika tog časopisa osjetno raste.

Predstavnici Italije su predložili da se poduzmu koraci, kako bi se inozemni originalni članci mogli dobiti prije objave u časopisu dotične zemlje i kako bi se smanjile formalnosti oko prava na prijevod.

U smislu navedene diskusije formirani su i zaključci konferencije.

U sklopu V konferencije redaktora tehničke štampe, a pod pokroviteljstvom čehoslovačke Akademije nauka uz prisustvo više članova Internacionalnog savjeta za unapređenje naučnih informacija (CIAIS) osnovan je inicijativni odbor za osnivanje međunarodne asocijacije za naučne i tehničke informacije. Ova bi asocijacija imala dvije sekcije, jednu za naučne a drugu za tehničke informacije. U odbor su ušla četiri člana CIAIS, četiri člana internacionalnog društva prirodnih nauka i četiri člana sa konferencije redaktora tehničke štampe u Brnu. Četiri su mjesta ostala slobodna za zemlje koje u Brnu nisu bile zastupljene. Za predsjednika inicijativnog odbora izabran je M. Stanić (Jugoslavija), a za sekretara Piere de Latil (Francuska).

Nastavak rada konferencije predviđen je za slijedeću godinu uoči slijedećeg brnskog velesajma.

B. Markovčić

Evolucija francuske mreže visokog napona

A. Déjou, direktor studija i istraživanja EDF (Electricité de France) napisao je u časopisu RGE (Revue générale d'électricité), br. 3 od 1966. vrlo interesantan članak o dosadašnjem razvoju francuske mreže visokog napona, nadovezujući na to predviđeni razvoj do konca stoljeća. Za nas je zanimljivo vidjeti, kako se u jednoj tehnički naprednoj zemlji, u kojoj je elektroprivreda solidno organizirana i vođena, gleda na budući razvoj mreže i koji se sve momenti uzimaju kod toga u obzir.

Za nas je ovaj članak tim više zanimljiv, što su mnogi uvjeti u kojima se razvijala francuska mreža vrlo slični našima.

Dosadašnji razvoj francuske mreže

Godina 1891. uzima se kao godina osnutka francuske mreže visokog napona. Tada je stavljena u pogon prva mreža napajanja iz akumulatora, koja je imala konstantnu struju 250 A i maksimalni napon od 2,4 kV. Od tada je razvoj mreže tekao vrlo brzo. Uveden je trofazni sistem, a prijenosni su naponi sve više rasli. Tako su stavljene u pogon redovne mreže napona:

1901.	20 kV
1908.	50 kV
1932.	225 kV
1958.	400 kV

Tri su osnovna faktora koja su utjecala na razvoj francuske mreže: udaljenost hidroelektrana, razlika u hidrološkim režimima i jednaka važnost hidro i termo proizvodnje. U budućnosti sve će više padati relativna važnost hidroelektrana, a umjesto klasičnih termoelektrana na kruto gorivo gradit će se nuklearne elektrane, neovisne o nalazištu goriva. Te činjenice trebalo je uzeti u obzir kod planiranja buduće mreže.

Mreže visokog napona nastale su uzamčenjem zrakastih vodova, zatim je izgrađena mreža superponiranog napona što je pak izazvalo sekcioniranje prvobitne mreže. Mreže različitih napona igrale su u svom razvoju različite uloge, bilo kao prijenosne ili interkonektivne mreže bilo kao mreže za razdiobu. Interesantan je primjer razvoja uloge mreže 63 kV i 225 kV u okolini Pariza.

Mreža 63 kV najprije je imala prijenosni karakter. Prenosila se energija iz termoelektrana u konzumno područje, međutim, kad su izgrađeni vodovi 225 kV, koji prenose energiju iz Centralnog Masiva, snaga elektrana toliko je narasla, da više nije bilo ekonomično spajati ih vodovima 63 kV. Usporedo rasla je i gustoća konzuma pa se prešlo na direktnu transformaciju od 225 kV na distributivni napon. Na taj način, mreža 63 kV nestaje u gusto naseljenim područjima Pariza, ali ostaje u okolici za potrebe distribucije. Njeno se područje doduše stalno smanjuje, ali na područjima manje gustog konzuma ona se još uvijek razvija i još će njezin vijek dugo trajati.

Vodovi 225 kV najprije su služili za velike prijenose prema Parizu. Pojavom mreže naponskog nivoa 400 kV, uloga vodova 225 kV se promijenila. U području Pariza oni služe, kako je već rečeno, za direktno napajanje velikih distributivnih sistema. I u budućnosti će im ta namjena sve više rasti uz međusobno povezivanje distributivnih područja.

Kako se mijenja uloga mreže mijenjaju se i problemi. Dok je kod dugih zrakastih vodova stabilnost igrala vrlo važnu ulogu, kod razvijene mreže javljaju se velike snage kratkog spoja kao važan problem. Kad se pak toj mreži superponira mreža višeg napona, dolazi do sekcioniranja i do pada snaga kratkog spoja. To je razdoblje mirnog života mreže koje može trajati vrlo dugo, a može teći i prema iščezavanju dotične mreže.

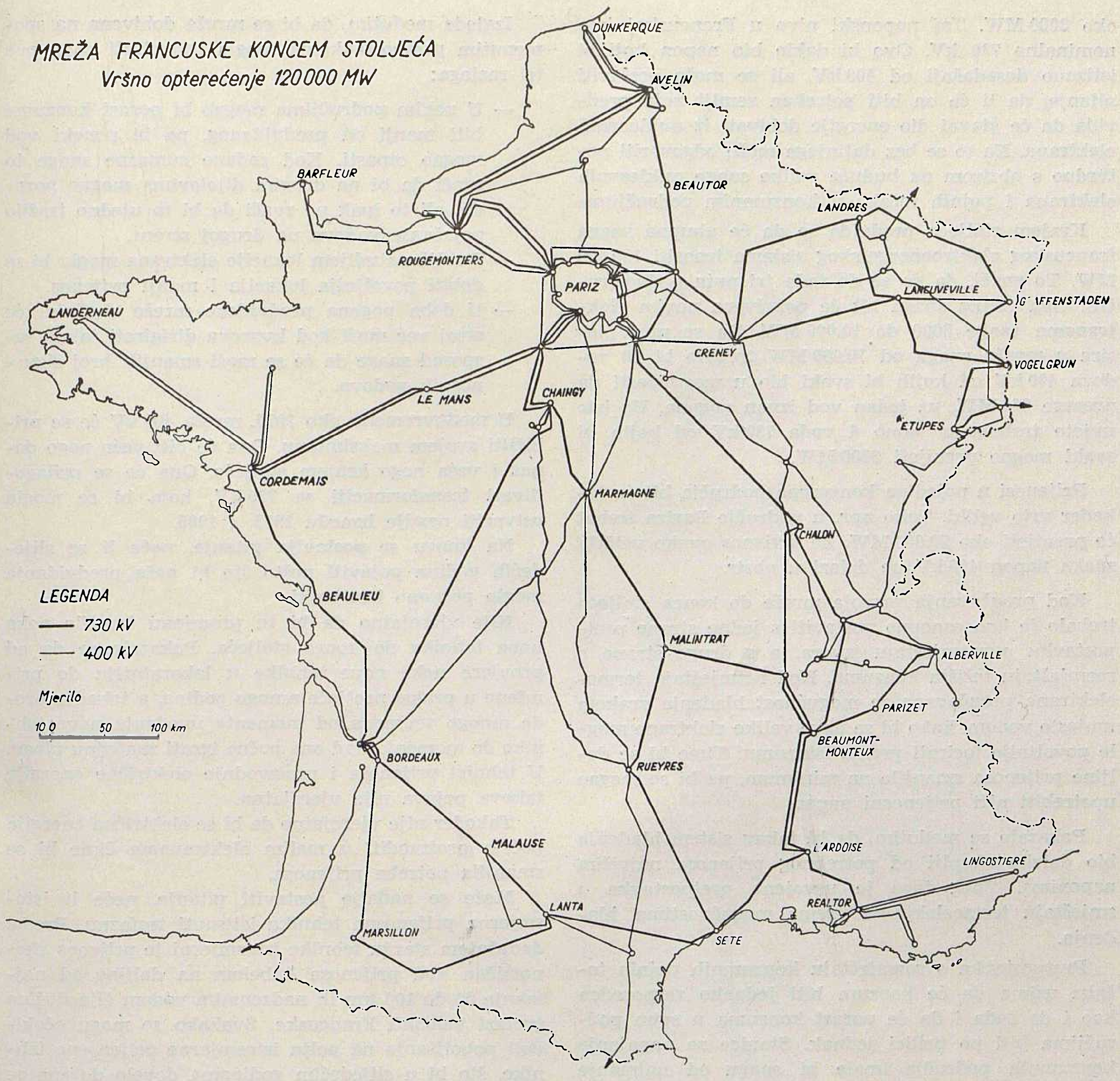
Pogleda li se razvoj mreže od napona 63 kV na više u posljednjih 20 godina vidi se da su u pogonu bile mreže slijedećih naponskih nivoa: 63, 90, 110, 150, 225 i 400 kV. Mreže 110 i 150 kV se smanjuju, a ostale rastu. Mreža 110 kV dosegla je svoj maksimum 1945., a mreža 150 kV, 1958. godine.

Glavni razlog odumiranja nekih mreža bila je normalizacija. Npr. u Francuskoj je bilo 1947. u naponskom rasponu od 2 do 25 kV u upotrebi 25 različitih vrijednosti napona, a 1960. već je 85% dužine ovih mreža prešlo na samo četiri napona: 5,5, 10, 15 i 20 kV. Teži se međutim tome, da se u ovoj domeni uvede po mogućnosti jedinstveni napon 20 kV. Kod toga bi postrojenja 15 kV prešla na 20 kV praktički bez preinake. Sve mreže navedenih napona od 2 do 25 kV imaju istu ulogu te pripadaju istoj grupi namjena, pa se normalizacijom mogu eliminirati mnogi naponi, no kod viših napona to nije slučaj. Razlozi nestajanja mreža viših naponskih nivoa su drugi.

U Francuskoj je razvoj tekao tako da je novi superponirani naponski nivo bio $\sqrt{3}$ do 2 puta viši od najvišeg tada postojećeg, odnosno, 3 do 4 puta viši od prethodno najvišeg. Kad se superponirana mreža razvila, razvoj mreže nižeg napona bio je usporen, a zatim i zaustavljen. Ona je postala međumreža koja se može eliminirati, budući da se transformacija vrši direktno između superponirane i prvotne mreže. Potpuna eliminacija se ipak ne može ostvariti, jer veliki dio vodova je još u dobrom stanju, a pogon na drugim naponima nije bio predviđen. Takav je slučaj u Francuskoj s mrežama napona 30 i 45 kV i mrežom 150 kV, kod kojih je dio vodova u pogonu sa 225 kV. Može se predvidjeti da će se broj mreža svesti s vremenom na napone 20, 63, 90 i 225 kV. O višim naponima još će biti govora.

U vezi opisane evolucije mreža može se postaviti nekoliko primjedbi:

— Iako je ovakav razvoj mreža opća pojava, apsolutna vrijednost zadržanih naponskih nivoa različita je u različitim zemljama.



— Nestanak neke mreže je polagan, a neki izolirani dijelovi mogu ostati stalno. Npr. vodovi koji povezuju hidroelektrane ili grupu hidroelektrana s konzumom.
— Financijske prilike u nekoj zemlji također su važan faktor u nestajanju jedne mreže i razvoju superponirane.
— Mreže bližih naponskih nivoa mogu koegzistirati u različitim područjima, ako jedna drugoj nije superponirana, kao što je to slučaj za napone 63 i 90 kV u Francuskoj. Studije su pokazale da ne bi bilo ekonomično da se u cilju normalizacije odabere samo jedan od navedena dva napona.
— Specifični uvjeti također mogu biti važni za život neke mreže, kao što je već rečeno za mrežu 63 kV u području Pariza.

Na koncu ovog razmatranja treba istaći da je kod planiranja buduće mreže također važno voditi računa o promjeni strukture, proizvodnje, poželjnom nestanku mreža nekih naponskih nivoa i promjeni uloge onih mreža koje će se održati.

Buduća mreža

Od grupe vrlo visokih napona internacionalno su prihvaćeni naponi 400 i 500 kV. Francuska se odlučila na prvi od ova dva napona. Za danas najviši napon nije još došlo do sporazuma o njegovom internacionalnom nazivu, ali je utvrđen najviši pogonski napon od 765 kV. Danas je taj naponski nivo praktički primijenjen jedino u Kanadi, dok su mnoge ostale zemlje izgradile ispitne stanice, gdje se svestrano ispituju uređaji za najviše napone.

Ispitivanja se vrše također i u Francuskoj, jer taj naponski nivo svakako dolazi u obzir. Faze vodova će vjerojatno biti snopovi od četiri vodiča, a moći će nominalno prenijeti 2000 do 2500 MW, a maksimalno

oko 3000 MW. Taj naponski nivo u Francuskoj ima nominalno 730 kV. Ovo bi dakle bio napon koji bi istisnuo dosadašnji od 400 kV, ali se može postaviti pitanje, da li će on biti potreban zemlji koja predviđa da će glavni dio energije dobivati iz nuklearnih elektrana. Na to se bez daljnjega može odgovoriti potvrdno s obzirom na buduće velike snage nuklearnih elektrana i pojnih točaka u konzumnim područjima.

Krajem stoljeća predviđa se da će ukupna snaga francuskog elektroenergetskog sistema iznositi 120.000 MW. To znači, da će se do tada tri puta podvostručiti. Ova velika snaga bit će pokrivena novim elektranama snage 5000 do 10.000 MW. Da se npr. plasira u mrežu snaga od 10.000 MW trebalo bi 16 vodova 400 kV od kojih bi svaki bio u mogućnosti da prenese 660 MW, uz jedan vod izvan pogona. Uz iste uvjete trebala bi samo 4 voda 730 kV od kojih bi svaki mogao prenijeti 3300 MW.

Prijenosi u pojedina konzumna područja bit će također vrlo veliki. Tako npr. u područje Pariza trebat će prenijeti oko 20.000 MW. Za prijenos ovako velikih snaga napon 400 kV ne dolazi u obzir.

Kod proučavanja razvoja mreže do konca stoljeća trebalo je kao osnovno postaviti s jedne strane pretpostavku o razmještaju izvora, a s druge strane o razmještaju težišta konzuma. Kod razmještaja termoelektrana proučavana je mogućnost hlađenja zrakom umjesto vodom, kako bi se nove velike elektrane mogle povoljnije locirati prema konzumu. Time bi se daljine prijenosa smanjile na minimum, pa bi se mogao upotrebiti niži prijenosni napon.

Pokazalo se međutim, da bi takav sistem hlađenja bio daleko skuplji od potrebnog prijenosa najvišim naponima. Zbog toga je usvojena pretpostavka o smještaju termoelektrana prema mogućnostima hlađenja.

Pretpostavka o razmještaju konzumnih pojnih točaka uzima da će konzum biti jednako raspoređen kao i do sada i da će porast konzuma u svim područjima biti po prilici jednak. Stanice za napajanje konzumnih područja imale bi snagu od najmanje 1000 MW.

Na temelju ovih pretpostavki mogla se studirati jedna od zamišljenih mreža, ali ne i vjerojatna koja bi se razvila do konca stoljeća.

Unutar područja velikih konzumnih stanica djelovat će za daljnju razdiobu energije odijeljene mreže 220 kV.

Tada će napon 400 kV već preći svoju kulminaciju. Njegov će značaj početi padati pojavom napona 730 kV. U daljnjoj upotrebi, od vodova ovog napona ostat će samo oni koji će povezivati velike elektrane i koji se neće moći pregraditi.

Potrebno je stoga da u buduće bude što manje takvih vodova, a novi 400 kV vodovi treba da budu konstruirani bilo kao jednostruki da se daju pregraditi na dvostruke vodove 225 kV, bilo kao dvostruki 400 kV koji mogu postati jednostruki 730 kV.

Ovako zamišljena mreža imala bi koncem stoljeća oko 8000 km vodova 730 kV, koji bi služili za prijenos, interkoneksiju i sigurnost pogona mreže.

Izgleda međutim, da bi se mreža dobivena na spomenutim pretpostavkama mogla reducirati zbog ova tri razloga:

— U nekim područjima mogao bi porast konzuma biti manji od predviđenog, pa bi poneki vod mogao otpasti. Kod zadane sumarne snage to znači da bi na drugim dijelovima mogao porasti, ali to ipak ne znači da bi to ujedno tražilo pojačanje vodova na drugoj strani.
— Dubljim studijem lokacije elektrana mogla bi se dobiti povoljnija lokacija i manji prijenos.
— U doba pogona predviđene mreže digitalni će stroj već moći kod kvarova dirigirati takav raspored snage da će se moći smanjiti broj sigurnosnih vodova.

U međuvremenu oko 1975. mreža 400 kV će se približiti svojem maksimumu. Ona će biti veća nego danas i veća nego krajem stoljeća. Ona će se prilagođivati transformaciji sa 730 kV, koja bi se mogla ostvariti negdje između 1975. i 1985.

Na koncu se postavlja pitanje, neće li se slijedećih godina pojaviti nešto što bi naša predviđanja moglo potpuno izmijeniti.

Nije vjerojatno da bi tu promjenu izvršila neka nova tehnika do konca stoljeća. Pokazalo se da od provjere neke nove tehnike u laboratoriju do primjene u praksi protječe mnogo godina, a također prođe mnogo vremena od momenta uvođenja nove tehnike do momenta kad ona počne igrati značajnu ulogu. U tehnici prijenosa i proizvodnje električne energije takova pojava nije vjerojatna.

Također nije vjerojatno da bi se električna energija počela proizvoditi u malim elektranama čime bi se smanjila potreba prijenosa.

Može se nadalje postaviti pitanje, neće li istosmjerna prijenosna tehnika istisnuti trofaznu. Prema današnjem stanju tehnike istosmjerni je prijenos ekonomičan kod prijenosa kabelom na daljine od najmanje 60 do 100 km ili nadzemnim vodom čija dužina prelazi veličinu Francuske. Svakako se mogu očekivati poboljšanja na polju istosmjerne prijenosne tehnike, što bi u slijedećim godinama dovelo do znatne primjene, ali izgleda malo vjerojatno da bi mogla biti istosmjerna mreža brzo stvorena umjesto mreže 730 kV.

U obzir dolazi još primjena tehnike vrlo niskih temperatura, bilo supravodičima, bilo čvrstim metalima vrlo niskog otpora. Ako se omogući vrlo velika gustoća struje mogu se eventualno sniziti naponi. Može se zamisliti upotreba ove tehnike u elektranama i na malim udaljenostima, ali se, bar danas, teško može zamisliti primjena kod većih daljina. Prema tome nije vjerojatno da bi se tehnika vrlo niskih temperatura mogla u promatranom razdoblju primijeniti u velikim razmjerima.

Pisac članka dakle ne vidi ništa što bi iz osnova moglo promijeniti postojeću tehniku mreža visokog napona. Zbog toga je EdF prišao studiju mreže 730 kV, ali se ipak ne isključuje mogućnost da budućnost demantira ovo gledište.

Prema: A. Déjou, *L'évolution des réseaux français à haute tension,* RGE, 1966, No 3, str. 283.

Boris Markovčić, dipl. ing.

Elektroprivreda Japana

Prema godišnjem izvještaju »Overseas Electrical Industry Survey Institute Incorporation«, Tokyo, potrošnja električne energije Japana iznosila je u poslovnoj 1962/63. godini oko 106 TWh.

Prvo elektroopskrbno poduzeće Japana počelo je radom mjeseca studenog 1887. Ovo prvo, kao i sva ostala elektroprivredna poduzeća Japana podizana su kapitalom privatnih kompanija.

U cilju osiguranja potrebnih količina električne energije država stavlja na početku drugog svjetskog rata pod svoju kontrolu sva veća privatna elektroopskrbna poduzeća, a 1942. grupira ih u 9 velikih elektroopskrbnih poduzeća.

Nova reorganizacija elektroprivrede Japana izvršena je 1951. Sva elektroenergetska postrojenja izgrađena u toku rata pod kontrolom države daju se u eksploataciju ovih 9 velikih elektroopskrbnih poduzeća i na njih se prenosi pravo općeg snabdijevanja električnom energijom. Ova poduzeća posluju nezavisno jedno od drugog na principu privatnih akcionarskih društava, ali mnogi od njihovih privrednih poslova podliježu kontroli države, jer im je dat monopol opskrbe elektroenergijom. Ovaj monopol je, međutim, reguliran strogim propisima o opskrbi potrošača električnom energijom.

U toku 1952. osnovana je »Electric Power Development Company« (EPD). Većinu dionica ovog elektroprivrednog društva posjeduje država. Zadaća je EPD da eksploatira sve one domaće izvore energije koji se nalaze izvan područja 9 velikih elektroopskrbnih poduzeća. EPD ima svoje elektrane i svoje dalekovode. Proizvedenu električnu energiju isporučuje 9-orici velikih elektroopskrbnih poduzeća.

Travnja 1963. japanska vlada je osnovala »Electric Utility Industry Deliberation Council« (Savjetodavno vijeće javne elektroprivrede) sa zadatkom da prouči i da predloži teze za izradu dugoročnijeg zakona o elektroprivredi.

Struktura proizvodnje električne energije Japana ima ove odnose:

9 velikih elektroopskrbnih poduzeća	78,2%
Electric Power Development Company	4,2%
40 manjih elektroopskrbnih poduzeća	6,0%
Industrijske elektrane	11,6%
	100%

Ukupne instalirane snage elektrana iznose 29.142 MW. Na hidroelektrane otpada 48,5% a na termoelektrane 51,5%. Veličinu pojedinih organizacija elektroprivrede prikazuje raspored instaliranih snaga elektrana i količina predaje električne energije.

Najveće elektroopskrbno poduzeće Japana je »Tokyo Electric Power Company« s opskrbnim područjem od 39.168 km² i s 26,52 milijuna stanovnika od kojih na sam grad Tokyo otpada 10 milijuna. Ovo poduzeće snabdijeva električnom energijom i industrijska područja Keihin i Keiyo. Budući da potrošnja elektroenergije ovog područja naglo raste, osnovni problemi poduzeća su sigurnost i kvalitet isporuke. Industrijska potrošnja električne energije ovog područja raste stopom od 13,7% a potrošnja rasvjete i kućanstva stopom od 18,3%.

Pregled instaliranih snaga elektrana i količina predaje električne energije u godini 1962/63.

Organizacije	Instalirane snage elektrane			Predana energija
	Hidro-elektrane MW	Termo-elektrane MW	Ukupno MW	GWh
Velika elektroopskrbna poduzeća				
1. Tokyo	1.840	3.602	5.442	28.749
2. Kansai	1.868	2.387	4.255	21.122
3. Chubu	1.404	1.612	3.016	15.114
4. Kyushu	800	1.576	2.376	9.425
5. Tohoku	1.519	682	2.201	12.002
6. Chugoku	630	858	1.488	6.220
7. Hokuriku	1.036	—	1.036	6.010
8. Hokkaido	393	546	939	4.268
9. Shikoku	337	248	585	3.235
Ukupno	9.827	11.511	21.338	106.145
10. EPD	2.136	150	2.286	
11. 40 manjih poduzeća	1.221	659	1.880	
12. Industrijske elektrane	953	2.685	3.638	
Sveukupno	14.137	15.005	29.142	

Japanska privreda je nakon 1951. zabilježila nagli porast proizvodnje. Godišnja stopa rasta nacionalnog produkta iznosila je u razdoblju od 1951. do 1963. godine 9% a stopa rasta industrijske proizvodnje iznosila je 15%. Godišnja stopa rasta potrošnje električne energije u razdoblju od 1951. do 1961. iznosila je 12,7%. Porast potrošnje električne energije pojedinih godina oscilira oko prosječne godišnje stope rasta.

Struktura potrošnje električne energije Japana u razdoblju od 1951. do 1962.

Godine	Industrija		Ostali potrošači		Ukupno	
	GWh	Stopa rasta	GWh	Stopa rasta	GWh	Stopa rasta
1951	24.433	— %	6.064	— %	30.497	— %
1952	26.754	9,5%	6,422	5,9%	33.176	9,0%
1953	30.402	13,6%	6.924	7,8%	37.326	12,5%
1954	32.269	6,1%	7.369	6,4%	39.638	6,2%
1955	36.244	12,3%	7.759	5,3%	44.003	10,0%
1956	42.980	18,6%	8.341	7,5%	51.321	16,6%
1957	49.357	14,8%	9.132	9,5%	58.489	14,0%
1958	52.615	6,6%	10.054	10,1%	62.669	7,1%
1959	62.046	17,8%	11.358	13,0%	73.404	17,1%
1960	73.505	18,5%	13.379	17,8%	86.884	18,4%
1961	84.769	15,3%	15.744	17,7%	100.513	15,7%
1962	87.353	3,0%	18.792	19,4%	106.145	5,6%

Nagli porast potrošnje električne energije zahtijevao je intenzivno ulaganje sredstava u izgradnju elektroenergetskih postrojenja. Naročito je bila forsirana izgradnja termoelektrana. Kako japanska industrija nije mogla prvih godina proizvoditi turbine velikih snaga, ove su uvažane iz SAD. Najveća termojedinica proizvedena u Japanu zadnjih godina je turbina 265 MW u elektrani Yokosuka. Za elektranu Owase (Chubu Electric Power Company) izgrađuju se dva turboagregata od po 375 MW. Dok su se prije pretežno gradile termoelektrane na ugljen u zadnje vrijeme se prelazi na izgradnju elektrana na loživo ulje.

Pregled duljine prijenosnih vodova (u km)
9 najvećih elektroopskrbnih poduzeća

Godine	110 kV	154 kV	187 kV	220 kV	275 kV
1951	3.260,0	8.813,6	—	—	459,2
1955	4.095,4	10.466,4	213,8	—	550,8
1957	4.230,9	11.506,6	304,5	269,7	824,7
1960	4.902,7	11.961,6	625,7	357,8	3.134,6
1962	4.799,0	13.089,0	976,3	1.216,0	3.935,7

Od hidroelektrana najviše se izgrađuju akumulacione elektrane za pokriće vršnih opterećenja. Kurobe lučna brana poduzeća Kansai Electric Power Company visine 184 metara četvrta je na svijetu po svojoj visini.

Prijenos električne energije vrši se naponom do 275 kV a raspravlja se i o izgradnji vodova 400 kV.

Deveť najvećih elektroopskrbnih poduzeća Japana i EPD osnovali su »Japan Atomic Power Company« (Japansko društvo za atomsku energiju). Ovo poduzeće je izgradilo prvu nuklearnu elektranu Japana snage 166 MW koja je uključena u mrežu elektroenergetskog sistema.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Ograničenje prenapona sklapanja odvodnicima prenapona na tercijarnom namotaju transformatora

Kod isklapanja transformatora u praznom hodu mogu nastupiti na obje strane transformatora vrlo visoki prenaponi, koji mogu u nepovoljnim slučajevima premašiti njegov izolacioni nivo. Problem je naročito istaknut kod starijih transformatora sa velikom strujom magnetiziranja. Ako je taj transformator osim toga tronamotajni, tada naročito visoki prenaponi nastaju u tercijarnom namotu, na čijim izvodima su u njemačkim 110 kV mrežama, često konstatirani preskoci i time tropolni kratki spojevi tercijara.

Ovi se prenaponi mogu efikasno ograničiti ugradnjom sloga odvodnika prenapona, spojenih u trokut, paralelno tercijarnom namotu. Time je najprije zaštićen sam tercijar, najviši napon na njemu određen je proradnim naponom odvodnika prenapona, ali su osim toga time ograničeni i prenaponi na primarnoj i sekundarnoj strani transformatora. Ovu tvrdnju dokazuju provedeni pokusi i prikazani oscilogrami napona s obje strane transformatora. Vršeno je iskapčanje kratkog 110 kV voda na čijem kraju je priključen neopterećeni odvojni regulacioni transformator 100 ± 30 % (115) 43 kV i oscilografirani su naponi na primarnoj i sekundarnoj strani transformatora. Kontrola prorade odvodnika vršena je oscilografiranjem struje kroz odvodnik i brojačima proraćivanja odvodnika. Oscilogrami napona pokazuju da ni u jednom slučaju iskapčanja transformatora faktor prenapona ne premašuje vrijednost k = 1,9 na strani sklopke, a na sekundarnoj strani vrijednost k = 1,3, kod čega su odvodnici paralelno tercijaru reagirali svaki puta.

Odvodnici prenapona za takvu svrhu moraju moći podnijeti strujne udarne valove dugog trajanja, no oscilogrami struja kroz odvodnik pokazuju da njena amplituda ne prelazi 50 A, a trajanje 300 mikrosekundi, što znači da se za takovu zaštitu mogu upotrijebiti normalni odvodnici prenapona.

(Iz časopisa »Elektrizitätswirtschaft« 1966, H. 20.)

I. Hrs

Laboratoriji i terenske mjerne grupe
INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU
obavit će vam
SVA MJERENJA NA VAŠIM POSTROJENJIMA

Elektroprivreda Velike Britanije povisuje cijene električne energije

Prema poslovnom izvještaju za 1963/64. godinu, 8 od ukupnih 12 Area Electricity Boards (Regionalne uprave elektroprivrede) povisilo je svoje cijene električne energije. Central Electricity Generating Board (Centralna uprava proizvodnje električne energije) najavljuje povećanje svojih cijena električne energije i to: cijenu za snagu po kW od £ 8 17s 6d na £ 9 5s 6d, a cijenu energije od 0,58d na 0,60d. Povišenje cijena električne energije preostalih 4 Area Electricity Boards je u toku.

Struktura cijene električne energije Irske

Prema poslovnom izvještaju državnog elektroprivrednog poduzeća »Electricity Supply Board«, Dublin za 1963/64. godinu struktura ukupnog prihoda ostvarena je ovako:

	1963/64		1962/63		1961/62	
	u milijunima £					
Kamati	4,09	20%	3,96	20%	3,91	22%
Otpisi	3,43	17%	3,17	16%	3,04	17%
Otplate zajmova	1,27	6%	1,07	6%	0,92	5%
Troškovi kapitala	8,79	43%	8,20	42%	7,87	44%
Gorivo i troškovi poslovanja	11,28	55%	10,68	55%	9,34	53%
Dobitak	0,37	2%	0,62	3%	0,57	3%
Ukupni prihod	20,44	100%	19,50	100%	17,78	100%
Indeks	115		110		100	

Svjetska potrošnja mineralnog ulja

Svjetska potrošnja mineralnog ulja iznosi u 1964. godini 1407 milijuna tona i pokriva 36% energetskih potreba svijeta.

Elektroprivreda Austrije povisuje cijene električne energije

Komisija za cijene Savezne vlade Austrije odobrila je povišenje cijena električne energije danom 1. I 1965. u prosjeku za oko 7%. Procenat odobrenog povećanja cijena različit je za pojedina elektroprivredna poduzeća i zavisi vjerojatno od intenziteta potrošnje električne energije, odnosno od stupnja produktivnosti investicija. Tako npr. odobreno povećanje cijena električne energije elektroprivrednih poduzeća gradova iznosi: u Beču 6,6%, Grazu 5,2%, Klagenfurtu 8,3%, Salzburgu 8,2%, Innsbrucku 7,9% i Linzu 6,5%. Povećanje cijena električne energije u pokrajinskim elektroprivrednim poduzećima (Landesgesellschaften) iznosi za NEWAG 8,8%, BEWAG 9,7%, VKW 10,5% itd. Verbundgesellschaftu, Wien odobreno je povećanje cijena za 9,9%.

U Švicarskoj povisuju cijene električne energije

Nordschweizerische Kraftwerke AG (NOK) Baden, koje drži elektroenergetski sistem i snabdijeva električnom energijom elektroprivredna poduzeća kantona Aargan, Appenzell, Glarus, Schaffhausen, St. Gallen, Thurgau, Zug i Zürich povisilo je svoje cijene električne energije na mreži prijenosa danom 1. listopada 1965. u prosjeku za 16%. Ukupna povećanja cijena električne energije u proteklih 25 godina iznosila su 30%. Novo povećanje cijena za 16% obrazlaže se znatnim povećanjem troškova uzdržavanja.

Svjetska potrošnja zemnog plina

Godine 1964. zemni plin pokriva 16% energetskih potreba svijeta. Imajući u vidu još neiskorištena nalazišta zemnog plina u Sjevernoj Africi, SSSR-u i na područjima Sjevernog mora, očekivati je da će još više porasti udio zemnog plina u strukturi energetske potrošnje svijeta.

Udio nuklearne i hidroenergije u svjetskoj potrošnji ukupne energije

Prema podacima za 1964. nuklearna i hidroenergija pokrivaju 6% a ugljen 42% ukupne svjetske potrošnje energije.

Potrošnja električne energije u Švedskoj

Prema poslovnom izvještaju Centrale za raspored opterećenja (CDL) za 1963/64. potrošnja električne energije povećala se u odnosu na prošlu poslovnu godinu za 8,1%. Struktura potrošnje energije bila je ovakova:

Industrija	21.750 GWh	ili	49,7%
Saobraćaj	1,730 ,,	,,	4,0%
Potrošači po općoj tarifi	11.670 ,,	,,	26,6%
Kotlovi	1.745 ,,	,,	4,0%
Izvoz	1.315 ,,	,,	3,0%
Gubici energije	5.560 ,,	,,	12,7%
Ukupno	43.770 GWh	ili	100 %

Ova količina potrošnje pokrivena je slijedećim izvorima energije:

Proizvodnja:			
— hidroelektrane	40.145 GWh	ili	91,8%
— termoelektrane	2.260 ,,	,,	5,1%
Uvoz energije	1.365 ,,	,,	3,1%
Ukupno	43.770 GWh	ili	100 %

Od ukupnih 10.180 MW instaliranih snaga elektrana otpada na hidroelektrane 8700 MW ili 85,5% a na termoelektrane 1480 MW ili 14,5%. Akumulirana energija iznosi 15.760 GWh ili 36% prosjeka moguće priozvodnje izgrađenih hidroelektrana od 43.350 GWh. Uvoz energije predstavlja saldo razmjene energije s Danskom, Finskom i Norveškom.

Komitet za koordinaciju elektroprivrede pri Saveznoj vladi Austrije

Komitet za koordinaciju elektroprivrede pri Saveznom ministarstvu saobraćaja i elektroprivrede Austrije raspravljao je 2. lipnja 1965. otvorena pitanja elektroprivrede. Raspravi su prisustvovali predstavnici pokrajinskih elektroprivrednih poduzeća (Landesgesellschaften), Saveznog poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije (Verbundgesellschaft) i predsjednik Saveza elektroprivrednih poduzeća Austrije (Verband der Elektrizitätswerke Österreichs). U cilju rješenja određenih otvorenih pitanja elektroprivrede osnovana je posebna radna grupa sastavljena od predstavnika pokrajinskih elektroprivrednih poduzeća i Saveznog poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije.

Unesrećeni od udara električne struje u Austriji

Prema podacima Centralne statistike o unesrećenim od udara električne struje u Austriji u toku 1963. (Saveznog ministarstva za trgovinu i obnovu, Wien) ukupno je stradalo 456 osoba od kojih 70 smrtno. Od ukupnog broja unesrećenih 178 su stručni ljudi elektrostruke (od toga je smrtno stradalo 13 osoba), dok su 278 unesrećenih (od kojih 57 smrtno) tzv. laici u pogledu elektrostruke. Prema granama privrede otpada — od ukupno unesrećenih — na industriju i građevinarstvo 269 osoba, na elektroprivredu 56 osoba, na poljoprivredu i šumarstvo 37 osoba itd. Potrošači kućanstva imali su 42 unesrećena. Prema mjestu nastale nesreće 342 slučaja otpadaju na trošila potrošača, 110 slučaja na uređajima električne mreže i samo 4 slučaja na uređajima elektrana. Najveći broj ukupno unesrećenih bio je na niskom naponu (399). Prema godišnjem dobu najviše unesrećenih (176) bilo je u mjesecu svibnju i srpnju (vjerojatno zbog vlažnosti kože). Na muške otpada najveći dio ukupno unesrećenih. Stradalo je 414 muških ili 91% i samo 42 ženskih ili 9%.

Razmjena električne energije između Mađarske i Austrije

Predstavnici elektroprivrede Mađarske (Magyar Villamos Müvek — MVM) iz Budimpešte i predstavnici elektroprivrede Austrije (Österreichische Elektrizitätswirtschafts — Aktiengesellschaft »Verbundgesellschaft«, Wien) potpisali su 5 travnja 1965. ugovor o dugoročnoj razmjeni električne energije. U cilju ostvarenja ugovorene razmjene energije izgradit će se dalekovod 220 kV napona, dug 120 kilometara (60 km na području Mađarske i 60 km na području Austrije) između TS Wien-Südost i TS Györ. Ovaj ugovor predstavlja osnovu za širu kooperaciju elektroprivreda Mađarske i Austrije.

Švedska revidira svoju prognozu potrošnje električne energije do 1970.

Zadnja prognoza potrošnje električne energije do 1970. izrađena od Centralne službe za raspodjelu opterećenja podvrgnuta je reviziji. Sastavlja se nova prognoza potrošnje električne energije do 1975. Anketirano je oko 700 industrijskih poduzeća s godišnjom potrošnjom od preko 1 GWh, državne željeznice, gradska saobraćajna poduzeća, mnoga poljoprivredna dobra a korištene su i studije FERA (Saveza za racionalnu primjenu električne energije) o razvoju široke potrošnje električne energije. 95% upitanih ispunilo je anketne listove. Na temelju sređenih podataka sastavljena je nova prognoza elektroenergetske bilance potrošnje kako slijedi:

Struktura	1965	1975	Prirast	
	TWh	TWh	TWh	%
Industrija i obrt	24,5	38,5	14,0	4,6
Saobraćaj	1,8	2,2	0,4	2,0
Potrošači po općoj tarifi	13,0	30,0	17,0	8,8
Ukupno neto potrošnja	39,3	70,7	31,4	6,0
Gubici energije u mreži	5,5	9,3	3,8	5,4
Bruto potrošnja	44,8	80,0	35,2	6,0

Vrlo je različit porast potrošnje na pojedinim područjima Švedske. Različit je i porast potrošnje pojedinih kategorija potrošača. Npr. porast potrošnje kućanstava iznosi 140% a za električno grijanje 210.000 stanova predviđena je potrošnja od 4,3 TWh, iako je ovaj vid potrošnje danas još beznačajan.

Treća međunarodna konferencija za primjenu nuklearne energije u mirnodopske svrhe

Prva Međunarodna konferencija za primjenu nuklearne energije u mirnodopske svrhe održana je mjeseca kolovoza 1955. Na toj konferenciji predstavnici 38 zemalja izložili su 1067 referata. Na drugoj konferenciji održanoj 1958. izloženo je 2135 referata. U izloženim referatima dato je mnoštvo korisnih informacija.

Na trećoj Međunarodnoj konferenciji ovog područja nauke održanoj u Ženevi između 31. kolovoza i 3. rujna 1964. pod predsjedništvom prof. V. S. Jemeljanova izložili su predstavnici 75 zemalja 800 referata što ukazuje na stanovitu stabilizaciju mišljenja.

Prof. V. S. Jemeljanov je istakao da više nema dvojbe u pogledu izgradnje nuklearnih elektrana u privredne svrhe te da nema više bojazni da bi planirana ili izgrađena nuklearna elektrana mogla biti promašena u toku predvidivog vremena.

Na temelju stečenih iskustava ustanovljeno je da nuklearne elektrane snage od 250 do 300 MWe mogu biti ekonomične.

U pogledu tipova nuklearnih elektrana ustanovljeno je da se SAD orijentiraju uglavnom na reaktore s laganom vodom i da se specifične investicije kod jedinica od 500 do 1000 MWe mogu postići između 100 do 150 dolara SAD po kW a proizvodnja električne energije sa 6 milsa po kWh.

Kanada se uglavnom orijentira na reaktore s teškom vodom i prirodnim uranom sa specifičnim investicijama od 250 dolara po kW i s troškovima goriva od 1 milsa po kWh.

Velika Britanija je usporila svoj program izgradnje nuklearnih elektrana. Prelazi na tipove reaktora s obogaćenim uranom.

SR Njemačka prelazi na izgradnju vlastitih uređaja za obradu goriva nuklearnih elektrana. Osim nuklearne elektrane od 15 MWe u pogonu kod Kahla izgradit će se do 1970. godine 4 nuklearne elektrane ukupne snage 500 MWe kao i jedan brod na nuklearni pogon.

Elektroprivreda Austrije stavlja u pogon hidroelektranu ST Panteleon na Ensu

Nakon 3 godine izgradnje stavljena je 11. lipnja 1965. svečano u pogon hidroelektrana ST Panteleon na Ensu. Elektrana ima snagu 50 MW s prosječnom godišnjom proizvodnjom od 290 GWh. Troškovi izgradnje i kamati iznosili su 513 milijuna austrijskih šilinga. U tim troškovima sudjelovale su s 14 milijuna šilinga Savezne željeznice Austrije za višak troškova izgradnje u vezi uređaja istosmjerne struje. Savezne željeznice Austrije preuzimat će 25% proizvodnje ove elektrane. Oberösterreichische Kraftwerke AG Linz (Landesgesellschaft) preuzimat će također 25% proizvodnje, dok će Verbundgesellschaft, Wien preuzimati preostalih 50% proizvodnje. Ukupne specifične investicije ove elektrane iznose 1,85 S/kWh.

Godišnje savjetovanje elektroprivrede SR Njemačke

Godine 1965. održano je u Wiesbadenu godišnje savjetovanje elektroprivrede SR Njemačke. Prije 20 godina na sadašnjem području SR Njemačke proizvedeno je svega 11 TWh. Gubici električne energije u mreži iznosili su čak 21%. Do 1964. proizvodnja se povećala za 11 puta i iznosi oko 120 TWh. Od valutne reforme 1948. do uključivo 1964. uloženo je u proširenje elektroenergetskih postrojenja proizvodnje i mreže oko 33 milijarde DM od kojih samo u 1964. godini 3,65 milijarda DM. Nagli porast potrošnje električne energije nalaže stalno ulaganje u proširenje elektroenergetskih postrojenja proizvodnje, prijenosa, razvoda, distribucije i predaje.

Ovom savjetovanju prisustvovalo je oko 1200 delegata elektroprivrede i elektroindustrije SR Njemačke, kao i gosti iz Belgije, Francuske, Velike Britanije, Nizozemske, Austrije i Švicarske.

Na savjetovanju su raspravljana mnoga pitanja elektroprivrede među kojima i pitanje energetskih goriva termoelektrane (loživo ulje ili ugljen), pitanje optimuma snage pogonskih jedinica i pitanje cijena i tarifa električne energije.

Geografska struktura naftnih rezervi te proizvodnje i potrošnje nafte

Razliku između potencijala naftnih rezervi, njene proizvodnje i potrošnje prikazao je Dr. techn. Dipl. Ing. Friedrich Huber iz Beča slijedećim pregledom:

Područja	Struktura u %			
	Stanovništvo	Rezerve nafte	Proizvodnja nafte	Potrošnja mineralnih ulja
Sjeverna Amerika	6,6	11,5	29,6	42,0
Srednja i Južna Amerika	7,1	7,8	16,7	7,1
SSSR, Kina i Istočna Evropa	34,3	9,0	17,5	14,2
Srednji i Daleki Istok, Australija	30,9	3,4	2,1	8,4
Bliski Istok	1,8	61,9	26,8	2,4
Afrika	8,6	5,5	5,8	2,3
Zapadna Evropa	10,7	0,9	1,5	23,6
	100	100	100	100

Naročito je izražajna razlika između udjela stanovništva i potrošnje mineralnih ulja promatranih područja kod Sjeverne Amerike i Zapadne Evrope, gdje je jako razvijena industrijalizacija. Bliski Istok i Afrika imaju ulogu izvoznika energije.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Svečanost povodom puštanja HE Senj u redoviti pogon

U okviru proslave Dana Republike potpredsjednik Saveznog izvršnog vijeća Jakov Blažević pustio je 27. studenog 1966. na svečan način u redoviti pogon hidroelektranu »Senj«, koja će našoj privredi davati godišnje 1100 milijuna kWh električne energije. Svečanosti je prisustvovalo nekoliko stotina uzvanika i graditelja među kojima: Savka Dabčević, član predsjedništva CK SKJ, Milivoj Rukavina, sekretar SIV-a, inž. Boris Bakrač, predsjednik Republičkog vijeća Sabora, dr Dušan Dragosavac, predsjednik Privrednog vijeća Sabora, Stjepan Ivić, predsjednik Glavnog odbora SSRH, u ime Centralnog vijeća Saveza sindikata Jugoslavije Vajo Skendžić, general pukovnik Milan Kuprešanin, zatim rukovodioci kotara Rijeka i Karlovac, općina Hrvatskog primorja, Like i drugi.

Uzvanici su u Grabovu razgledali vanjska postrojenja i komandnu ploču za distribuciju energije koju proizvodi hidroelektrana. Zatim su gosti u pratnji rukovodilaca i stručnjaka hidroelektrane krenuli dugim tunelom prema strojarnici. Na prigodnoj govornici uz same generatore o izgradnji i značaju hidroelektrane govorio je direktor objekta u izgradnji Dane Vuksan. Potpredsjednik Saveznog izvršnog vijeća Jakov Blažević čestitao je prije puštanja u pogon turbina graditeljima na uspješnoj izvedbi ističući da je dovršenje HE Senj značajan objekt koji će našoj privredi davati goleme količine električne energije. Nadalje je istakao da će elektrana biti neobično značajna i za razvoj niza drugih djelatnosti u Lici zbog regulacije rijeka Like i Gacke i u Primorju za razvitak turizma.

Na kraju pozdravnog govora Jakov Blažević je rekao da je HE Senj očit primjer suradnje čitave jugoslavenske privrede, jer je elektranu gradilo više desetaka poduzeća iz gotovo svih krajeva.

(I. R.)

Elektrifikacija pruge Sarajevo — Ploče

29. studenog 1966. puštena je u saobraćaj pruga normalnog kolosijeka Sarajevo — Ploče sa dizel-vučom, dok se planira prijelaz na električnu vuču sa monofaznim ispravljačkim lokomotivama švedske firme ASEA do sredine 1967. godine. Ova pruga bit će prva naša saobraćajnica elektrificirana monofaznim sistemom 25 kV 50 Hz.

Pruga od Sarajeva do Ploča dugačka je 194 km, a ukupna dužina kolosijeka koji će biti elektrificiran dostiže cifru od 300 km. Na pruzi će pored električne vuče biti primijenjen i najmoderniji sistem signalno-sigurnosnih uređaja.

Potrebe privrede SR BiH nametnule su izgradnju ovakve pruge. Težak teren, koji je trebalo svladati i potreba da pruga bude građena tako da može razvijati maksimalnu brzinu vožnje od 120 km na sat zahtijevali su elektrifikaciju pruge i opremanje suvremenim signalno-sigurnosnim postrojenjima.

Kontaktna mreža na ovoj pruzi je tzv. lančasta, kompenzirana mreža kojoj specijalni zatezni uređaji (postavljeni svakih 1500 m) održavaju naprezanje u provodnicama na stalnoj vrijednosti i tako omogućavaju kaptiranje struje i pri najvećim brzinama vožnje. Mrežu će na otvorenoj pruzi nositi cijevni bešavni stupovi, a u stanicama ći biti obješena na portalne konstrukcije. Ona će biti napajana iz četiri elektrovučne podstanice locirane u Blažuju, u blizini Konjica, kod Mostara (u sklopu TS 110/35 kV Raštani) — i Opuzenu. Svaka elektrovučna podstanica sadrži razvodno postrojenje od 110 kV (2 dalekovodna i 2 trafo polja, te mjerno polje), dva transformatora 110/27,5 kV snage od 7,5 MVA i razvodno postrojenje od 25 kV.

Idejni projekat elektrifikacije ove pruge izradilo je poduzeće Energoinvest, koje je isporučilo i opremu.

M. Bučar

Puštena u pogon Toplana u Beogradu

Dana 19. listopada 1966. službeno je puštena u pogon termoelektrana Toplana Novi Beograd snage 105.000 kW sa tri plinska turbinska agregata od po 35 MW tipa Fiat.

Detaljne podatke o karakteristikama turbina objavili smo u broju 7—8/65. našega časopisa.

Nova elektroenergetska postrojenja u Crnoj Gori

Program proširenja elektroenergetskih postrojenja SR Crne Gore u toku 1967. godine obuhvatit će izgradnju dalekovoda 110 kV Ivanjgrad — Mojkovac i TS 110/35 kV u Baru.

Dalekovod 110 kV Ivangrad — Mojkovac vezat će se na postojeći dalekovod 110 kV Titograd — Ivangrad, a napajati iz TS 110/35 kv u Ivangradu. Zadatak toga dalekovoda je opskrba elektroenergijom buduće flotacije cinka u Mojkovcu, čije će potrebe biti oko 4 MW, odnosno 24,000.000 kWh.

Drugi važan i značajan elektro-objekt u Crnoj Gori koji će se izvesti u 1967. je transformatorska stanica 110/35 kV u Baru. Izgradnjom te transformatorske stanice ostvarit će se sigurnost u opskrbi električnom energijom područja južnog Crnogorskog primorja, u prvom redu Bara i Ulcinja.

(I. R.)

Osiguranje električne energije za konzum Srbije

Združeno elektroprivredno poduzeće Srbije organiziralo je 12. siječnja ove godine u Beogradu konferenciju za štampu na kojoj su direktor poduzeća ing. Jovan Janković i drugi suradnici kolektiva upoznali javnost o opskrbi potrošača električnom energijom u 1967. na području SR Srbije.

Na konferenciji je konstatirano da je situacija znatno poboljšana puštanjem u redoviti pogon HE Bajina Bašta. Energetske prilike u SR Srbiji u toku godine će se još poboljšati puštanjem u rad novih energetskih postrojenja. Prema programu izgradnje u prvom tromjesečju 1967. ići će u pogon HE Potpeć, sredinom godine TE Kostolac, a koncem godine TE Morava.

Stavljanjem u pogon novih energetskih kapaciteta Srbija će se posve osloboditi uvoza električne energije iz Bosne i Hercegovine i Crne Gore. Iz ovih se republika godišnje uvozi oko 750 milijuna kWh električne energije.

Potpunom izgradnjom hidro i termoelektrana do 1970. godine konzum Srbije ne samo da će se posve osloboditi uvoza nego će imati i veće količine energije za izvoz.

Na konferenciji za štampu predstavnici Združenog elektroprivrednog poduzeća Srbije upoznali su javnost s rezultatima dugoročnog ugovaranja isporuke energije velepotrošačima. Do sada je ugovorena isporuka za potrebe RTB — Bor, s Azotarom — Pančevo, »Zorkom« — Šabac, Valjaonicom bakra — Sevojno, »Trepčom« — Kosovska Mitrovica i dr. Ugovor je predvidio da se isporučilac obvezuje na odštetu potrošača ukoliko ne osigura kvalitetnu i kontinuiranu opskrbu električnom energijom.

(I. R.)

Izgrađen DV 220 kV Lukavac—Đakovo

Završeni su kompletni građevinski i montažni radovi na izgradnji dalekovoda 220 kV Lukavac — Đakovo, dužine oko 95 km. Budući da nisu završeni radovi na montaži TS 220/110 kV Đakovo to je vod u pogonu sa 110 kV.

Dalekovod je izveden na željezno-rešetkastim pocinčanim stupovima koje je isporučilo poduzeće »Energoinvest«. Vodiči voda su od alučelika presjeka 3 × × 360/57 mm²; zaštitno uže je od čelika 95 mm².

U izgradnji voda učestvovala su dva investitora i to za dionicu Sava — Đakovo, oko 27 km, poduzeće »Elektroprenos« iz Zagreba, dok je za drugu dionicu od Lukavca do Save, oko 68 km, investitor »Elektroprenos« iz Sarajeva. Građevne i montažne radove na dionici Sava — Đakovo izvelo je poduzeće »Dalekovod«, a na drugoj dionici u izgradnji učestvovale su elektroprivredne organizacije iz Sarajeva.

Usporedo s gradnjom dalekovoda 220 kV Lukavac — Đakovo organizirani su radovi i na izgradnji transformatorske stanice 220/110 kV u Đakovu. Posve su završeni građevinski radovi koje je izvelo poduzeće »Dalekovod«. U toku su montažni radovi koje je investitor ustupio poduzeću »Braća Kavurić« iz Zagreba. Ova transformatorska stanica je otvorenog tipa, a u isporuci opreme učestvuju strani i domaći proizvođači elektroindustrije. Švedska tvrtka »ASEA« isporučila je transformator snage 150 MVA i kompenzator, a tvornica »Rade Končar« isporučuje ostali dio opreme.

Prema planovima investitora i isporučioca opreme predviđa se da će svi radovi na montaži biti završeni sredinom iduće godine. Tada bi izgrađeni dalekovod Lukavac — Đakovo išao u pogon s 220 kV.

I. R.

»Dalekovod« — u Egiptu

Preko poslovnog udruženja »INGRA« poduzeća »Dalekovod« i »Elektroprojekt« iz Zagreba, te »Energoprojekt« iz Beograda ugovorili su s ministarstvom agrarne reforme u Kairu radove na isušenju i kultiviranju tla u površini od 56.000 fedana (1 hektar = = 2371 fedan).

Radovi na melioraciji tla u Egiptu podrazumijevaju poslove u vezi izgradnje kompletne električne mreže, izgradnje irigacionih kanala, prokopa, crpnih stanica, zaštitnih nasipa, izgradnje naselja-sela i dr.

Poduzeću »Dalekovod« povjerena je izgradnja kompletne električne mreže na području El Zawia na površini od 26.000 fedana zemljišta. Opseg tih radova sastoji se iz izgradnje glavne transformatorske stanice 33/11 kV, vanjske montaže sa dva transformatora, svaki po 2000 kVA. Radovi na izgradnji TS obuhvaćaju montažu četiriju transformatorskih polja, 4 dalekovodna polja, 1 mjerno polje, zatim montažu svih uređaja za zaštitu, izvođenje uzemljenja i izvođenje svih građevinskih radova, te izgradnju četiriju dalekovoda od 11 kV s otcjepima ukupne dužine oko 50 km. Dalekovodi će biti građeni djelomično na betonskim, a djelomično na željeznim stupovima. Osim toga se gradi mreža niskog napona za 26 naselja, u dužini od 52 km, kao i montaža sedam transformatorskih stanica (tornjića) od 11/0,4 kV, te montaža crpnih stanica za navodnjavanje. Ukupno ima 16 crpnih stanica u koje će se montirati 86 crpnih agregata. Svaka crpna stanica ima posebnu transformatorsku stanicu 11/0,4 kV.

Iz iznesenog programa vidljivo je da su to prilično opsežni radovi, pa će kompletna njihova izgradnja trajati oko dvije godine. Početak radova treba biti u mjesecu siječnju 1967. U tu svrhu »Dalekovod« će organizirati gradilište u Egiptu, s tim da će stručnu radnu snagu sačinjavati naši ljudi, dok će fizičku radnu snagu sačinjavati domaći radnici.

Za izvođenje ovako obimnih radova »Dalekovod« će otpremiti u UAR svu potrebnu mehanizaciju, alat, kamione i ostali materijal.

Pored izvođenja radova u Egiptu »Dalekovod« će izraditi i isporučiti sav potreban ovjesni i spojni materijal, nosače izolatora (podupore), konzole, raznu konstrukciju, pribor za uzemljenje i ostalo.

(I. R.)

Izgradnja DV 110 kV Mraclin—Kutina—Međurić

Proširenje prijenosne mreže u SR Hrvatskoj u 1966. obuhvaća izgradnju dalekovoda 110 kV Mraclin — Ludina — Kutina — Međurić i priključaka od Kutine do buduće nove termoelektrane Sisak. Dok se ne izgradi termoelektrana vod će biti priključen na postojeću TS 110/35 kV u Sisku.

Zadatak dalekovoda 110 kV Mraclin — Ludina — Kutina — Međurić je opskrba električnom energijom Tvornice dušičnih gnojiva u Kutini (u izgradnji) i elektrifikacija željeznica. U okvirima realiziranja ovih planova za potrebe elektrifikacije željeznica u programu je izgradnja elektrovučne podstanice u Ludini. Nadalje u Kutini će se izgraditi rasklopna stanica 110 kV, a izvest će se i proširenje postojeće transformatorske stanice 110/35 kV u Međuriću.

Za izgradnju dalekovoda investirat će se oko 1 i pol milijarde starih dinara, a nosioci investicija su Tvornica dušičnih gnojiva i Jugoslavenske željeznice. Dionicu Kutina — Međurić financirat će kod izgradnje poduzeće »Elektroprenos« iz Zagreba.

Građevne i montažne radove, kao i isporuku opreme, investitor je ugovorio s talijanskim i domaćim poduzećima. Između talijanskih izvođača i naših poduzeća postignut je sporazum o podjeli poslova. Izrada glavnih projekata povjerena je projektantu »Dalekovod«.

Talijani će učestvovati u izgradnji trase od oko 35 km na glavnom vodu 110 kV Mraclin — Ludina — Kutina. Pored građevnih radova talijanska tvrtka isporučit će i montirati kompletnu opremu na dionici od 35 km.

Drugi dio voda izvodi »Dalekovod«, a »Energoinvest« ugovorio je isporuku željezno-rešetkastih stupova. Već su započeli građevinski radovi na pojedinim dionicama, pa je u početnoj fazi izgradnje »Dalekovod« organizirao tri radilišta i to u Kutini, Stručcu i Novom Čiču.

Istovremeno su otpočeli radovi na izgradnji transformatorske stanice 110/35 kV u Kutini.

S obzirom na važnost dalekovoda za opskrbu električnom energijom velikih potrošača, između investitora i izvođača ugovoreni su i rokovi kompletne izgradnje. Na dionici dalekovoda Sisak — Kutina po programu izgradnje svi radovi trebaju biti završeni sredinom 1967. godine, a na dionici Mraclin — Ludina — Kutina u trećem kvartalu iduće godine. Radovi na izgradnji treće dionice Kutina — Međurić vjerojatno će otpočeti u toku 1967. godine, jer izgradnja ove dionice zavisi o financijskim sredstvima koje treba da osigura investitor »Elektroprenos« iz Zagreba.

I. R.

Novi radovi »Elektroprojekta« u Burmi

Poduzeće »Elektroprojekt« iz Zagreba već deset godina uspješno radi u Burmi. U tom periodu izrađeno je više projekata za hidroelektrane, navodnjavanje, melioracije velikih površina i dr.

U sastavu »Elektroprojekta« radi specijalna grupa na projektiranju navodnjavanja terena, drenaže velikih površina i njihove elektrifikacije.

U najnovije i veće radove koje je ugovorio »Elektroprojekt« spada izrada glavnih projekata navodnjavanja površine od oko 13.000 ha u području Washwang u Burmi. Realizacija tih planova je u toku, a osim toga investitor je »Elektroprojektu« povjerio nadzor nad izgradnjom brane za akumulacioni bazen buduće hidroelektrane koja će opskrbljivati električnom energijom sistem navodnjavanja područja Washwang.

(I. R.)

Povećane investicije za gradnju Đerdapa

Prema investicionom programu za gradnju hidroenergetskog i plovidbenog sistema Đerdap, rađenom od 1962. do 1965., predviđeno je da jugoslavenski dio troškova iznosi 2.293,000.000 ND.

Ta investiciona ulaganja povećana su na 3.317,000.000 ND zbog povećanja cijena radova, materijala, opreme i usluga do srpnja 1965. godine.

Time je gradnja poskupila za 451,831.000 ND, a zbog sprovođenja novih mjera privredne reforme za još daljnjih 507,831.000 ND.

Pošto su u glavnim projektima izvršene i neke tehničke izmjene na pojedinim dijelovima objekata i uvođenjem drugačije opreme za neke vrste radova i te promjene utjecale su na povećanje investicija u iznosu od 65,732.000 ND.

Saveznim zakonom je utvrđeno da federacija financira 80% ukupne sume, a ostalo osiguravaju SR Srbija i investitor. Nova poskupljenja moraju osigurati republika i investitor, dok se udio federacije neće povećavati.

Tehničke promjene kod gradnje Đerdapa obuhvatile su niz promjena, a jedna od značajnijih je svakako ona koja predviđa povećanje proizvodnje. Nivo na kome će se nalaziti turbine elektrana spustit će se, što omogućava veću proizvodnju električne energije. Kada bude završena elektrana Đerdap s instaliranom snagom od 2050 MW bit će peta u svijetu, a po proizvodnji treća. Spuštanjem nivoa turbine ostvarit će se veće godišnje korištenje snage vode i umjesto planiranih 11,3 milijarde godišnja proizvodnja iznosit će preko 13 milijardi kilovatsati.

I. R.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica DK) i prilagođeni za izrezivanje i lijepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 621.316
Light flicker in relation to power-system voltage fluctuation
P. G. Kendall
Power Record (Proc. IEE) 113 (1966) No 3, 471—479

DK 621.316
Essais des postes blindés á 245 kV
M. Pouard
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 498—500

DK 621.316
Dinamika rosta seljskohozjajstvennyh električeskih nagruzok
V. M. Cvjah
Električestvo 86 (1966) No 1, 13—16

DK 621.316
O vybore naprjaženij seljskih raspredeliteljnyh električeskih setej i primenenii naprjaženija 20 kV
A. G. Zaharin
Električestvo 86 (1966) No 1, 6—10

DK 621.316
Les zones passage réservées aux lignes de transport d'énergie à trés haute tension aux abords des grandes villes
R. Chincholle
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 501—511

DK 621.316
Introduction et rappel de quelques notions fondamentales concernant les études de réseaux de distribution
P. Gaussens
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 519

DK 621.316
Simulation de l'avenir d'une distribution urbaine d'énergie électrique à moyene tension
M. Juricic
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 525—535

DK 621.316
Les principaux problémes posés par la réalisation technique du nouveau réseau de Paris
J. L. Deforge
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 560—566

DK 621.316-52
Alcune considerazioni sul progetto dei regolatori di rete
F. Donati
L'Energia Elettrica 48 (1965) No 10, 665—668

DK 621.316.004.2:314.2
Ausbau des Umspannwerkes Traunfall
F. Eilmansberger
ÖZE 19 (1966) No 5, 223—230

DK 621.316.027.3
Schaltüberspannungen auf langen Hochspannungsleitungen
J. Jirku
Energietechnik 16 (1966) No 5, 227—231

DK 621.316.1
Généralités sur les structures possibles des réseaux de distribution
A. Coulombel
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 520—524

DK 621.316.1
Le matériel blindé pour réseau à 225 kV
A. Rognon
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 474—480

DK 621.316.1
Les problèmes posés la penétration de la trés haute tension dans les zones urbaines
J. Parizy
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 463—466

DK 621.316.1
Die wachsende Kurzschlussleistung, ein Problem für Planung und Betrieb grosser Netze
P. Lülsdorf
Energie 18 (1966) No 4, 134—137

DK 621.316.1
Problèmes de structure des réseaux
J. Raimbault
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 436—460

DK 621.316.1
La réduction des surtensions de manoeuvre sur réseaux à trés haute tension par la fermeture synchronisée des disjoncteurs
E. Maury
RGE 50 (1966) Tom 75, No 3, 295—302

DK 621.316.1:621.3.064.1
K voprosu o celesoobraznyh značenijah tokov korotkih zamykanij v raspredeliteljnyh setjah
I. A. Syromjatnikov
Električestvo 86 (1966) No 1, 16—21

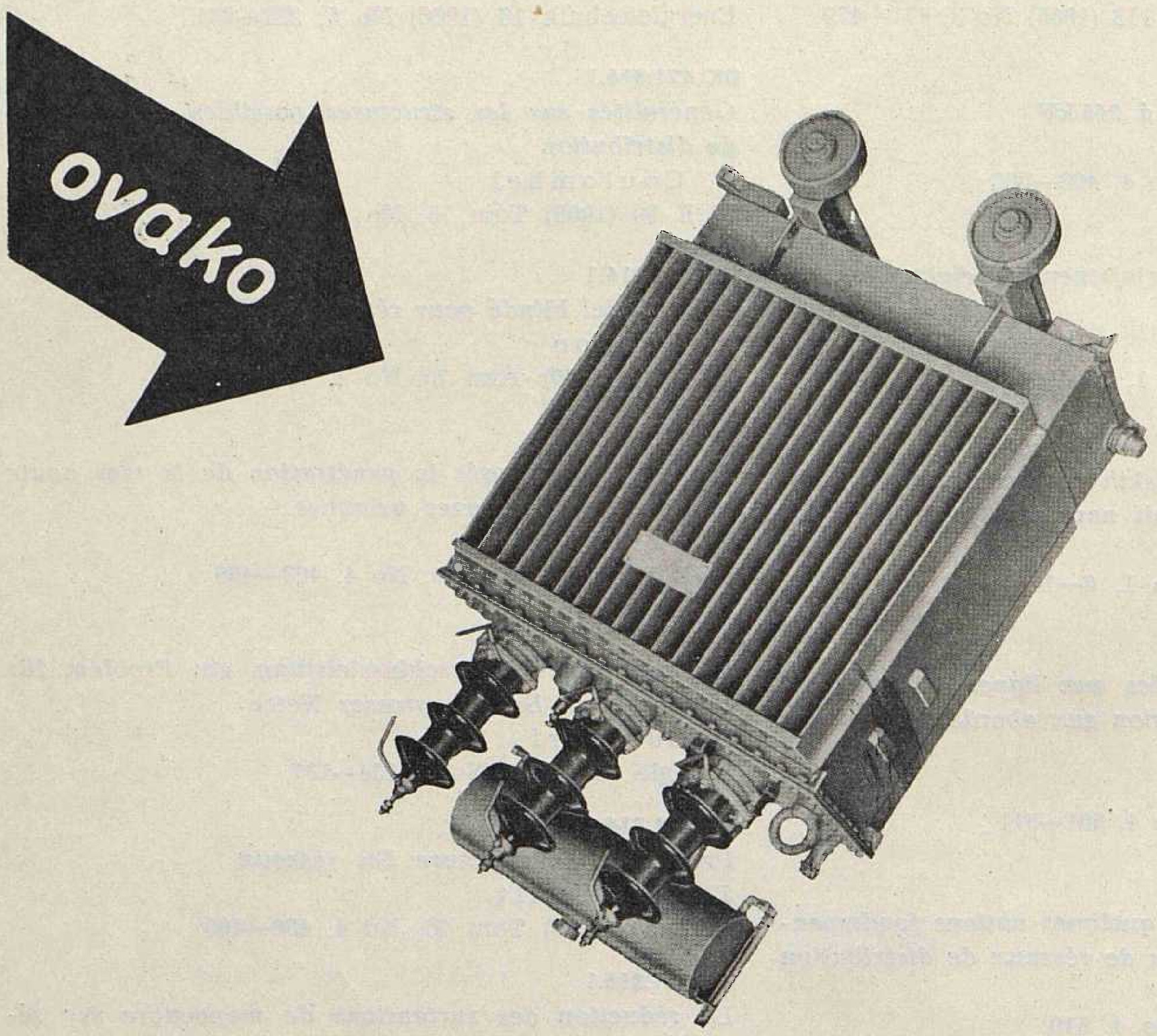
DK 621.316.13
O zamknutyh shemah v setjah 0,38 i 6—10 kV s zaščitom plavkimi predohraniteljami. Opyt eksploatacii zamknutoj seti 6 kV g. Kalingrada
M. I. Polonskij
Električeskie stancii 37 (1966) No 4, 80—82

DK 621.316.37.027.3
Beitrag zum Problem der wachsenden Kurzschlussleistung in Hochspannungs-Schaltanlagen
H. H. Bay
ETZ-A 87 (1966) No 6, 185—192

Ivan Šimurina

NE MOŽE SE DOGODITI

DA U VAŠEM POSTROJENJU TRANSFORMATOR BUDE MONTIRAN



ALI SE MOŽE DOGODITI DA GA MONTIRATE TAKO, DA MU EFEKT BUDE BITNO MANJI

— radi nedovoljne cirkulacije zraka
— radi pretjeranog utjecaja insolacije
— radi preslabog iskorištenja mogućnosti ohlađenja noću

POBOLJŠANO HLAĐENJE JEDNOSTAVNIM MJERAMA **VEĆA OPTERETIVOST VEĆA TRAJNOST**

TRAŽITE NAŠE SAVJETE

Institut za elektroprivredu — Zagreb

LABORATORIJ ZA TOPLINSKA MJERENJA (LTM)

ANTE LUČEV

Nekako potkraj prosinca 1966. naše je uredništvo primilo skromnu i kratku obavijest s otprilike ovim sadržajem:

»Nakon dugogodišnjeg obavljanja dužnosti glavnog direktora poduzeća ELEKTRA, Zagreb, iz zdravstvenih sam razloga danom 31. prosinca 1966. napustio to mjesto.

S obzirom na dugotrajnu i plodnu suradnju, koju sam uvijek održavao s Vašim časopisom radi zadovoljenja općih društvenih interesa i razvoja elektroprivrede, smatram svojom dužnošću, da Vas o tome obavijestim i zahvalim na povjerenju i pomoći, koju ste dosad ukazivali i poduzeću, kojemu sam bio na čelu, i meni osobno.

Ujedno Vam saopćujem, da je radni kolektiv po mom odlasku sa dužnosti, izabrao glavnim direktorom inženjera Petra Kuzele, koji je do sada u poduzeću zauzimao mjesto tehničkog direktora i tako imao mogućnost, da upozna i poteškoće i uspjehe poduzeća, njegovu razvojnu perspektivu i njegove poslovne veze. Uvjeren sam da ćete i s njime nastaviti plodnu i uspješnu suradnju na korist razvoja i napretka poduzeća »Elektre« i naše elektroprivrede uopće. Ante Lučev«.

Tim jednostavnim i zaista skromnim riječima dosadašnji je glavni direktor našeg najjačeg elektroprivrednog poduzeća u SR Hrvatskoj smatrao dovoljnim da se oprosti s nama i s brojnim suradnicima i poslovnim prijateljima s kojima je surađivao živo i neumorno već punih osamnaest godina (od 1. travnja 1949. pa do 31. ožujka 1967. kada će biti obavljena i službena primopredaja dužnosti).

O drugu Anti Lučevu ne samo kao direktoru, nego i kao borcu i čovjeku, koji je imao razumijevanja za svačije brige i potrebe, to bi zaista bilo premalo. Pokušat ćemo stoga da ga mi prikažemo ne samo kao rukovodioca, nego i kao čovjeka.

Ante Lučev rođen je 15. ožujka 1914. u Prvić Luki kod Šibenika u siromašnoj radničkoj porodici. Osnovno školovanje završio je u svom rodnom mjestu, a daljnje u Osijeku, gdje je izučio stolarski zanat i postao kvalificirani, a zatim i visokokvalificirani stolarski radnik. U svojoj struci radi od 1934. do 1940. što u Osijeku, što u Beogradu, tijesno povezan već u svojim najmlađim godinama s naprednom omladinom u URS-u.

Padom stare Jugolsavije vraća se u svoje rodno mjesto, gdje radi i rječju i djelom na organiziranju oružanog otpora. Početkom ožujka 1942. stupa u oružanu borbu, prošavši sva bojišta i sva stradanja. Kao pripadnik Dalmatinske brigade sudjeluje u bitci na Sutjesci, proživjevši teške časove patnji i slavne epopeje. Dvaput je ranjavan, jednom 1943. u desno rame, od čega mu ostaje ruka ukočena u laktu, a drugiput 1944. u prsa. Sudjeluje na spasavanju bolnice 1944. i biva pohvaljen od komande Durmitorskog odreda. Kao invalid odlazi u srpnju 1944. u Afriku, gdje ostaje u El Shattu kao komesar i zapovjednik straže izbjegličkog logora do travnja 1945. kada se vraća u domovinu. Demobiliziran 15. listopada 1945. kao rezervni kapetan, dolazi u elektroprivredu na razne odgovorne dužnosti, najprije u Karlovac, pa u Zagreb u tadašnju Generalnu direkciju elektroprivrede kao rukovodilac kadrovske službe. Prvoga travnja 1949. postaje direktorom poduzeća ELEKTRA odakle se, evo, ovih dana povlači u mirovinu sa 40 godina priznatog radnog staža.

Ante Lučev izraziti je tip revolucionara i borca u ratu, konstruktivnog radnika i stvaraoca u miru, a u prvom redu — plemenitog čovjeka.

Kao direktor mnogo se bavio problemima kako samog poduzeća i elektroprivrede, tako i pitanjima grada i općina Zagreba. Bio je predsjednik Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske i inicijator mnogih korisnih ideja, naročito u pogledu organiziranja distribucije u svrhu zajedničkog rješavanja aktuelnih problema.

Mnogo je društveno radio i bio član raznih partijskih i političkih komisija, dugogodišnji je predsjednik glazbe »Elektre« koja mu mnogo duguje za razumijevanje i poticaje. Zdušno se zalagao i za obnovu nogometnog kluba »Sparta« kao i za svaku pozitivnu društvenu aktivnost.

Nosilac je nekoliko odlikovanja (orden za hrabrost, orden Bratstva i jedinstva, rada).

Članovi kolektiva »Elektra« uvijek će ga se najljepše sjećati.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE RUJAN I LISTOPAD 1966.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5 – 9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11. 1965.	251.765	59.132	1.759	23.918	253.524	83.050	19.472	34.889	– 2.896	388.039
12. 1965.	414.537	38.088	2.775	22.751	417.312	60.839	– 59.700	95.070	– 11.847	501.074
Ukupno 1965.	2,702.552	532.242	20.722	244.250	2,723.274	776.492	389.983	44.164	– 44.197	3,889.716
1. 1966.	287.875	58.580	1.935	19.821	289.810	78.401	– 91.816	106.587	– 32	382.950
2. 1966.	288.747	40.974	2.060	17.142	290.807	58.116	– 66.362	40.045	– 320	322.286
3. 1966.	316.991	45.544	1.771	21.597	318.762	67.141	– 72.141	53.680	– 2.065	365.377
4. 1966.	291.102	23.046	1.846	19.394	292.948	12.440	– 52.713	54.081	– 2.198	334.558
5. 1966.	304.002	19.891	1.700	19.748	305.702	39.639	– 35.354	16.685	– 37	326.635
6. 1966.	193.487	47.252	1.071	16.535	194.558	63.787	+ 5.779	69.427	– 33	333.518
7. 1966.	121.190	54.343	953	19.967	122.143	74.310	+ 92.649	20.276	– 142	309.236
8. 1966.	138.400	72.560	996	26.019	139.396	98.579	+ 103.361	2.633	– 294	343.675
9. 1966.	175.229	53.819	775	30.884	176.004	84.703	+ 69.602	23.075	– 41	353.343
10. 1966.	228.596	49.616	1.357	32.125	229.953	81.714	+ 25.040	4.712	– 5.700	335.719
Ukupno 1 – 10. 1966.	2,345.619	465.625	14.464	223.232	2,360.083	688.830	—21.955	391.201	– 10.862	3,407.317

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece rujan i listopad 1966.

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik[3]	216,0	—	—	106.822	—	—	404,3	—	—		
		Vinodol-Fužine	78,9	22.501	13.601	118.601	195,5	43,8	82,0	39,6	22,8		
		Gojak	48,0	10.069	20.195	173.273	82,1	609,0	113,2	29,2	56,5		
		Ozalj	5,1	1.104	2.199	19.496	64,7	226,1	94,6	30,0	58,2		
		Senj		—	70.933	521.236	—	—	—	—	—		
		Peruća	42,0	15.745	4.997	114.785	122,6	—	29,3	51,9	50,3		
		Kraljevac	67,0	—	2.131	47.621	—	—	77,7	—	4,2		
		Split	224,0	117.470	103.369	1,067.270	82,3	147,2		72,8	61,6		
		Manojlovac	20,5	6.398	9.165	110.694	83,5	137,6	98,0	43,2	60,9		
		Jaruga	5,3	1.942	[illegible].006	29.148				49,0	49,0		
	TE	Zagreb – TO Žitnjak	64,0	26.309	17.618	251.066	86,2	45,4	92,2	57,0	36,9	3.100	3.080
		Zagreb	10,0	—	1.693	12.461	—	87,3	181,1	—	22,8	—	6.408
		Jertovec	36,0	16.116	15.374	116.277	90,9	70,6	81,1	62,1	[illegible]7,4	4.323	4.298
		Vlaška	8,0	596	1.896	7.959	30,7	87,9	30,7	10,3	31,9	5.197	5.300
		Rijeka	7,2	—	1.102	1.102	—	88,0		—	20,5	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil – Split	16,6	1.818	2.079	15.672	1[illegible]8,2	26,8	61,6	15,3	17,0		
		Sladorana – Županja	7,08	2.908	2.963	7.515	121,1	98,5	138,9	57,0	56,6		
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	2.682	2.956	20.996	112,6	109,2	96,7	62,0	66,6		
		Željezara – Sisak	5,5	3.390	3.935	31.377	101,4	110,6	97,2	82,8	95,8		

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u ovim narednim iskazan je u odnosu na 1965. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta
[3] Dio od 23 % proizvodnje koji otpada na SRH

Proizvodnja ugljena za mjesece rujan i listopad 1966.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1965 = 100		
		Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša	64.520	58.910	644.030	104,8	95,4	102,8
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	3.000	2.779	33.867	81,1	73,1	85,5
	Rudnik Pregrada	4.593	4.983	58.120	65,3	75,4	91,3
	Ostali	4.144	4.251	47.992	74,2	78,9	86,5
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	11.372	10.313	129.066	74,8	69,9	89,6
	Dalmacija: Rudnik Siverić	5.564	5.334	59.326	76,3	77,5	82,9
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	2.281	1.992	19.401	114,3	112,2	107,0
	Svega mrki	30.954	29.652	347,772	75,9	75,7	88,6
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	23.495	21.678	251.952	71,2	72,5	87,7
	Zagorski rudnici, Konjšćina	8.543	7.890	90.877	135.1	101,8	100,3
	Rudnik lignita i Poljanica	4.122	3.719	38.644	85,6	86,4	84,8
	Ostali	2.038	1.375	13.989	142,6	105,8	94,7
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	5.841	5.591	59.674	64,1	63,8	72,0
	Ostali	1.898	1.945	35.840	28,5	32,7	57,6
	Ostala područja	1.764	1.232	17.875	69,9	53,2	89,3
	Svega lignit	47.701	43.430	518.851	74,7	72,1	84.4
	Ukupno sve vrste ugljena	143.175	131.922	1,510.653	86,1	81,9	92,5

NAPOMENA[1]: Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar.

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1966.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kal).	Koks
Proizvodnja u 1000 t	9. 1966.	2484	95	832	1557	1908	99
	10. 1966.	2477	88	848	1541	1906	102
Indeks na bazi	9. 1965.	96,1	90,4	96,2	98,4	96,8	96,1
	10. 1965.	92,5	83,0	94,3	91,1	92,0	95,1

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1966.

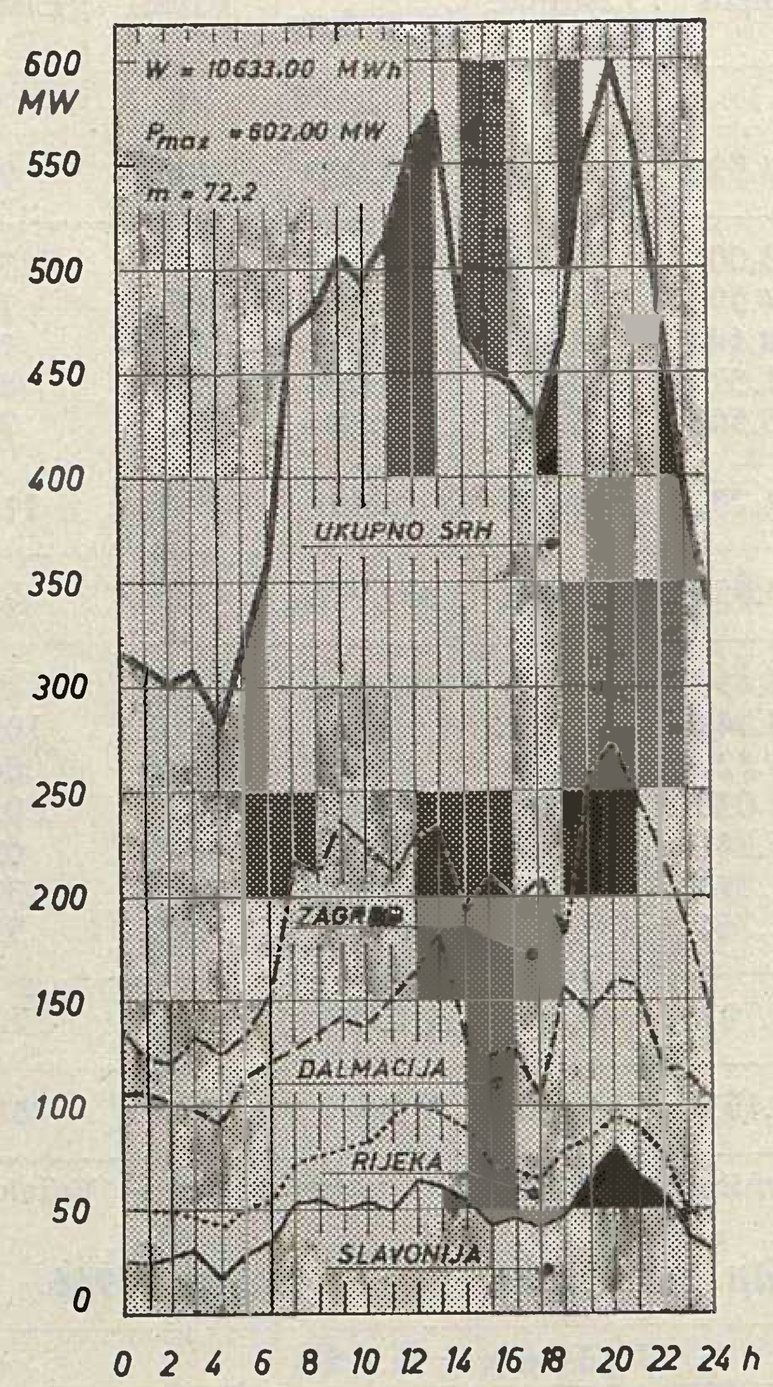
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja u tonama	9. 1966.	187.956	28.013	379.022	71,487	1.304	9.981	105.581	15.910	160.971
	10. 1966.	196.426	37.394	354.657	67.448	1.340	5.637	99.756	14.720	153.047
Indeks na bazi	9. 1965.	105,0	130,2	139,1	148,3	96,5	169,1	117,4	151,3	153,3
	10. 1965.	104,2	168,1	117,5	134,8	112,3	85,1	117,5	84,8	110,8

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1966.

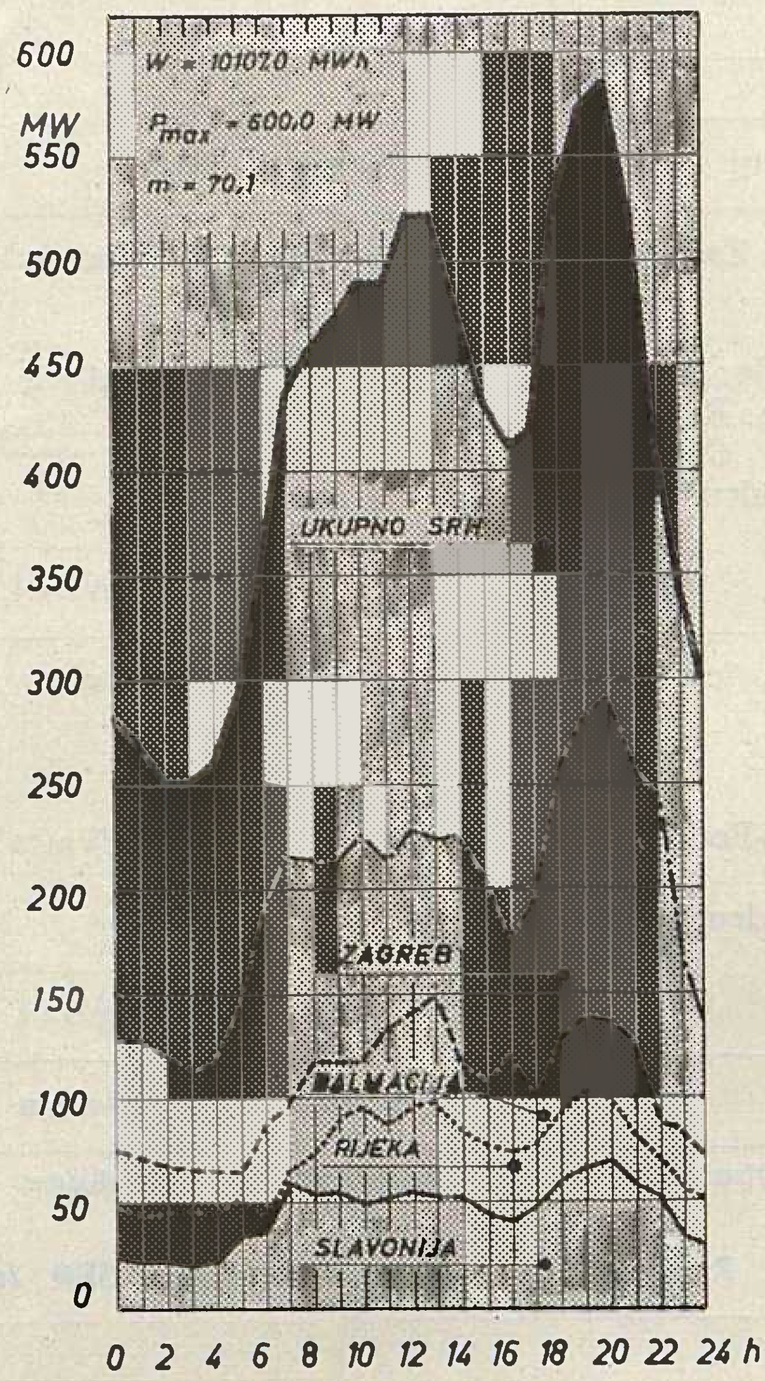
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
9. 1966.	111	101	108	115	118	110	111	108	106	120
10. 1966.	110	112	112	106	103	111	112	98	107	121
9. 1965.	103,7	99,0	105,8	102,6	106,3	105,7	102,7	100,0	101,9	106,1
10. 1965.	101,9	100,9	102,7	102,9	95,3	101,8	109,8	94,6	102,8	104,3

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

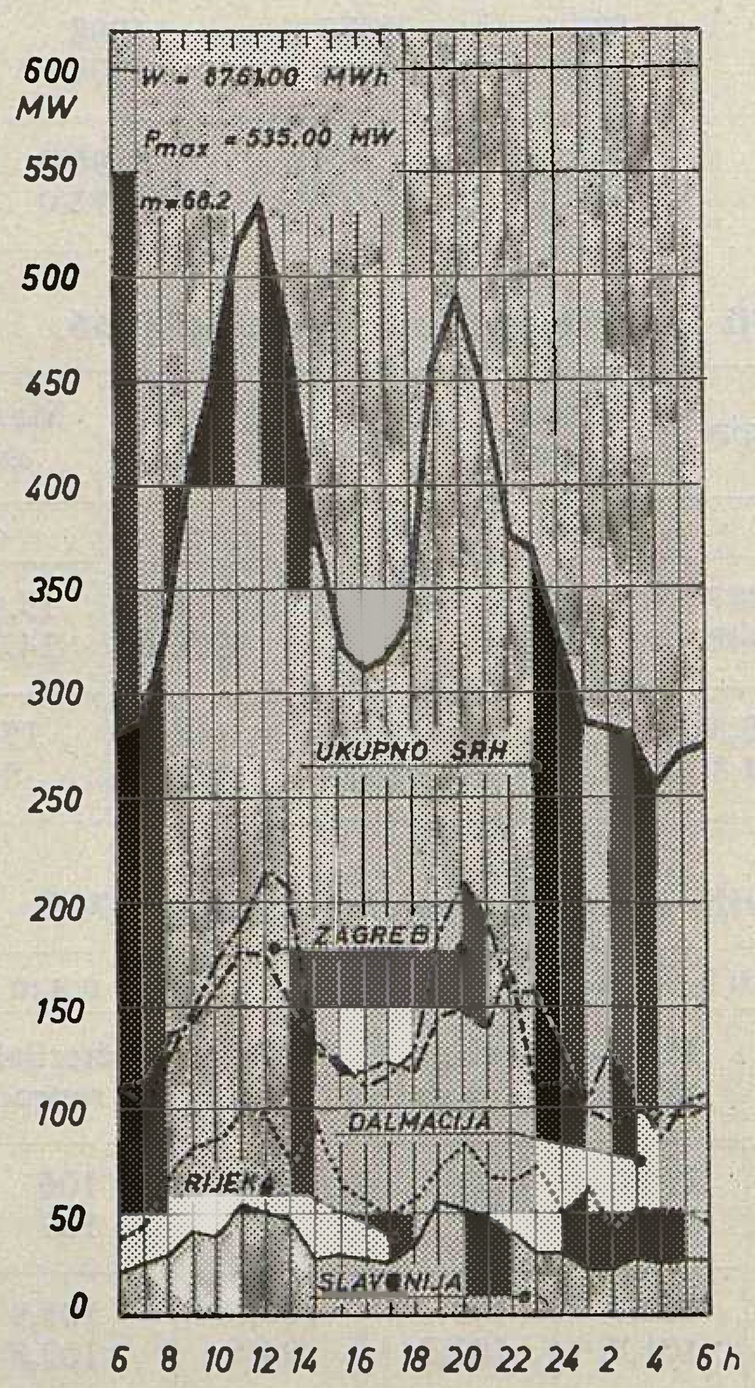
Srijeda, 21.9.1966.



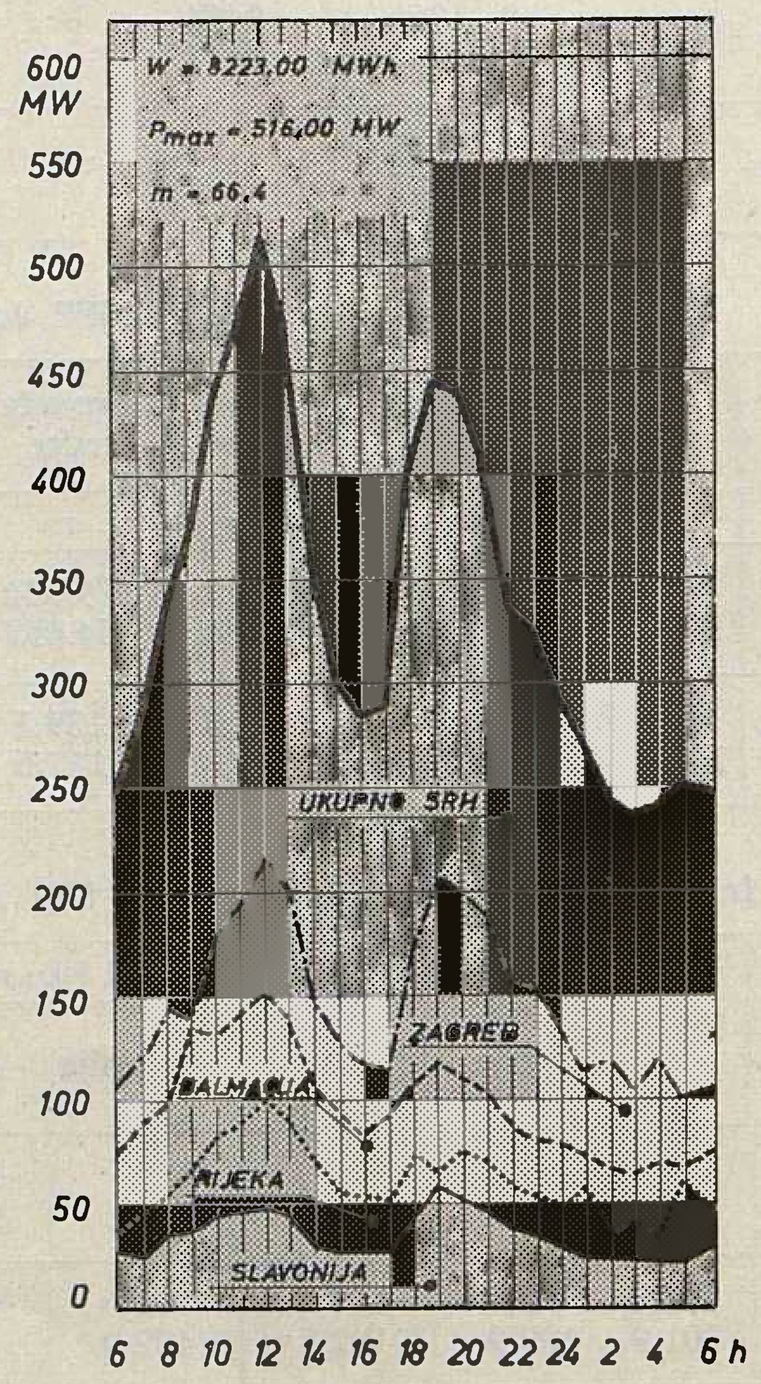
Srijeda, 19.10.1966.



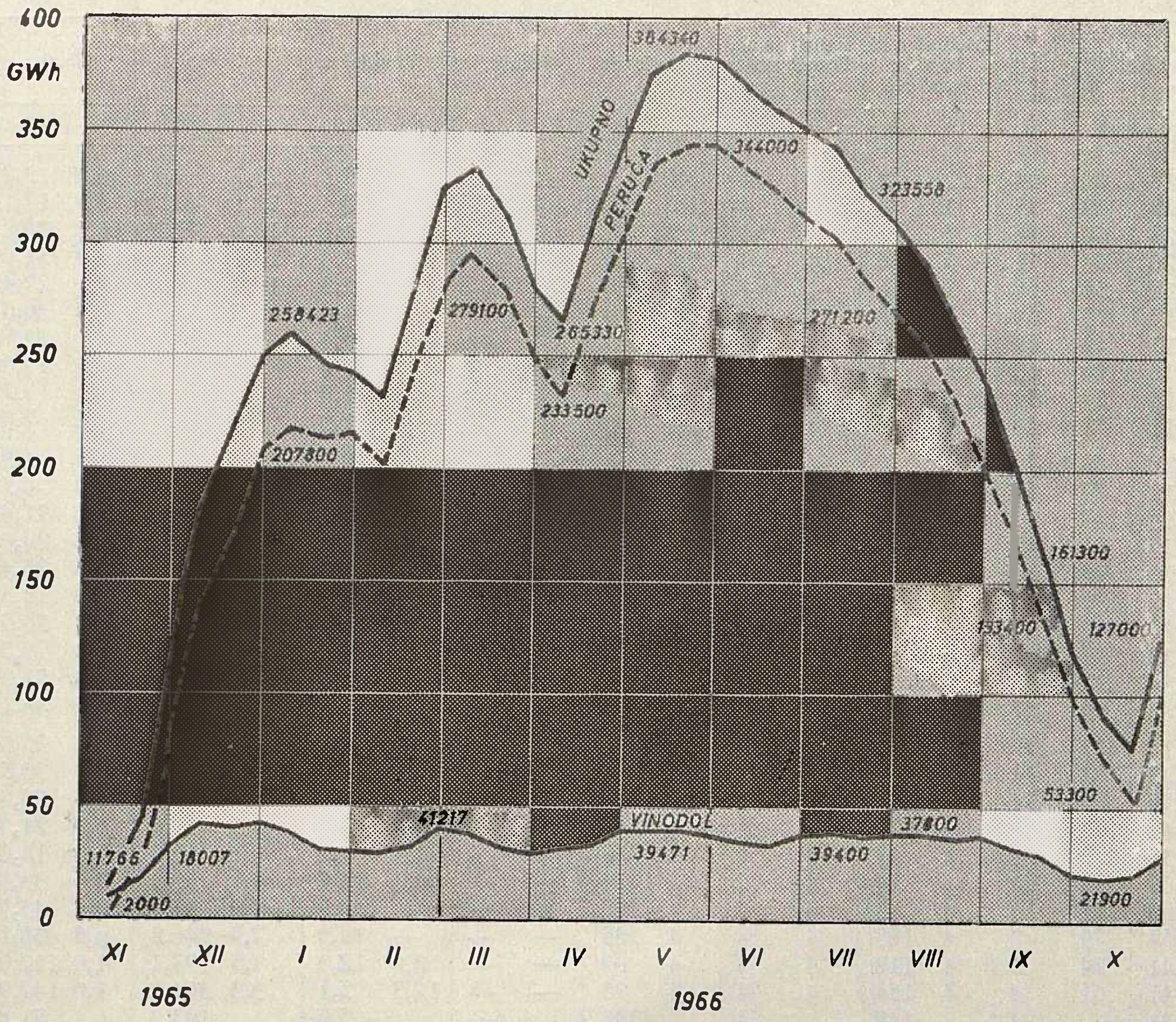
Nedjelja, 25.9.1966.



Nedjelja, 23.10.1966.



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece rujan i listopad 1966.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1965.		I. i X. mj. 1966. prema I. i X. mj. 1965.		12 mjeseci 1966/65. prema 12 mjeseci 1965/64.	
	Rujan %	Listopad %	Rujan %	Listopad %	Rujan %	Listopad %	Rujan %	Listopad %	Rujan %	Listopad %
Ukupno SRH	100,0	100,0	101,5	97,9	115,3	109,3	108,1	108,2	108,0	108,2
Direktni potrošači	17,3	11,9	92,4	67,0	128,1	117,5	116,8	116,9	116,3	116,3
Distribucija	73,3	78,4	101,5	104,3	111,2	107,8	107,4	107,5	105,7	106,1
Gubici	9,4	9,7	101,7	99,9	75,4	88,7	74,7	75,9	87,6	85,8

Srednji dnevni protoci za mjesece rujan i listopad 1966. (m^3/sek.)

Datum	Cetina								Krka				Ličanka i Lokvarka		Lika i Gacka		Mrežnica i Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz akumulacije Peruća, Lim. Šilovka		Međudotok Peruća Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u korito Cet.		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.
1	22	18	66	94	11	8	4	4	16	9	—	—	0,9	5,1	28,7	7,1	24,4	2,8	—	—
2	17	28	63	55	9	9	4	4	15	12	—	—	0,4	7,4	21,1	48,5	15,5	17,1	—	—
3	15	23	66	66	7	6	4	4	15	11	—	—	0,2	6,1	16,6	41,1	11,8	35,2	—	—
4	12	20	68	71	6	6	4	4	15	10	—	—	—	3,4	14,1	26,3	10,0	31,0	—	—
5	16	17	58	68	5	6	4	4	14	10	—	—	0,8	2,3	10,9	21,4	9,1	27,4	—	—
6	13	17	73	63	6	8	4	4	14	9	—	—	0,5	1,4	10,3	18,2	8,0	20,0	—	—
7	16	11	69	62	5	8	4	4	13	9	—	—	0,2	0,4	9,7	14,9	6,1	15,7	—	—
8	11	10	76	68	6	8	4	4	13	9	—	—	—	1,4	9,5	13,4	4.1	12,6	—	—
9	22	15	80	50	7	6	4	4	12	8	—	—	—	2,0	9,1	12,8	3,3	7,7	—	—
10	20	11	77	60	7	5	4	4	12	8	—	—	0,2	1,3	9,1	12,6	1,6	7,0	—	—
11	17	10	69	72	7	7	4	4	12	8	—	—	—	0,8	9,1	11,3	1,6	6,9	—	—
12	16	11	76	65	4	11	4	4	11	8	—	—	—	7,8	8,8	9,9	1,0	6,5	—	—
13	18	14	77	61	6	10	4	4	11	9	—	—	—	7,6	8,5	45,7	0,6	21,4	—	—
14	16	25	81	42	5	16	4	4	10	12	—	—	3,1	5,7	8,4	48,8	2,2	24,0	—	—
15	17	20	93	58	5	10	4	4	10	10	—	—	0,2	4,1	7,9	42,4	1,6	25,4	—	—
16	12	19	90	70	5	7	4	4	9	9	—	—	—	1,8	7,8	30,6	1,0	18,5	—	—
17	16	20	89	59	4	8	4	4	9	9	—	—	2,5	4,5	8,2	25,2	2,8	26,5	—	—
18	19	32	77	64	4	8	4	4	8	51	—	—	1,5	5,0	9,5	220,2	4,4	79,5	—	—
19	13	34	90	53	7	7	4	4	8	47	—	—	1,0	4,1	9,9	100,3	2,8	51,2	—	—
20	15	48	99	67	5	6	4	4	7	40	—	—	0,8	7,8	18,0	62,7	2,7	44,1	—	—
21	11	114	88	47	6	24	4	4	7	102	—	—	0,4	4,6	16,3	63,6	1,8	35,0	—	—
22	12	103	83	34	6	28	4	4	7	102	—	—	0,1	3,1	11,6	56,7	1,0	30,5	—	—
23	12	56	83	54	8	18	4	4	6	82	—	—	0,3	2,3	9,9	38,5	1,0	26,5	—	—
24	17	42	92	63	9	15	4	4	5	69	—	—	0,2	2,2	9,5	32,9	1,0	21,0	—	—
25	22	35	76	63	4	17	4	4	5	48	—	—	0,1	9,1	9,1	30,6	1,0	18,0	—	—
26	10	48	95	63	4	14	4	4	5	51	—	—	0,4	14,0	9,1	63,3	0,6	33,3	—	—
27	12	169	91	23	4	73	4	4	4	70	—	—	—	13,5	8,9	80,4	0,6	43,5	—	—
28	11	167	79	2	4	165	4	4	4	85	—	—	—	12,6	7,9	246,8	0,5	38,1	—	—
29	11	141	74	2	4	118	4	4	4	89	—	—	0,2	12,3	7,5	197,1	1,0	112,0	—	—
30	11	141	61	2	4	154	4	4	4	95	—	—	12,5	5,1	3,3	361,2	1,0	147,9	—	—
31		131		2		149		4		100		—		5,0		193,2		81,8		—
Mjeseč. prosjek	15,0	50,0	43,8	52,0	5,8	30,1	4	4	9,5	38,7	—	—	0,8	5,2	10,5	70,2	4,0	34,4	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1966.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		B i H		Makedonija		Crna Gora	
		UKUPNO	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	9. 1966.	1118	565	553	171	38	71	252	189	108	48	150	54	5	32	—
	10. 1966.	1262	649	513	224	34	61	247	166	98	85	127	49	7	64	—
Indeks na bazi	9. 1965.	108,0	103,1	113,0	91,4	77,3	140,3	117,2	90,0	104,8	109,0	127,1	174,1	125	100,0	—
	10. 1965.	125,1	133,2	98,4	200,0	58,6	74,6	120,4	87,0	84,4	250,0	94,0	100,0	100	461,5	—

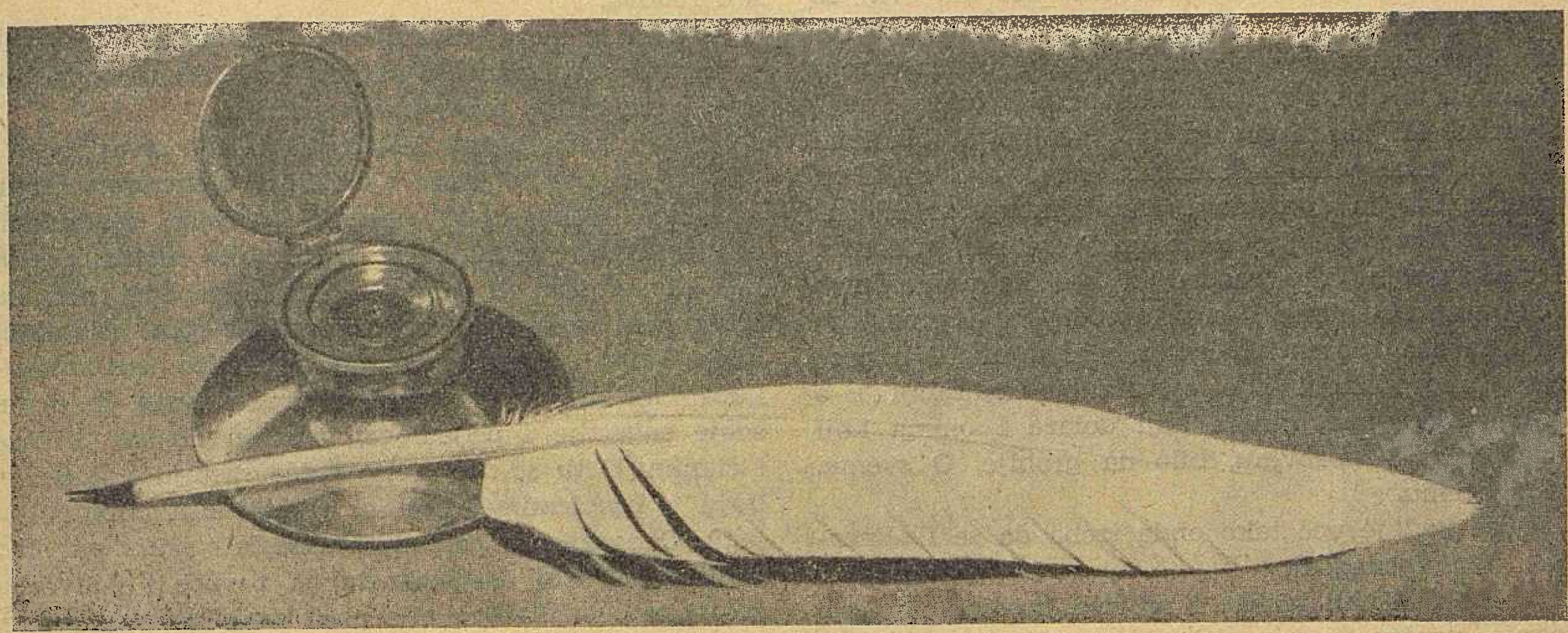
UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

energija



Poruke uredništva

Približimo list čitaocu!

Kada se je na sjednici od 20. rujna prošle godine osnivao novi Izdavački savjet »Energije« i utvrđivao program te zacrtavao pravac pisanja časopisa, najživlja je bila rasprava o razini sadržaja: treba li ga održati na najvišem stručnom nivou, koji će ravnopravno sa sličnim inozemnim izdanjima tretirati najsuvremenija naučna dostignuća s područja elektroenergetike ili će biti prvenstveno namijenjen tzv. srednjem stručnom kadru, koji će u njemu nalaziti odgovore na svoje svakodnevne probleme.

Prva alternativa bila je veoma privlačna. Lijepo je, naime, čitati laskava priznanja strane stručne štampe, koja redovito već unatrag više godina prati pisanje »Energije«, registrira pojedine članke, citira ih i objavljuje iz njih u svojim publikacijama, nekad sažetije nekad opširnije, naše prikaze i njihove sadržaje. Moramo naime znati, da oko 50 stranih stručnih časopisa izmjenjuje s »Energijom« svoja izdanja i da otprilike isto toliko instituta, ustanova i fakulteta pažljivo prati izlazak svakog našeg broja. To čini Kongresna biblioteka iz Washingtona, dva instituta iz Tokija u dalekom Japanu, razne biblioteke u Bostonu, Londonu, Parizu, Stockholmu, Moskvi, Torinu, Milanu, Kielu, Münchenu, Berlinu, Baselu, Beču, Pragu, Varšavi, Budimpešti, Bukureštu, Sofiji, a da o privatnim interesentima iz Grčke, Egipta, pa čak i iz Adis Abebe itd. i ne govorimo.

Kako je ugodno, na primjer, čitati pismo Franca Vovka, našeg zemljaka, koji se javlja iz Omahe u Nebraski i kaže: »Mi ki delamo na *Missouri River* vodnih zgradbah smo zelo zainteresirani na vsebini članka, ki je bil publiciran v »Energiji«. Ta članek razpravlja o hrvatski praksi pri vodnih zgradbah in protekciji proti eksploziji vodnih cevi... O tem sem našel ekscerpt v angleškem tehničnem magazinu »Water power...«

Lijepo je to, zaista, i pohvalno, ali... »Energiju« izdaju i plaćaju u prvom redu naši mali ljudi, elektroprivredni proizvođači iz Hrvatske, Dalmacije, Istre, Primorja, Slavonije, i oni žele da sadržaj lista bude prvenstveno od koristi njima...

Kao samoupravljači odjeljuju dijelak svojih zarada i oni, koji se mnogo ne razumiju u visoke energetske probleme, ni u kompliciranu elektroprivrednu ekonomiku i tarifnu politiku. Ni njih se zato ne može mimoići, jer i oni imaju svojih pitanja, na koja traže odgovor.

Tako zvani »srednji« stručni kadar želi da mu se objasne stanoviti stručni problemi, pa tko će, ako neće njihov vlastiti stručni časopis.

Ta, konačno, oni s time rade, oni su izloženi opasnostima svoga zvanja i zanimanja, oni hoće da svoje stečeno znanje upotpune i usavrše i da čuju tuđa iskustva.

Na sastanku jednog uredničkog pododbora rasprava o tome, kakav treba da bude sadržaj časopisa, bila je veoma živa i temperamentna. Dok su jedni zastupali stanovište, da »Energija« bude izrazito stručan časopis na visini najboljih evropskih stručnih časopisa te vrste i da ju samo kao takovu treba financirati, ne dozvoljavajući da se »sroza« na razinu nekih primitivnih tvorničkih novina, drugi

su bili mišljenja, da ona treba obrađivati prvenstveno probleme kolektiva, koji su od životne važnosti za njezine čitaoce, dakle probleme životnog standarda radnih ljudi, pitanja pravilne raspodjele ostvarenog dohotka, poboljšanja unutrašnje organizacije i ekonomike poduzeća, organizaciono-pravna i društvena pitanja, izobrazbe kadrova itd. itd.

Na čemu je, dakle, ostalo i što nam je činiti?

Stali smo na stanovište, da smo svi mi, svih 28 kolektiva, koji stoje iza časopisa, zapravo jedna velika elektroprivredna obitelj. Nas oko 8 tisuća u njoj zaposlenih to doista i jesmo. Ne samo formalno, nego i stvarno. Mi ne razgovaramo o svojim problemima samo na službenim sastancima, nego i u najužem krugu, u svojim domovima. Kao samoupravljači zainteresirani za sve probleme naših radnih zajednica mi razgovaramo i o raspodjeli i o kadrovima i o stručnim problemima i o proizvodnji i o prodanim kilovatsatima i o investicionim ulaganjima i o proširenoj reprodukciji i o ostvarenoj realizaciji i o svojim drugovima, onima koji dolaze i onima koji odlaze, bilo u mirovinu, bilo na groblje. O svemu, baš o svemu.

E, pa kad je već tako onda treba da se i »Energija« tome prilagodi.

Što se pak tiče visoke i najviše, srednje i manje srednje stručne razine, držat ćemo se riječi jednog našeg eminentnog stručnjaka inače poznatog i priznatog matematičara evropskog glasa, nekadašnjeg elektroprivrednog kolege, koji je — zamoljen od studenata, asistenata i drugih profesora da održi jedno predavanje o najnovijim dostignućima elektronskih mozgova, astronautike, satelita i svemirskih istraživanja — odgovorio: »Da biste mogli s razumijevanjem pratiti baš sva moja izlaganja trebao bih s vama održati najprije iz tih predmeta otprilike dvogodišnji postdiplomski studij, koji bi vas sve izdigao na neku višu naučnu razinu. Budući pak da je to za sada, bar u dogledno vrijeme, nemoguće učinit ćemo nešto drugo. Ja ću nastojati da se ja spustim za dvije-tri stepenice niže i da se približim u svojim izlaganjima vašem znanju i vašim mogućnostima razumijevanja...«

Tako je i bilo. Predavanja i objašnjenja su bila odlično posjećena i najvećem dijelu slušalaca razumljiva, koliko su god obrađivala vrhunske naučno-tehničke probleme...

Taj ćemo sistem pokušati upotrijebiti i mi u »Energiji«. Pored članaka na najvišem nivou, nastojat ćemo da obradimo i gradivo, koje će biti pristupačno i razumljivo i srednje stručnom radniku. A nećemo zanemariti ni one prikaze, koji mogu zanimati baš svakoga našeg čitatelja iz elektroprivrednih redova.

U tom je duhu sastavljen i »Pravilnik«, što ga je prihvatio naš Izdavački savjet, koji je u tom smislu dao i smjernice uredničkom odboru.

A evo kako bismo željeli da se to ostvari:

U svim našim jačim sjedištima elektroprivrednih poduzeća osnovani su urednički odbori, sastavljeni od tamošnjih priznatih stručnih, bilo električarskih bilo ekonomskih ili društvenih radnika. Oni treba da budu veza s glavnim uredničkim odborom, prijenosni releji želja i potreba radnih zajednica samoupravljača. Oni surađuju s glavnim uredništvom, daju mu svoje sugestije i prijedloge, primaju dopise, prikaze i članke. U tu se svrhu što češće sastaju i raspravljaju o problemima, koji bi trebali biti obrađeni u listu. Obavezno se pak moraju sastati svaki put kad izađe novi broj časopisa, da ga prouče i podvrgnu svojoj ocjeni i kritici, bilo pozitivnoj bilo negativnoj, da o tome sastave zapisnik i dostave ga glavnom uredničkom odboru.

Najglavnija im je, međutim, dužnost da iz redova svojih drugova, bez obzira na njihovo zvanje i zanimanje, potaknu one koji su koliko-toliko vještiji peru, da sudjeluju i surađuju u listu. Svaki pretplatnik i čitalac ima pravo i dužnost, da izrazi i objavi svoje mišljenje. Na glavnom uredničkom odboru je pak, da stvar razmotri i ocijeni može li se i smije li se neki prilog objaviti ili ne. Jer za sadržaj je odgovoran i moralno i materijalno glavni urednik. Bude li on smatrao da pojedini prilog ne može biti objavljen on će pisca obavijestiti o razlozima, koji su ga naveli da stvar zadrži i do daljnjega je ne objavi.

Takvu bismo, eto, povezanost sa svojim čitateljima i pretplatnicima željeli postići, jer držimo da bi jedino na taj način list mogao uspješno izvršiti zadatke, koji se od njega očekuju i *približiti se čitaocu.*

DANAŠNJA ORGANIZACIJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

Elektroprivreda je od 1945. do danas doživjela nekoliko veoma značajnih reorganizacija. Od Elpoha, Elpohdira i Elpohfila, preko Upela, Minela, Glavnih i Generalnih direkcija, Elektroprivrednog sistema i Zajednice elektroprivrednih poduzeća do današnjih Poslovnih udruženja, Združenih i udruženih poduzeća, u sastavu i izvan sastava, samostalnih poduzeća i njihovih pogona, mnogo se toga spajalo i raspajalo, ujedinjavalo i razjedinjavalo.

Posljednja reorganizacija provedena je na temelju OSNOVNOG ZAKONA O ELEKTROPRIVREDI, objavljenog dne 7. travnja 1965.

O provođenju u život toga Zakona i usklađenju interesa poduzeća i pogona s njegovim postavkama vodile su se duge rasprave.

Budući da mnogi od naših čitalaca i pretplatnika nije još sasvim na čistu kako izgleda današnja organizacija elektroprivrede, držimo da neće biti na odmet, ako donesemo kratak pregled sadašnjega stanja.

Kako sada stoje stvari organizacija elektroprivrede Hrvatske provedena je ovako:

Dalmacija

»Elektroprijenos«, poduzeće za prijenos kupnju i prodaju električne energije — Split

Hidroelektrana »Peruća«, poduzeće za proizvodnju električne energije i projektiranje elektroenergetskih objekata — Omiš

Hidroelektrana »Peruča«, poduzeće za proizvodnju električne energije — Sinj

spojile u se, na temelju sporazumnih odluka i ugovora u

Združeno poduzeće »Elektroprivreda Dalmacije«

sa sjedištem u Splitu, Radničko šetalište br. 40/IV

Predmet poslovanja poduzeća je
u osnovnoj djelatnosti: proizvodnja, prijenos, kupnja i prodaja električne energije, a
u sporednoj djelatnosti: projektiranje elektroenergetskih objekata, te obavljanje studijskih i istražnih radova.

Dijelovi združenog poduzeća, kao organizacije u njegovu sastavu, su:

— *»Elektroprenos«*, Split
— *Hidroelektrana Zakučac*, Omiš
— *Hidroelektrana Kraljevac*, Kraljevac
— *Hidroelektrana Peruća*, Sinj
— *Projektni biro*, Split, kao pogon sa samostalnim obračunom, za projektiranje elektroenergetskih objekata
— *Zajedničke službe*, Split, kao radna jedinica za obavljanje zajedničkih poslova.

Poduzeće je registrirano kod Okružnog privrednog suda u Splitu dne 28. veljače 1966. pod brojem Fi-175/66-3

Direktor Združenog poduzeća »Elektroprivreda Dalmacije« je: *Miro Šegvić*

Hrvatsko Primorje i Istra

Elektroprivredna proizvodna i prijenosna poduzeća na području Hrvatskog Primorja i Istre organizirala su se u duhu spomenutog Zakona o elektroprivredi ovako:

Rješenjem Okružnog privrednog suda u Rijeci od 30. svibnja 1966. pod brojem Fi-403/66 upisano je u registar privrednih organizacija poduzeće

»Elektroprivreda«, Združeno poduzeće elektroprivrednih organizacija

sa sjedištem u Rijeci, Korzo Narodne revolucije br. 16.

Organizacije u sastavu toga poduzeća su:

— *Hidroelektrana*, Senj
— *Hidroelektrana »Nikola Tesla«*, Tribalj
— *»Kvarnerske elektrane«*, Rijeka.

Predmet poslovanja Združenog poduzeća je:

— proizvodnja, kupnja, prijenos i prodaja električne energije; uvoz i izvoz električne energije; studije i istraživanja s projektiranjem; izgradnja novih i rekonstrukcija postojećih elektroenergetskih i telekomunikacionih objekata, te razne druge usluge.

Najznačajnije poslove, koji su zajednički, obavlja Združeno poduzeće u ime i za račun organizacija u sastavu.

Združeno poduzeće je investitor objekata u izgradnji *»Termoelektrana Plomin«* i *»Hidroelektrana Rječina«*. Organizacija *»Kvarnerske elektrane«*, Rijeka, ima u svom sastavu organizacione jedinice:

Termoelektrana Vlaška,
Termoelektrana Rijeka,
Autopark, Rijeka
Kemijski laboratorij, Rijeka.

Direktor Združenog poduzeća elektroprivrednih organizacija, Rijeka je: *Ivan Pavelić*

Sjeverna Hrvatska

Ugovorom o spajanju elektroprivrednih poduzeća za proizvodnju i prijenos električne i toplinske energije i to:

Hidroelektrana »Gojak«, Ogulin
»Elektrane«, Zagreb, Zagorska ul. 1
»Eektroprenos«, Zagreb, Proleterskih brigada 37
Termoelektrana «Jertovec«, Konjščina
Termoelektrana-Toplana, Zagreb, Kuševićeva bb.

osnovano je, dne 9. 12. 1965. i upisano u registar privrednih organizacija Okružnog privrednog suda u Zagrebu poduzeće

»Elektroprivreda« — Združeno poduzeće elektroprivrednih organizacija

sa sjedištem u Zagrebu, Proleterskih brigada br. 37

Spomenuta poduzeća postaju organizacije u sastavu Združenog poduzeća i posluju kao pravne osobe.

Predmet poslovanja Združenog poduzeća je: proizvodnja, kupnja, prijenos i prodaja električne i toplinske energije; uvoz i izvoz električne energije; studije i istraživanja sa projektiranjem; izgradnja novih i rekonstrukcija postojećih elektroenergetskih, toplinskih i telekomunikacionih objekata; prijevoz teških tereta i usluga autoparka; prodaja destilirane vode; razne usluge za druge

Zajednički poslovi koje obavlja Združeno poduzeće jesu:

— osiguranje snabdijevanja teritorija Republike električnom energijom, prvenstveno iz jeftinijih izvora s područja same Republike
— politika cijena
— investiciona politika
— osiguranje od rizika i šteta
— racionalnije i ekonomičnije obavljanje poslova od zajedničkog interesa

Direktor poduzeća je: *Ivo Bautović*, dipl. ing.

Predstavnici Združenih elektroprivrednih poduzeća s područja Dalmacije Rijeke i Zagreba, osnovali su na temelju Osnovnog zakona o jedinstvenim privrednim komorama i poslovnoj suradnji u privredi

Poslovno udruženje »Udružena elektroprivreda SRH«

sa sjedištem u Zagrebu, Proleterskih brigada 37.

Udruženje ima kao organe: Upravni odbor od 17 članova i direktora biroa Udruženja, koji je po svom položaju član upravnog odbora.

Udruženje je pravno lice a njegova firma glasi: *Udružena elektroprivreda SRH, Poslovno udruženje poduzeća za proizvodnju i prijenos električne energije.*

Direktor Poslovnog udruženja je: *Ivo Božin*, dipl. ing.

Poduzeća za distribuciju električne energije

posebno su organizirana još 1958. na osnovu Zakona o udruživanju u privredi, te su do 1961. imala svoja stručna udruženja. Te su godine, međutim, ukinuta stručna udruženja, odnosno stručne sekcije pri privrednim komorama i osnovana poslovna udruženja. Osnovnim zakonom o elektroprivredi iz godine 1965. utvrđene su dužnosti i zadaci distribucije.

Elektroprivredna poduzeća u Hrvatskoj, čija je osnovna djelatnost distribucija električne energije i to:

»Elektra«, Karlovac — direktor Petar Vinski
»Elektroslavonija«, Osijek — dir. Vladimir Žanić
»Elektroistra«, Pula — dir. Ivan Braus
»Elektroprimorje«, Rijeka — dir. Ljubomir Marušić
»Elektra«, Sisak — dir. Mate Friganović
»Eektrodalmacija«, Split — dir. Hrvoje Vidović, dipl. ing.
»Elektra«, Zagreb — dir. Petar Kuzele, dipl. ing.

udružena su u

Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije

sa sjedištem u Zagrebu, Proleterskih brigada 37.

Udruženje je registrirano kod Okružnog privrednog suda u Zagrebu dne 15. prosinca 1964. pod brojem Fi-3850

Direktor je: *Anđelko Marušić*

Distributivna poduzeća imaju svoje pogone, a pogoni područne urede, i to:

»Elektra«, Karlovac — pogoni: »Lika«, Gospić i »HE Ozalj«, Ozalj

»Elektroslavonija«, Osijek — pogoni: Slavonski Brod — Našice — Slavonska Požega — Vinkovci — Vukovar

»Elektroistra«, Pula, pogon: Buje

»Elektroprimorje«, Rijeka pogoni: Crikvenica — Skrad

»Elektra«, Sisak, nema zasebnih pogona

»Elektrodalmacija«, Split, pogoni: Dubrovnik — Šibenik — Zadar

»Elektra«, Zagreb, pogoni: Bjelovar — Čakovec — Koprivnica — Križ — Varaždin — Zabok

IZDAVAČKI SAVJET

Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka — Marko *Šimunović*, dipl. ing. »Elektra«, Karlovac

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR

Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37
Pošt. pretinac 451, telefoni 511—455, 513—822 (328)

Godišnje izlazi 12 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 15 novih dinara, a za poduzeća i ustanove 150 novih dinara. Cijena pojedinog broja u prodaji 10 novih dinara. Za inozemstvo $ 15 godišnje.

Tekući račun kod Narodne banke, Zagreb
Institut za elektroprivredu (za »Energiju«) broj 301-3-74.

Tisak i klišeji: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Frankopanska 26.

Godište 16 1967 Broj 3—4

SADRŽAJ

Feöcze D.: Mogućnost učešća elektroprivrede u financiranju novih investicija 73
Balog Z.: O nekim problemima loženja tekućim gorivom 81
Butković M.: Problemi vibracija parnih turbina i njihovo ispitivanje 90
Uzelac B. — Mužny J.: Ispitivanje i metode mjerenja napona koraka i napona dodira kod stupova dalekovoda 98
Mrakovčić B.: Prilog odabiranju presjeka energetskih kabela vodičima od aluminija . . . 109
Ibrahimpašić M.: Energetski kabeli s aluminijskim vodičima i izolacijom te plaštem od termoplastičnih masa 110
Mikuličić M.: Proizvodnja i potrošnja aluminija u svijetu te perspektivni razvoj aluminijske industrije kod nas 116
Močnik R.: Savremena dalekovodna zaštita na »Blocking-principu« 120
Krešić M.: Primjena podataka mjerenja utjecaja opasnosti pri izboru zaštitnih mjera 123

Iz strane stručne literature

— Stanje prijenosa istosmjernom strujom visokog napona danas u svijetu 127
— Novo u razvoju prijenosa električne energije najvišim naponima 129
— Regulacija toplovodne ogrjevne mreže u Moskvi . 130

Širom svijeta 131

Savjetovanja 132

Vijesti s gradilišta 136

Pregled članaka

u stranim časopisima iz područja elektrotehnike 137

In memoriam

Mario Golušić 139

Statistika 140

Oglasi

Elektroopskrba, Zagreb . . . . . omotna strana II
Energomachexport, Moskva . . . . omotna strana III
Rade Končar, Zagreb . . . . . omotna strana IV

GOD. 16 (1967) energija BROJ 3 — 4

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

MOGUĆNOST UČEŠĆA ELEKTROPRIVREDE U FINANCIRANJU NOVIH INVESTICIJA

Daniel Feöcze, Zagreb

Autor izlaže strukturu investicija elektroprivrede Jugoslavije za razdoblje od 1966. do 1970. godine i mogućnost financiranja tih investicija vlastitim sredstvima. Predlaže ažuriranje projekta nove cijene električne energije, akomodiranje njenih elemenata realnim troškovima i odmjeravanje stope akumulacije u skladu s volumenom kreditnih sredstava raspoloživih za financiranje investicija elektroprivrede.

DK 621.21.003

Uvod

Veličina vlastitih sredstava elektroprivrede za financiranje novih investicija zavisi od volumena cijene električne energije i od kvaliteta njene strukture. Volumen i proporcije ove cijene zavise od proizvodnih snaga elektroprivrede i od politike cijena i ekonomskih regulativa društvene zajednice.

U ranijim privrednim sistemima naše zemlje cijena električne energije, a i cijene drugih proizvoda i usluga infrastrukture, držane su nisko s neznatnim elementima akumulacije pa čak i bez njih. U razvojnim uvjetima ranijih privrednih sistema smatralo se da električnu energiju treba, radi njene posebne uloge u razvoju privrede i društva, učiniti ekonomski dostupnom svim privrednim i drugim aktivnostima društva, koje treba na njoj izgrađivati i razvijati. Da bi se to postiglo u datim uvjetima potrebne su bile niske cijene električne energije, a sredstva potrebna za razvoj i proširenje elektroprivrede osiguravala je društvena zajednica svojim fondovima i odgovarajućim ekonomskim regulativima na području kredita.

U novim uvjetima privređivanja privredne reforme (novi Osnovni zakon o elektroprivredi i nova Uredba o tarifnom sistemu za prodaju električne energije), prodajne cijene električne energije ne formiraju se više administrativno, već na osnovu troškova proizvodnje i daljnje prerade energije do potrošača. Prema tome, nema više jedinstvenih jugoslavenskih cijena električne energije propisanih prema namjeni potrošnje nezavisno od troškova opskrbe i energetskih karakteristika konkretnih potrošača. Veličine novih cijena električne energije u novim uvjetima privređivanja zavise, odnosno trebale bi da zavise, od troškova reprodukcije elektroprivrede.

Volumen cijene reprodukcije u datim uvjetima ekonomskog rasta zavisi od raspoloživih kredita banaka, fondova, zainteresiranih potrošača, komuna i dr. Razumljivo je, da volumen cijene reprodukcije zavisi i od relevantnih endogenih utjecajnih faktora, kao što su izbor tehnike, organizacija, ljudski odnosi i ekonomika poduzeća uopće. U uvjetima bolje ekonomike — veće produktivnosti sredstava rada i radne snage i bolje ekonomičnosti — poboljšat će se kvalitet strukture cijene reprodukcije. Smanjit će se troškovi a povećati dohodak, a s time u vezi i sredstva za financiranje investicija. Međutim, u nekom promatranom periodu s konkretnim kvalitetom ekonomike i objektivno datim stopama rasta potrošnje električne energije i fiksnih fondova elektroprivrede, volumen cijene reprodukcije trebalo bi da zavisi i od veličine raspoloživih investicionih kredita i njihovih kondicija. Niži nivo cijene s relativno nižom stopom akumulacije zahtijeva, u uvjetima proširene reprodukcije, angažiranje većih iznosa kredita s duljim rokovima otplata i nižim kamatnim stopama. I obrnuto, u uvjetima pomanjkanja potrebnih investicionih kredita odgovarajućih kondicija i objektivno datih stopa rasta fiksnih fondova treba povećati stopu akumulacije a time i veličinu cijene, kako bi se povećala masa vlastitih sredstava za veličinu manjka kreditnih sredstava.

1. Stupanj autofinanciranja investicija nekih inozemnih elektropriveda

Struktura izvora sredstava za financiranje investicija promatranih elektroprivreda zavisi od politike cijena i kredita. Objektivno date nove investicije za osiguranje povećanja potrošnje električne energije treba u svakom slučaju financijski

pokriti. Radi se samo o strukturi financijskog pokrića tj. o odnosu vlastitih i tuđih sredstava potrebnih za financiranje novih investicija. Struktura ovih financiranja različita je i kod nacionaliziranih elektroprivreda drugih zemalja.

Npr. nacionalizirana elektroprivreda Francuske EdF poznata je po vrlo niskom učešću vlastitih sredstava u financiranju svojih novih investicija. Vlastitom akumulacijom i slobodnim dijelom amortizacije EdF financira tek 12 do 19% ukupnih novih investicija. Preostali dio otpada na kredite Državnog fonda za ekonomski i društveni razvoj, na kredite s tržišta kapitala i na druge izvore sredstava. Kreditima Državnog fonda financira se preko 50% novih investicija EdF.

Za ilustraciju kretanja strukture izvora financiranja investicija EdF neka posluže raspoloživi podaci od nekoliko proteklih godina.

Struktura financiranja investicija EdF

Izvori sredstava	1959 %	1960 %	1961 %	Prosjek %
Vlastita sredstva	19,0	13,2	12,1	14,8
Krediti Državnog fonda	51,0	58,9	53,8	54,4
Krediti s tržišta kapitala	26,3	27,7	30,2	28,2
Ostalo	3,7	0,2	3,9	2,6
	100	100	100	100

Opadanje učešća vlastitih sredstava u financiranju investicija EdF uzrokovano je zaostajanjem cijene električne energije za sumom ostalih zavisnih cijena (cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede). Iako EdF koristi sistem automatskog prilagođavanja nivoa cijene električne energije tržnim kretanjima ostalih zavisnih cijena pomoću tzv. »elektroprivrednog indeksa«, državni organi nadležni za cijene stopiraju više puta akomodaciju elektroprivrednog indeksa pa se cijena električne energije nalazi u faznom pomaku za kretanjima ostalih zavisnih cijena. No u tim slučajevima — kao što je vidljivo iz prikazanih podataka — intervenira Državni fond svojim kreditima s rokovima vraćanja uglavnom preko 30 godina i kamatnom stopom od 4,5%.

Od ostalih izvora financiranja investicija najznačajniji su nacionalni elektroenergetski zajmovi koje raspisuje EdF i realizira ih uglavnom od tzv. malih štediša. Za zajmove EdF jamči vlada Francuske. EdF raspisuje svoje zajmove obično na početku svake godine. Kondicije zajmova zavise od prilika na tržištu kapitala. Dosadašnji zajmovi imaju zbog toga različite kamatne stope (4,5%, 5%, 5,5%, 6%) i različite rokove otplata. Osim toga, elektroenergetski zajmovi raspisani u godinama jače inflacije sadrže i indeksne klauzule koje se vezuju uz razvoj proizvodnje i cijene električne energije. Stanovništvo Francuske živo je zainteresirano za upis elektroenergetskih zajmova EdF. Broj obligacionara ocijenjen je s oko 2 milijuna.

Elektroenergetski zajmovi EdF iz 1960. i 1961. (stabilizacija francuskog franka) ne sadrže više indeksne klauzule. Nominalna vrijednost obveznica je kod oba zajma ovih godina 250 NF uz 5% kamata s rokom otplate od 20 odnosno 30 godina. Smatra se da 5% kamatna stopa ne odgovara sasvim postojećim prilikama na tržištu kapitala tih godina. EdF je najveći investitor Francuske.

Ovim načinom prikupljanja dijela potrebnih sredstava za financiranje novih investicija koristi se uspješno i nacionalizirana elektroprivreda Austrije. Ove zajmove raspisuju bilo Verbundgesellschaft AG. Wien za potrebe izgradnje velikih elektrana i svoje superponirane mreže, bilo pokrajinska elektroprivredna poduzeća (Landesgesellschaften) za izgradnju svojih elektrana i svoje električne mreže. Za ove zajmove jamči država koja svojim propisima o povlasticama stimulira na kupnju ovih obveznica. Kupac obveznice oslobođen je od plaćanja tzv. imovinskog poreza na sredstva uložena u elektroenergetski zajam a oslobođen je i od tzv. tečevinskog poreza na prihode od realiziranih kamata s naslova ovog zajma. Na taj način stimulira se veliki broj malih štediša na ulaganje svojih ušteđevina u razvoj i proširenje elektroprivrede.

Kao što je EdF poznata u stručnoj literaturi kao elektroprivreda s relativno najmanjim udjelom vlastitih sredstava u financiranju svojih investicija, tako je nacionalizirana elektroprivreda Velike Britanije poznata po relativno najvećem udjelu vlastitih sredstava u financiranju svojih investicija.

Za ilustraciju kretanja strukture izvora sredstava za financiranje investicija elektroprivrede Velike Britanije neka posluže raspoloživi podaci proteklih godina.

Struktura financiranja investicija elektroprivrede Velike Britanije

Izvori sredstava	1959/60 %	1960/61 %	1961/62 %	Prosjek %
Amortizacija	31,8	37,2	35,5	34,8
Dobitak	8,8	5,7	8,3	7,6
Vlastita sredstva	40,6	42,9	43,8	42,4
Doprinosi potrošača	3,0	3,3	3,0	3,1
Zajmovi	56,4	53,8	53,2	54,5
	100	100	100	100

Udio vlastitih sredstava elektroprivrede Velike Britanije u financiranju investicija raste iz godine u godinu. Planom elektroprivrede Velike Britanije za razdoblje od 1962/63. do 1966/67. predviđeno je povećanje udjela vlastitih sredstava u financiranju investicija od 43,8% iz 1961/62. na 55% u 1966/67. poslovnoj godini.

Veći udio vlastitih sredstava u financiranju investicija suzuje krug cirkulacije sredstava, povećava efikasnost financiranja i neposrednije vezuje ekonomiku eksploatacije i izgradnje. Postupno povećanje vlastitih sredstava u financiranju investicija postiže se efektima povećane produktivnosti i ekonomičnosti i povećanjem cijene električne energije za indeks porasta sume ostalih zavisnih

cijena — kojim se osigurava integritet ostvarenih efekata povećane produktivnosti i ekonomičnosti — i za dio, kojim se želi još više povećati stupanj autofinanciranja investicija.

Prilikom podnošenja izvještaja parlamentu o financiranju i ekonomskim obavezama nacionalizirane industrije Velike Britanije, ministar financija je izjavio da bi nacionaliziranoj industriji trebalo dati slobodu da prema ukazanoj potrebi samostalno povisuje cijene svojim proizvodima.

Do 1956. godine elektroprivreda Velike Britanije financirala je svoje investicije sredstvima obligacionih zajmova koje je sama raspisivala. Nakon 1956. brigu o opskrbi elektroprivrede potrebnim dugoročnim zajmovima preuzela je vlada. Sredstva prikuplja ministarstvo financija do visine koja je data veličinom rasta fiksnih fondova elektroprivrede. Zajmovi za koje jamči ministarstvo financija plativi su u toku 25 godina s kamatnom stopom u prvo vrijeme od 5% a zatim kasnijih godina 6,25% do 6,75%. Za potrebe kratkoročnih financiranja od jedne do tri godine elektroprivreda uzima bankovne kredite za koje jamči ministarstvo financija. Osim banaka kredite daju još i Penzioni fond i zainteresirane lokalne vlasti.

Iz izloženog se vidi da se veličina cijene električne energije, a i njena struktura s obzirom na stupanj ubrzanosti amortizacije, određuju u zavisnosti od kreditne sposobnosti ostalih izvora financiranja. Ako kreditnih sredstava, uz optimalne kondicije, ima više, stopa akumulacije pa i amortizacije i veličina cijene mogu biti niži, i obrnuto. Posebno je, međutim, pitanje politike cijena. Izgleda da Velika Britanija nastoji približiti što više cijenu električne energije troškovima reprodukcije elektroprivrede u uvjetima ekonomskog rasta, kako bi time postigla i ekonomičnu raspodjelu energije. Francuska drži nešto niži nivo cijene električne energije ali zato najveći dio svojih investicija pokriva sredstvima Državnog fonda za privredni i društveni razvoj. Pa i u godinama kad bi se cijena električne energije morala povećati u skladu s povećanjem ostalih zavisnih cijena, a to se u datim uvjetima ne želi učiniti iz stanovitih ekonomskih, možda i političkih razloga, donosi se odluka o stopiranju tzv. »elektroprivrednog indeksa«, no s tim, da se u toj godini manjak vlastitih sredstava za financiranje investicija pokrije povećanim kreditima Državnog fonda za razvoj.

2. Stupanj autofinanciranja investicija elektroprivrede Jugoslavije

Nove cijene električne energije za nove uvjete privređivanja privredne reforme projektirane su posebno za djelatnost proizvodnje i prenosa (interkonektiranu proizvodnju) i posebno za djelatnost razvoda i distribucije električne energije, dakle, za djelatnost daljnje prerade energije i opskrbe industrije i tzv. široke potrošnje (osim nekolicine energetski fleksibilnih — specijalnih — i nekih direktnih potrošača, koji se snabdijevaju na mreži prenosa).

Posebno tretiranje ovih djelatnosti elektroprivrede u projektu novih cijena električne energije za privrednu reformu vršeno je radi toga što će u izgradnji elektrana i mreže prenosa sudjelovati i federacija svojim kreditima. Prema tome, projekt novih cijena električne energije osniva se i na različitim ekonomskim regulativima. Različite su stope akumulacije na prosječno angažirana sredstva a različiti su i instrumenti raspodjele akumulacije.

Stope akumulacije i instrumenti raspodjele:

Opis	Djelatnost	
	proizvodnje i prenosa	razvoda i distribucije
	električne energije	
1. Stopa akumulacije na prosječno angažirana sredstva	6 %	10 %
2. Raspodjela:		
— Kamati na poslovni fond	2 %	4 %
— Kamati na kredite	....	....
— Premije osiguranja	....	....
— Doprinos za korištenje zemljišta	....	....
— Doprinos Skoplju	....	....
— Obavezni rezervni fond	....	....
— Za obrtna sredstva	....	....
— Obavezno oročavanje	0 %	....
— Ostatak	....	....

Djelatnost proizvodnje i prenosa električne energije ima manju stopu akumulacije u svojoj cijeni radi toga što se ovoj djelatnosti osiguravaju sredstva (prema Zakonu o izgradnji i financiranju izgradnje energetskih objekata od 1966. do 1970. godine) za djelomično financiranje investicija, dok se djelatnosti razvoda i distribucije ne osiguravaju ovakva financijska sredstva. Osim toga, djelatnost proizvodnje i prenosa ima i povlaštenu stopu obaveznih kamata na fondove u privredi. Ova povlaštena stopa niža je za 50% od propisane stope za djelatnost razvoda i distribucije.

a) Financiranje investicija djelatnosti proizvodnje i prenosa električne energije

U osiguranju financijskih sredstava za izgradnju elektroenergetskih objekata djelatnosti proizvodnje i prenosa sudjeluju:

a) Jugoslavenska investiciona banka (samo u periodu od 1968. do 1970. godine) do 20% od vrijednosti pojedinog objekta. Ova sredstva se dodjeljuju kreditnom fondu Jugoslavenske investicione banke iz sredstava federacije namijenjenih za investicije u privredi, kao udio federacije u financiranju izgradnje objekata.

Jugoslavenska investiciona banka odobravat će kredite za izgradnju objekata pod uvjetom da se izgradnjom tih objekata osigura nova proizvodnja električne energije i to najmanje u

1969. godini 2,2 TWh, u 1970. godini 4,2 TWh a u 1971. godini 5,4 TWh i pod uvjetom da se korisnik kredita obaveže na plaćanje ugovorene kazne ako u ugovorenom roku ne ostvari proizvodnju u ugovorenoj količini. Visina ugovorene kazne određuje se prema količini neostvarene proizvodnje.

b) Obavezno oročena sredstva radnih i drugih organizacija i državnih organa (osim nekih izuzetaka) do 2% od sredstava koja koriste za investicije.

c) Fond za nedovoljno razvijena područja.

Ovakva struktura osiguranih financijskih sredstava osniva se na stanovištu da će se energetski izvori Jugoslavije izgrađivati optimalno i ekonomično odnosno da će predstavljati najbolje rješenje za privredu u cjelini. To znači, da se novi kapaciteti, koji trebaju osigurati potrebnu energiju pojedinih regija, ne moraju locirati u tim regijama. Njihovo snabdijevanje energijom pod najpovoljnijim uvjetima treba osigurati dugoročnim ugovorima. S tim u vezi, Jugoslavenska investiciona banka može, prema obrazloženju citiranog Zakona o izgradnji i financiranju izgradnje energetskih objekata, sudjelovati u financiranju samo onih objekata koji u potpunosti zadovoljavaju ovaj princip.

Sredstvima opisanih izvora predviđa se oko 61% financijskog pokrića, ali samo novih investicija djelatnosti proizvodnje i prenosa električne energije, koje iznose za razdoblje od 1969. do 1970. godine 2,64 milijarda novih dinara. Ostatak od 39% ovih novih investicija treba pokriti sredstvima zainteresiranih privrednih organizacija, poslovnih banaka i elektroprivrednih organizacija za proizvodnju i prenos.

Poduzeća za proizvodnju i prenos električne energije dužna su deponirati kod banke sredstva svog poslovnog fonda formirana iz raspodjele dohotka prema završnim računima za 1965. godinu do 1969. godine, kao i sredstva amortizacije, formirana od 1. siječnja 1965. godine do 31. prosinca 1970. godine, ako ta sredstva nisu angažirana ugovorima zaključenim do 30. prosinca 1966. godine (dan stupanja na snagu Zakona o izgradnji i financiranju izgradnje energetskih objekata od 1966. do 1970. godine).

Osim novih investicija djelatnosti proizvodnje i prenosa treba pokriti i investicije u toku kao i kontinuitet izgradnje elektroenergetskih objekata nakon 1970. godine. Prema nekim proračunima investicije u toku iznose 4,24 milijarda novih dinara, dok za kontinuitet izgradnje nakon 1970. godine treba daljnjih 1,5 milijarda novih dinara. Zajedno s novim investicijama treba ukupno, za razdoblje od 1966. do 1970. godine 8,38 milijarda novih dinara.

Struktura financiranja ukupnih investicija (novih, u toku i za kontinuitet izgradnje nakon 1970.) djelatnosti proizvodnje i prenosa električne energije Jugoslavije ima ove odnose:

a) Vlastita sredstva	30,4 %
b) Jugoslavenska investiciona banka	6,2 %
c) Oročena sredstva	9,5 %
d) Fond za nedovoljno razvijena područja	3,6 %
e) Poslovne banke, zainteresirane privredne organizacije i drugo	50,3 %
	100 %

U strukturi vlastitih sredstava djelatnosti proizvodnje i prenosa sudjeluje i razlika između realizacije proizvodnje — proračunate na temelju propisanih najviših prodajnih cijena električne energije na mreži prenosa — i kalkulativne vrijednosti proizvodnje sa 6% akumulacije (kako je to bilo projektirano za privrednu reformu). Ta razlika iznosi oko 31% vlastitih sredstava raspoloživih za investicije odnosno 9,4% ukupnih investicija. Prema nekim proračunima i mišljenjima ova razlika se neće realizirati jer područja kao npr. Crna Gora, Dalmacija, Drava i dr. raspolažu s oscilirajućom proizvodnjom energije, koja se ne poklapa u svim mjesecima godine s dinamikom potražnje energije. Osim toga, na ovim područjima locirani su specijalni velepotrošači (aluminijum, karbid, ferolegure i dr.), koji ne mogu podnijeti maksimalne cijene električne energije. Nadalje, republike i pojedina područja čija je proizvodna cijena viša od realizacije energije po maksimalno propisanim cijenama, ne ostvaruju akumulaciju od 6%. Neka područja samo 3% a neka ništa.

Ukoliko se ova razlika na realizaciji energije neće postići, udio vlastitih sredstava djelatnosti proizvodnje i prenosa u financiranju ukupnih investicija iznosit će samo 21%. Pri tome treba imati još u vidu da su mogućnosti i kondicije preostalih izvora sredstava financiranja investicija (poslovne banke, zainteresirani potrošači i dr.) nepoznati.

Treba još istaći, da ni veličina sredstava tzv. slobodne amortizacije u strukturi vlastitih sredstava nije sigurna. Amortizacija je u projektu nove cijene električne energije kalkulirana po propisanim stopama otpisa od knjigovodstvene nabavne vrijednosti osnovnih sredstava. Poznato je, da su knjigovodstvene vrijednosti zaostale za sumom tržnih cijena osnovnih sredstava. Novi Zakon o revalorizaciji sredstava radnih organizacija propisuje usklađenje knjigovodstvenih vrijednosti sredstava s njihovim tržnim cijenama. Prema tome, kalkulirani 30%-tni dio nerevalorizirane amortizacije ne može pokriti troškove zamjene dotrajalih postrojenja po dnevnim cijenama. Procenat mase amortizacije potrebne za zamjenu sigurno će se povećati na teret procenta slobodnog dijela amortizacije, a za toliko će se smanjiti predviđeni iznos vlastitih sredstava za financiranje investicija.

Iznijeta struktura financiranja investicija djelatnosti proizvodnje i prenosa električne energije je prosječna struktura za razmjere Jugoslavije. Na pojedinim područjima ona znatno diferira. Organski sastav kapitala i tehnički sastav sredstava rada različiti su na pojedinim područjima, a najviše prodajne cijene električne energije na mreži pre-

nosa jedinstvene su za cijelo područje Jugoslavije. Uslijed toga, vrlo je različit na pojedinim područjima i volumen vlastitih sredstava raspoloživ za financiranje investicija. Neka područja će s obzirom na svoj visoki stupanj organskog sastava kapitala i prosječne jugoslavenske maksimalne prodajne cijene električne energije na mreži prenosa ostvarivati relativno veća sredstva.

b) Financiranje investicija djelatnosti razvoda i distribucije električne energije

Plan potrebnih bruto investicija djelatnosti razvoda i distribucije električne energije Jugoslavije za razdoblje od 1966. do 1970. godine rađen je po godinama promatranog perioda, po objektima, područjima i ekonomskim kategorijama bruto investicija u skladu s proširenjem kapaciteta proizvodnje i prenosa i s razvojem potrošnje električne energije. Elementi bruto investicija proračunati su po dnevnim cijenama 1966. godine.

Struktura potrebnih bruto investicija ima ove odnose:

A. *JEDNOSTAVNA REPRODUKCIJA*			
1. Zamjena dotrajalih postrojenja	10^6 N Din	807 =	17,3 %
2. Zaostale investicije potrebne za osiguranje kvalitetne isporuke sadašnje količine potrošnje električne energije	„	688 =	14,6 %
Ukupno	10^6 N Din	1.495 =	31,9 %
B. *PROŠIRENA REPRODUKCIJA*			
3. Proširenje mreže za povećanje potrošnje postojećih potrošača	10^6 N Din	1.150 =	24,4 %
4. Proširenje mreže za nove industrijske objekte i nova stambena naselja	„	1.291 =	27,4 %
5. Ulaganja u 110 kV postrojenja	„	305 =	6,4 %
6. Ulaganja u elektrifikaciju	„	463 =	9,9 %
Ukupno	10^6 N Din	3.209 =	68,1 %
BRUTO INVESTICIJE	10^6 N Din	4.704 =	100 %

U strukturi plana bruto investicija nalazi se i kategorija tzv. zaostalih investicija (sanacija i konsolidacija postojeće električne mreže) potrebnih za osiguranje normalne isporuke postojećeg volumena prerade energije. Zbog pomanjkanja potrebnih investicionih sredstava u djelatnosti razvoda i distribucije električne energije, zaostajalo je u toku niza proteklih godina proširenje opskrbne mreže za proširenjem kapaciteta proizvodnje i prenosa i za razvojem potrošnje električne energije. Posljedica toga je sadašnji kvalitet snabdijevanja industrijskih i ostalih potrošača.

Sadašnje fizičko stanje električne mreže razvoda i distribucije i njen nedovoljni kapacitet za preradu i isporuku postojeće količine energije povlači za sobom nekvalitetno snabdijevanje. Dolazi do prekida opskrbe i do isporuke energije lošeg kvaliteta. Ovakva opskrba nanosi gubitke potrošačima električne energije. Kvalitet opskrbe uzročno je vezan uz kvantitet cijene. Budući da prodajna cijena električne energije stalno zaostaje za troškovima reprodukcije, opada i kvalitet isporuke.

U pripremi je zakon o obeštećenju potrošača za štetu izazvanu nekvalitetnom isporukom električne energije. Razumljivo je stoga, da je trebalo proračunati kategoriju zaostalih a i novih investicija u skladu s razvojem potrošnje električne energije na osnovu fizičkog stanja mreže i njene tehnološke sposobnosti. Međutim, realizacija ovih investicija zavisi od adekvatnosti cijene električne energije i raspoloživih kredita.

S povećanjem potrošnje električne energije nužno se mijenja struktura razvodne mreže i njen kapacitet prerade energije. Isto tako se događa i sa superponiranom mrežom (tzv. mrežom prenosa), koja služi interkoneksiji proizvodnje (paralelnom radu elektrana) i povezivanju potrošačkih područja. Dok su 35 kV vodovi još prije nekoliko godina vršili funkciju interkoneksije, oni danas vrše funkciju razvoda energije u sredstvima rada elektrodistributivnih poduzeća. No već danas, a naročito u promatranom periodu srednjeročnog plana razvoja, kapacitet 35 kV postrojenja nedovoljan je za funkciju razvoda energije. Treba ići na viši 110 kV napon, koji postaje nedovoljan za funkciju interkoneksije proizvodnje i povezivanja potrošačkih područja, pa će ga u toj djelatnosti sve više zamjenjivati 220 kV napon. Iz ovih razloga plan novih investicija djelatnosti razvoda i distribucije predviđa izgradnju potrebnih postrojenja 110 kV napona.

Predviđene nove investicije za elektrifikaciju predstavljaju samo dio investicija potrebnih za dovršenje elektrifikacije zemlje.

Prema dokumentaciji projekta novih cijena električne energije za nove uvjete privređivanja privredne reforme 1965. godine, elektrodistribucija Jugoslavije bi mogla vlastitim sredstvima pokriti 55% svojih novih investicija. Ostatak bi trebalo financirati kreditima poslovnih banaka, komuna i zainteresiranih potrošača.

Ovakva bilanca projektiranih vlastitih sredstava i novih investicija djelatnosti razvoda i distribucije električne energije osnivala se na nerevaloriziranim i nekompletiranim vrijednostima osnovnih i prosječno angažiranih sredstava.

Dok su se nove cijene proizvoda pojedinih grana industrije i rudarstva utvrđivale za privrednu reformu na bazi nekog prosjeka svjetskih cijena, nezavisno od knjigovodstvenih vrijednosti sredstava, nove cijene električne energije su zidane pomoću normativa elemenata troškova iz prijašnjeg privrednog sistema i stope akumulacije iz-

raženih u procentima na knjigovodstvene vrijednosti osnovnih odnosno prosječno angažiranih sredstava. Kako su ove nerevalorizirane i nekompletirane knjigovodstvene vrijednosti sredstava znatno deprecirane u odnosu na stvarno stanje, deprecirane su i nove cijene električne energije i nalaze se u disparitetu s ostalim zavisnim cijenama odnosno cijenama elemenata reprodukcije.

Nove investicije djelatnosti razvoda i distribucije bile su, u dokumentaciji novih cijena električne energije za privrednu reformu, proračunate pomoću prosječne godišnje stope rasta fiksnih fondova te djelatnosti od 11,24%, jer se u to vrijeme još nije raspolagalo planom investicija po objektima i dnevnim cijenama. Primjenom ove stope rasta fiksnih fondova na nerevalorizirane i nekompletirane vrijednosti osnovnih sredstava te djelatnosti, investicije su proračunate s 2,8 mlrd novih dinara i manje su od investicija (zaostalih i novih) po dnevnim cijenama za 1,1 mlrd novih dinara ili za oko 39%.

Zakon o revalorizaciji sredstava radnih organizacija iz 1966. godine propisuje usklađenje vrijednosti sredstava evidentiranih u poslovnim knjigama s tržnim cijenama stvari tih sredstava. Za tu se svrhu propisuju koeficijenti revalorizacije po pojedinim grupama sredstava. Ovi koeficijenti izražavaju prosječni trend kretanja tržnih cijena od 1962. do 30. VI 1965. godine. Smatralo se da će cijene nakon 1. VII 1965. godine mirovati. Međutim, one su u toku uhodavanja novog ekonomskog mehanizma porasle nakon 1. VII 1965. godine, prema nekim ocjenama, za daljnjih 10 do 15%. Budući da ovi koeficijenti revalorizacije predstavljaju prosjek kretanja promatranih cijena, omogućeno je radnim organizacijama da ih mogu u okviru propisanih tolerancija odstupanja akomodirati svojim individualnim prilikama. Pokusni proračuni elektrodistribucije pokazuju da bi faktor revalorizacije, primjenom predloženih prosječnih neakomodiranih koeficijenata, iznosio 1,42. Za toliko bi se povećali i svi troškovi sredstava rada u odnosu na one koji su u depreciranim veličinama kalkulirani u novoj zidanoj cijeni električne energije.

Osim usklađenja vrijednosti stvari iz poslovnih knjiga s tržnim cijenama stvari tih sredstava na opisani način, Zakon o revalorizaciji propisuje još i aktiviranje po cijenama na dan 30. VI 1966. godine onih sredstava u radnom procesu koja su nabavljena, dograđena ili izgrađena na teret investicionog uzdržavanja i drugih troškova poslovanja. Budući da ovako nabavljena sredstva nisu ni mogla biti evidentirana u poslovnim knjigama, nisu ni ušla u osnovicu zidanja cijene.

Na povećanje vrijednosti sredstava u procesu revalorizacije utječu i ona sredstva koja su preuzeta od drugih imalaca sredstava ili investitora (odbora za elektrifikaciju, industrije, JNA) po nepotpunim vrijednostima. Takva sredstva su unijeta u poslovne knjige elektrodistribucije ali po preuzetim djelomičnim vrijednostima pa se primjenom koeficijenata može revalorizirati samo evidentirani nepotpuni dio vrijednosti tih objekata. Preostali dio treba utvrditi inventurom. Ovdje su naročito izražajne niskonaponske mreže podizane društvenim akcijama i dobrovoljnim radom te besplatnim davanjem određenih materijala od strane raznih odbora za elektrifikaciju. Na hiljade kilometara tih mreža evidentirano je u poslovnim knjigama s vrijednošću od oko 3,5 hiljade novih dinara po kilometru. Današnja izvedbena cijena jednog kilometra ove mreže iznosi oko 24 hiljade novih dinara. Primjenom propisanih koeficijenata neće biti moguće realno revalorizirati ovakva postrojenja jer su njihove vrijednosti iskazane u poslovnim knjigama samo djelomično. Nerealne su uglavnom i vrijednosti objekata preuzetih od drugih imalaca ili investitora.

Da bi elektrodistribucija ocijenila efekte striktne primjene Zakona o revalorizaciji procijenila je svoja sredstva rada evidentirana u tehničkoj evidenciji po dnevnim cijenama stvari tih sredstava i utvrdila da je ta vrijednost dvostruko veća od nerevalorizirane vrijednosti sredstava iz poslovnih knjiga. Primjenom neakomodiranih koeficijenata revalorizacije dobio se faktor 1,42. Koeficijenti akomodirani u okviru odobrenih tolerancija daju faktor revalorizacije 1,63. Tzv. inventurni faktor revalorizacije iznosi oko 2,0. Prema tome, efekt aktiviranja sredstava u radnom procesu iznosio bi 0,37.

Dakle, i nova cijena električne energije i investicije djelatnosti razvoda i distribucije, proračunate u zavisnosti od nerevaloriziranih i nekompletiranih knjigovodstvenih vrijednosti sredstava, deprecirane su u odnosu na dnevne cijene elemenata reprodukcije i investicija. Ažuriranje projekta nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije na temelju striktne revalorizacije osnovnih i prosječno angažiranih sredstava (bez korekture cijene nabave električne energije s mreže prenosa i iz drugih izvora energije, koje također treba adjustirati) pokazuje da je sadašnja prosječna cijena zaostala za ažuriranom kalkulativnom cijenom u prosjeku za oko 28%. Efekt ažuriranja iznosi za razdoblje od 1966. do 1970. godine u prosjeku 0,0617 N Din/kWh.

Djelatnost razvoda i distribucije Jugoslavije mogla bi u uvjetima sadašnjih tarifa električne energije podmiriti uglavnom samo troškove zamjene dotrajalih postrojenja i zaostalih investicija. Ukoliko se ne riješi pitanje korekture cijene električne energije, odnosno ažuriranje projekta te cijene za privrednu reformu, mreža razvoda i distribucije ostat će i dalje usko grlo u procesu proizvodnje i prerade elektroenergije.

3. Struktura investicija elektroprivrede

Struktura investicija elektroprivrede zavisi od energetskog potencijala na kojem je izgrađena, od njene razvijenosti i stupnja elektrifikacije zemlje, od strukture potrošača koje snabdijeva i od

njenog položaja u interkoneksiji proizvodnje električne energije šireg područja. U novije vrijeme dolazi sve više do izražaja integracija proizvodnje i prenosa električne energije u međunarodnim razmjerima. Iako zemlje članice međunarodnih asocijacija za proizvodnju i prenos električne energije (UCPTE, NORDEL, SEV) nastoje i mimo optimuma izgraditi što je moguće više vlastitih izvora energije za pokriće potreba svojeg područja, na strukturu njihovih investicija u elektrane i mrežu prenosa ipak utječe režim paralelnog rada elektrana te sezonska i stalna razmjena energije integriranog šireg područja.

Kod razmatranja veličine investicija naše elektroprivrede obično se gleda samo na investicije u elektrane i u električnu mrežu prenosa, kao da u tehnološkom procesu proizvodnje (istodobnost proizvodnje i potrošnje) ne sudjeluju i elektroenergetska postrojenja razvoda, distribucije i predaje bez kojih se ne bi ni mogao odvijati proces interkonektirane proizvodnje električne energije. Postojeća uska grla u proizvodnji i sadašnji kvalitet opskrbe električnom energijom, posljedica su jednostranog gledanja na investicije elektroprivrede.

Poznato je, da postoji zakonitost u odnosima pojedinih elemenata investicija elektroprivrede od elektrane do potrošača. Ova zakonitost je uvjetovana fizikalnim zakonima tehnologije proizvodnje električne energije. Proizvodnja je istodobna s potrošnjom. Svaki nesklad objektivnih odnosa ulaganja dovodi do uskih grla proizvodnje i do neurednog i nekvalitetnog snabdijevanja potrošača.

Za ilustraciju proporcija stvarnih ulaganja u elektroprivredu proteklih godina neka posluže raspoloživi podaci iz 1945. i 1958. godine za područje SR Hrvatske.

Struktura ulaganja u elektroenergetska postrojenja SR Hrvatske

Djelatnosti	Stanje 1945.	U razdoblju od 1946. do 1958. god.	Stanje 1958.
Proizvodnja	50,3 %	54,0 %	52,7 %
Prenos	4,1 %	11,8 %	10,1 %
Razvod i distribucija	45,6 %	34,2 %	37,2 %
	100 %	100 %	100 %

Iz ovih podataka se vidi da se u periodu od 1946. do 1958. godine intenzivno ulagalo u elektrane i postrojenja prenosa te da se zaostajalo s ulaganjima u mrežu razvoda, distribucije i predaje. Ako se uzme u obzir da se energetskim postrojenjima razvoda i distribucije Jugoslavije prerađuje 80% ukupno proizvedene energije i da se iz te mreže snabdijevaju gotovo svi potrošači privrede i standarda, kojih ima oko 3,5 milijuna (osim 21 direktnih, energetski fleksibilnih, potrošača koji se napajaju na mreži prenosa), onda se mogu ocijeniti veličina i područje štete neusklađenih investicija elektroprivrede.

Struktura investicija elektroprivrede SFRJ za razdoblje od 1966. do 1970. godine (bez ulaganja za zamjenu dotrajalih postrojenja) pokazuje da se odnosi s obzirom na razvod i distribuciju neće izmijeniti:

Struktura investicija elektroprivrede SFRJ za razdoblje od 1966. do 1970.

(bez zamjene dotrajalih potrojenja i bez ulaganja u kontinuitet izgradnje nakon 1970. godine.)

	Iznos 10^6 N Din	Struktura %
1. *Proizvodnja i prenos:*		
a) investicije u toku	4.240	40
b) nove investicije	2.640	24
Ukupno	6.880	64
2. *Razvod i distribucija:*		
a) nove investicije	3.209	30
b) zaostale investicije	687	6
Ukupno	3.896	36
Sveukupno	10.776	100

Prema jednoj studiji Instituta za elektroprivredu, Zagreb*) rađenoj za područje SR Hrvatske na bazi revaloriziranih vrijednosti fiksnih fondova elektroprivrede iz 1963. i perspektivne elektroenergetske bilance do 1980. godine, udio investicija u elektroenergetska postrojenja razvoda i distribucije trebao bi biti veći:

Struktura investicija elektroprivrede SR Hrvatske za razdoblje od 1963. do 1980.

(izraženo u %)

Djelatnosti	1963.	1970.	1975.	1980.
Proizvodnja	45	44	43	43
Prenos	13	14	14	14
Razvod i distribucija	42	42	43	43
	100	100	100	100

Ova struktura investicija elektroprivrede SR Hrvatske temelji se na slijedećim analizama vrsta ulaganja u električnu mrežu prenosa razvoda i distribucije:

Struktura investicija u električnu mrežu prenosa SR Hrvatske za razdoblje od 1963. do 1980.

(izraženo u %)

Opis	1963.	1970.	1975	1980.
TS 110/35 kV	35,7	32,2	35,1	38,2
Dalekovodi 110 kV	39,3	29,6	28,7	27,5
TS 220/110 kV	5,4	13,0	13,3	13,7
Dalekovodi 220 kV	19,6	25,2	22,9	20,6
	100	100	100	100

* *»Analiza odnosa financijskih ulaganja u izgradnju proizvodnih, prenosnih i distributivnih postrojenja te potrošačkih objekata s aspekta proizvodnje i potrošnje električne energije na području SR Hrvatske«*, Zagreb 1965.

Struktura investicija u električnu mrežu razvoda i distribucije električne energije SR Hrvatske za razdoblje od 1963. do 1980.

(izraženo u %)

Opis	1963.	1970.	1975.	1980.
Vodovi 35 kV	11,3	11,0	10,3	10,6
TS 35/10 kV	10,1	14,2	14,5	14,6
Vodovi 10 kV	22,2	17,2	16,7	16,6
TS 10/0,4 kV	21,7	17,8	18,6	18,8
Vodovi niskog napona	25,5	31,5	32,6	32,7
Mjerni uređaji	9,2	8,3	7,3	6,7
	100	100	100	100

Struktura investicija iz citirane studije Instituta za elektroprivredu, Zagreb, rađena je za područje SR Hrvatske na pretpostavci da sva elektroenergetska postrojenja 110 kV napona ulaze u sastav djelatnosti prenosa. Budući da razvod elektroenergije u promatranom periodu nije više moguće vršiti samo 35 kV naponom i budući da se već sada prelazi na 110 kV napon za potrebe razvoda, udio investicija elektroprenosa bit će za toliko manji a udio razvoda i distribucije energije za toliko veći. Prema tome, odnose plana ukupnih investicija elektroprivrede za razdoblje od 1966. do 1970. godine trebat će u toku promatranog perioda dorađivati i usklađivati uvažujući i razvoj potrošnje električne energije.

4. Zaključak

Budući da je sposobnost proizvodnje elektroprivrede i sposobnost opskrbe potrošača električnom energijom objektivno i limitirajući faktor razvoja ostale privrede, treba osigurati ostvarenje planiranog ekonomskog rasta ove grane energetike. U tu svrhu treba cijenu električne energije — u kojoj su troškovi sredstava rada i akumulacija proračunati u fazi projekta nove cijene na knjigovodstvenim vrijednostima osnovnih i prosječno angažiranih sredstava — akomodirati realnim dnevnim vrijednostima tih sredstava, a stopu akumulacije uskladiti s volumenom kreditnih sredstava raspoloživih za financiranje investicija elektroprivrede.

Za tako oblikovanu cijenu električne energije treba legalizirati odgovarajući sistem automatskog prilagođavanja njene veličine tržnim kretanjima ostalih zavisnih cijena (cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede) kako ne bi dolazilo do prelijevanja odmjerene akumulacije elektroprivrede potrošačima električne energije koji su ujedno, bilo posredno bilo neposredno, i isporučioci elemenata njene reprodukcije.

Literatura:

1. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede — *Ekonomski položaj elektroprivrede*, Beograd, 1965.
2. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede — *Problemi financiranja proširene reprodukcije u periodu od 1966. do 1970.* Beograd, 1965.
3. Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije — *Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije Jugoslavije*, Beograd, 1965.
4. Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije — *Ekonomski položaj elektrodistribucije Jugoslavije u uvjetima nakon privredne reforme i revalorizacije sredstava radnih organizacija*, Beograd, 1966.
5. Zakon o izgradnji i financiranju izgradnje energetskih objekata od 1966. do 1970. godine — Obrazloženje Zakona.
6. Daniel Feöcze — *Autofinanciranje proširene reprodukcije elektroprivrede Francuske i Velike Britanije.* »Energija«, Zagreb, 11—12/1961.
7. Daniel Feöcze — *Financiranje elektroenergetske izgradnje u Austriji.* »Energija, Zagreb, 1—2/1961.
8. Intitut za elektroprivredu, Zagreb — *Analiza odnosa financijskih ulaganja u izgradnju proizvodnih, prenosnih i distributivnih postrojenja te potrošačkih objekata s aspekta proizvodnje i potrošnje električne energije na području SR Hrvatske*, Zagreb 1965.
9. Daniel Feöcze — *Razlika između projektiranog i stvarnog ekonomskog položaja elektrodistribucije Jugoslavije u uvjetima nakon privredne reforme.* »Energija«, Zagreb, 11—12/1965.
10. Daniel Feöcze — *Bilanca cijena električne energije.* »Energija«, Zagreb, 1—2/1966.
11. Daniel Feöcze — *Integracija nacionalnih elektroenergetskih sistema*, »Energija«, Zagreb, 7—8/1964.

Naslov pisca: Daniel Feöcze, dipl. ek. Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

O NEKIM PROBLEMIMA LOŽENJA TEKUĆIM GORIVOM

Zvonimir Balog, Zagreb

Uz niz prednosti upotreba tekućeg goriva za loženje donosi i određene probleme. Sadržaj sumpora u tekućem gorivu obično dovodi do pojava niskotemperaturne korozije. Produkti izgaranja izbačeni u atmosferu imaju štetan utjecaj na okolinu. Vanadij sadržan u tekućem gorivu dovodi do pojave visokotemperaturne korozije. Pepeo tekućeg goriva izaziva pod nepovoljnim uvjetima teža zaprljanja površina kotla. Borba protiv ovih nepoželjnih posljedica Štetan utjecaj na okolinu može se ublažiti izgradnjem kotlovske konstrukcije i dodavanjem aditiva provodi se poboljšanjem eksploatacije, poboljšanjom dovoljno visokih dimnjaka.

DK 621.311.22:697

Veoma brzo povećanje upotrebe tekućih goriva za loženje u svijetu, a u novije vrijeme i kod nas, posljedica je sve veće ponude ovih goriva uz konkurentne cijene ostalim gorivima s jedne strane, te niza drugih prednosti koje ovo gorivo pruža s druge strane.

Tekuće gorivo se sve više upotrebljava za centralna i individualna zagrijavanja stanova, budući da u odnosu na loženje ugljenom pruža znatno veći komfor posluživanja, a zbog svojih specifičnih svojstava omogućava uvođenje automatizacije u većoj mjeri nego što je to moguće kod loženja ugljenom.

Teško ložno ulje (mazut) nalazi sve veću primjenu kao gorivo za loženje parnih kotlova svih veličina. Dok je u nedavnoj prošlosti teško ložno ulje korišteno uglavnom kao dodatno gorivo kod loženja ostalim vrstama goriva, danas je sve više kotlovskih jedinica koje se lože isključivo ovim gorivom. U cijelom svijetu nalaze se u pogonu ili u gradnji termoelektrane velikih snaga koje za svoj pogon koriste teška ložna ulja. Jedna od najvećih je TE Fawley u Engleskoj, koja treba ući u pogon 1967. a koja će imati četiri bloka od po 500 MW, dakle ukupnu snagu od 2000 MW. Kotlovi ove termoelektrane imat će satnu proizvodnju od 1615 tona pare, a bit će pokrenuti i obustavljeni potpuno automatski elektronskim uređajima.

Prednosti upotrebe tekućih goriva za loženje velikih kotlovskih jedinica sastoje se uglavnom u:

— poboljšanju ukupnog termičkog stupnja djelovanja cijelog postrojenja
— jednostavnijem posluživanju i čistoći
— veoma dobrom ponašanju kod nižih opterećenja i izvanrednoj sposobnosti regulacije
— nižim troškovima izgradnje.

Loženje tekućim gorivima izaziva pod nepovoljnim uvjetima, međutim, i određene poteškoće koje se očituju u pojavama:

— niskotemperaturne korozije kao posljedica pojava rošenja dimnih plinova
— visokotemperaturne korozije do koje dolazi zbog sadržaja vanadija u tekućem gorivu
— prljanju kotlovskih površina šljakom tekućeg goriva i uljnim koksom
— zagađivanju atmosfere i štetnom djelovanju na okolinu.

Razmotrit ćemo ove nedostatke koji se javljaju kod loženja tekućim gorivom.

Niskotemperaturna korozija

Sadržaj sumpora u tekućem gorivu je nedostatak koji kod loženja ne treba podcjenjivati, odnosno ne treba podcjenjivati njegove posljedice.

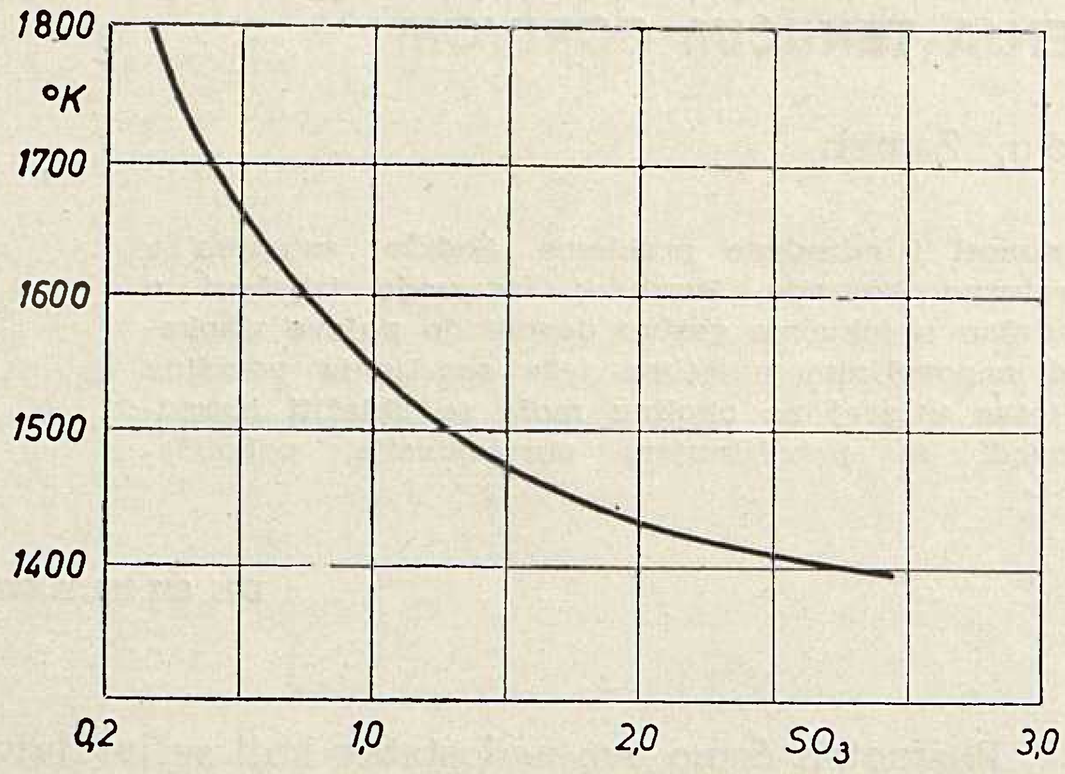
Analize naslaga koje se stvaraju na zagrijačima uzduha, a često i na zagrijačima vode, pokazuju da se u njima nalaze sulfati željeza, slobodna sumporna kiselina, ugljik koji potječe od nepotpunog izgaranja (obično iz razdoblja potpaljivanja) kao i minerali koji se nalaze u pepelu mazuta. Ove naslage su često veoma krute.

U toku pogona ove se naslage stalno povećavaju, pa je potrebno povremeno čišćenje ogrjevnih površina. U protivnom dolazi do smanjenja presjeka za strujanje dimnih plinova i porasta otpora, što može izazvati smanjenje kapaciteta usisnih ventilatora, a time kapaciteta kotla. Čišćenje zbog toga postaje nužno. Uklanjanjem naslaga svaki se puta odnosi i korodirani materijal. Elementi zagrijača postaju postepeno porozni pa postaje neophodna njihova zamjena. Nagomilavanje naslaga koje sadrže ugljika može osim toga dovesti i do požara što nije rijetka pojava na zagrijačima uzduha.

Koji su uzroci ovim pojavama?

Dimni plinovi sadrže znatne količine vodene pare koja potječe od vlage u gorivu ili nastaje izgaranjem vodika sadržanog u gorivu. Ova vlaga u dimnim plinovima je u obliku pare, dok je temperatura dimnih plinova dovoljno visoka. Padne li temperatura dimnih plinova ispod temperature zasićenja koja odgovara parcijalnom tlaku vodene pare u dimnom plinu, doći će do kondenzacije vodene pare, odnosno doći će do pojave koju nazivamo, rošenje. Naiđu li dimni plinovi na površinu koja je hladnija od temperature rošenja (zagrijač vode napajan nedovoljno zagrijanom vodom, zagrijač uzduha) doći će do kondenzacije vodene pare iz dimnih plinova i do znatnog onečišćenja takve ogrjevne površine, pa i do korozije.

Sadrži li gorivo koje spaljujemo i sumpora povisuje se rosište dimnih plinova. Sumpor izgara pretežno u sumporni dioksid (SO_2) ali manji dio

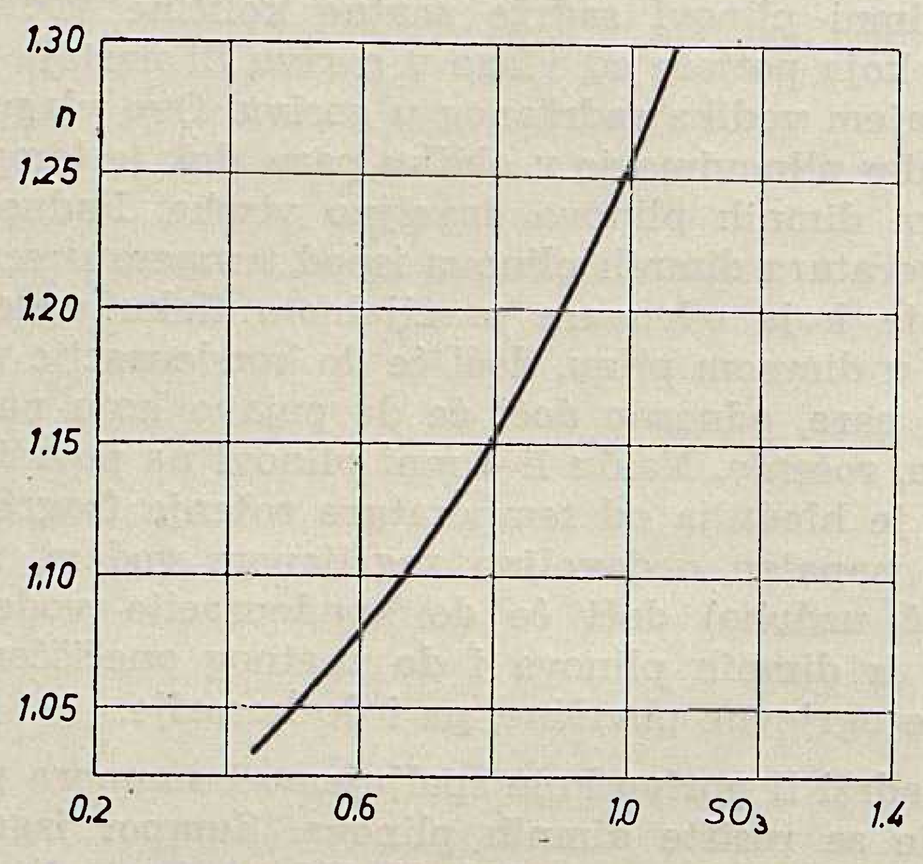


Sl. 1. Utjecaj temperature plamena na stvaranje SO_3

i u sumporni trioksid (SO_3) [1—5%]. SO_3 zbog velikog afiniteta reagira sa vodenom parom, pa se stvara agresivna sumporna kiselina (H_2SO_4). Time se povisuje temperatura rosišta koja se sad naziva rosište kiseline za razliku od pojma rosišta vlage. Rosište kiseline je obično 60—100°C iznad očekivanog rosišta vlage. Sadržaji sumpora u tekućem gorivu preko 0,5% dovode, ako se ne poduzmu potrebne mjere protiv pojave rošenja, sa sigurnošću do pojave korozije na naknadnim kotlovskim površinama. Jako je malo vrsta tekućeg goriva kod kojih je sadržaj sumpora ispod 0,5%. U prosjeku se sadržaj sumpora kreće u granicama od 1,5—3,5%.

Kod temperature ispod tačke rosišta kiseline, izlučuje se tekuća sumporna kiselina (H_2SO_4) koja djeluje izvanredno korodirajući na sve dijelove parnog kotla koji su joj izloženi.

Polazni produkti za stvaranje sumporne kiseline su sumpor sadržan u ložnom ulju i vodena para u dimnim plinovima. Sumpor je u tekućim gorivima sadržan pretežno u organskim spojevima. Kod izgaranja sumpor oksidira najprije u sumporni dioksid (SO_2), a u manjoj mjeri dalje u sumporni trioksid (SO_3). Spajanjem vode sa sumpornim trioksidom nastaje sumporna kiselina.



Sl. 2. Utjecaj pretička uzduha na stvaranje SO_3

Ovaj tok možemo prikazati sa tri jednadžbe:

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

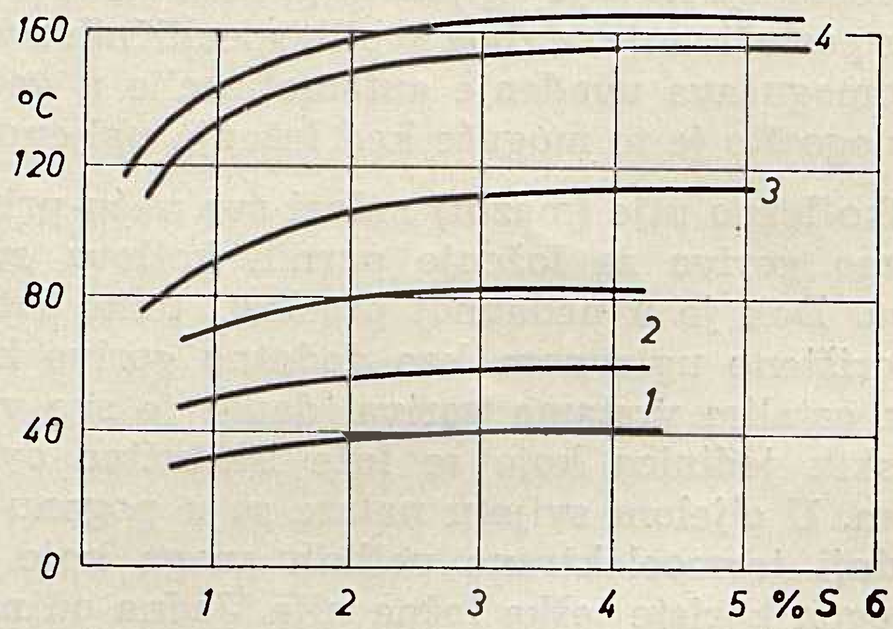
$$SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightleftarrows SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

SO_2 koji nastaje prema prvoj jednadžbi, nema značenja za rosište budući da on kod pritiska i temperature koje vladaju u dimnim kanalima izlazi iz kotla u plinovitom stanju.

Oksidacija SO_2 u SO_3 prema drugoj jednadžbi je odlučujuća za pojavu rošenja. Reakcija se može odvijati u oba pravca, kako je to pokazano strelicama u drugoj jednadžbi, što znači da je to ravnotežna reakcija. Koji će pravac poprimiti tok reakcije ovisi o:

— temperaturi kod koje se odvija reakcija
— koncentraciji SO_2
— koncentraciji O_2
— katalizi



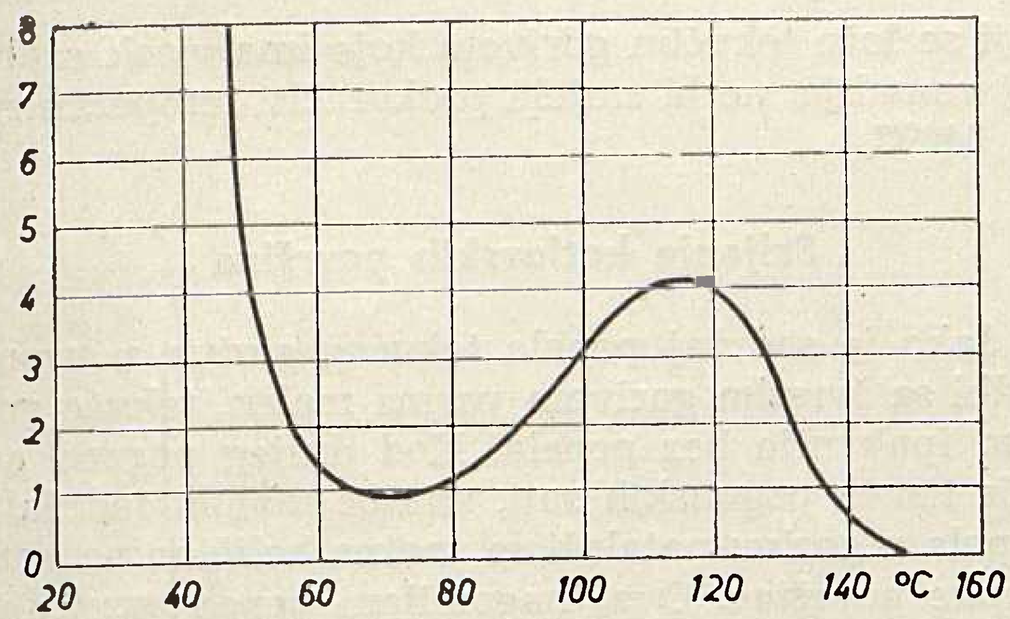
Sl. 3. Ovisnost tačke rošenja o sadržaju pare

Ova četiri faktora odražavaju se na tok reakcije na slijedeći način:

1. povećanje temperature smanjuje stvaranje SO_3 (Sl. 1)
2. smanjenje koncentracije SO_2 i O_2 smanjuje također stvaranje SO_3 (Sl. 2)
3. katalizatorsko djelovanje oksida teških metala (na pr. V_2O_3, V_2O_5) povećanjem brzine reakcije pogoduje stvaranju SO_3.

Od ukupne količine SO_2, koju dimni plinovi sadrže, samo se 0—5% transformira u SO_3, rijetko kada više. Koncentracija SO_2 u dimnim plinovima ovisi o sadržaju sumpora u tekućem gorivu pa je prema tome treba smatrati zadanom. Na katalizu stvaranja SO_3, zbog katalizatora koji su prisutni u kotlu, također se ne može utjecati. Na stvaranje SO_3 može se utjecati samo temperaturom reakcije (izgaranja) i koncentracijom kisika (pretičak uzduha).

Kod čvrstih goriva i ložišta sa tekućim odvodom šljake, rosišta dimnih plinova ne razlikuju se praktički od rosišta vodene pare (40—50°C). Kod ložišta sa roštiljima za granuliranje tačke rosišta dimnih



Sl. 4. Relativna korozija

plinova su nešto više, između 50—80°C. Tačke rosišta kiseline na kraju ložišta sa roštiljima su uglavnom preko 100°C a penju se do 150 pa maksimalno i do 170°C. U području između 130 i 160°C leže najčešće i uljna ložišta uobičajenih izvedbi. (Sl. 3).

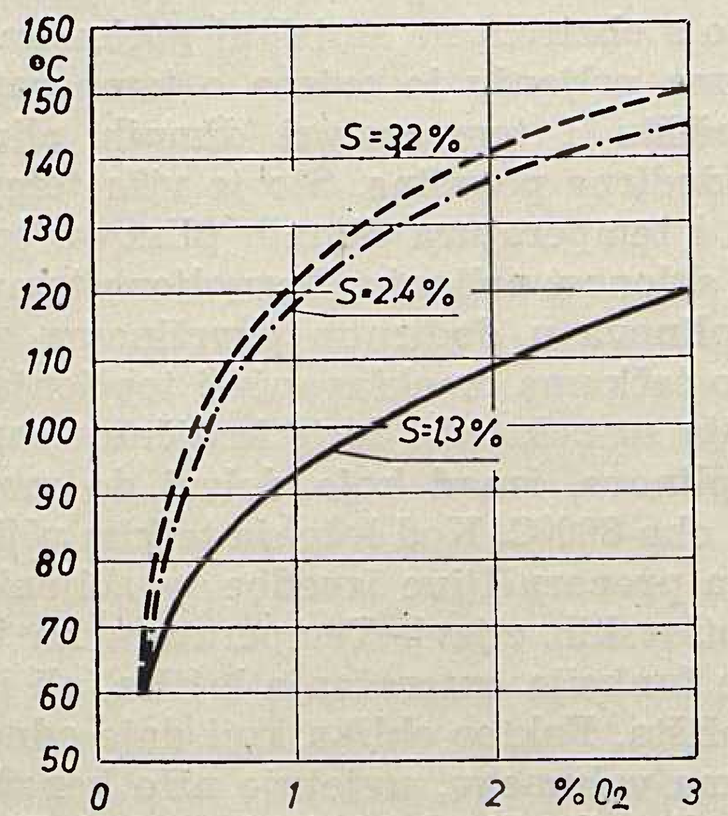
Sumporna se kiselina stvara prema trećoj od ranije danih jednadžbi.

Reakcija po ovoj jednadžbi počinje kod temperature od oko 500°C da bi se uglavnom završila kod oko 200°C. Brzina reakcije je veća kod nižih temperatura. Od 200°C na niže reakcija još uvijek može biti potpuna ali je u tom području spora.

U uvjetima normalnog loženja tačka rošenja kiseline se nalazi oko 150—160°C za mazut s visokim sadržajem sumpora (4—5%) i lagano pada do 120—130°C za 1% sumpora. Za manji sadržaj sumpora od 1% tačka rosišta kiseline se spušta prema tački rošenja vlage (50—60°C) kada se sadržaj sumpora kreće prema nuli.

Za rošenje je važna temperatura stijenke, a ne temperatura dimnih plinova. Da bi došlo do kondenzacije potrebno je da postoji razlika temperature između stijenke i dimnih plinova.

Brzina kondenzacije sumporne kiseline je veća nego kondenzacija vodene pare. Kod nižih temperatura stijenki koncentracija kiseline je manja zbog većih količina vodene pare.



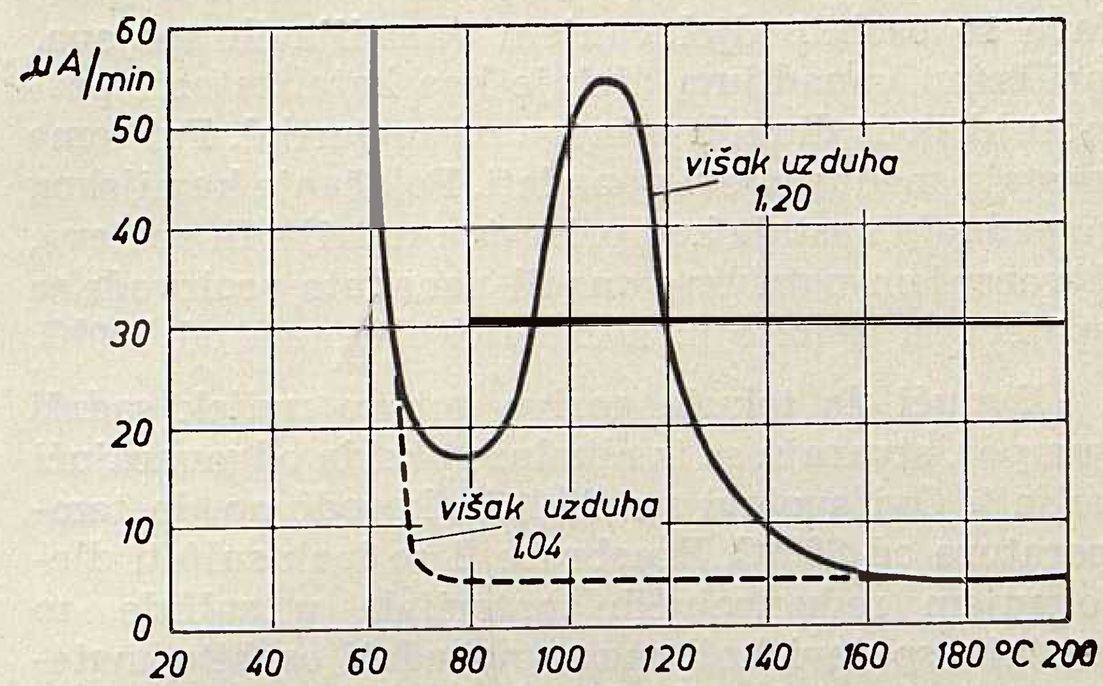
Sl. 5. Ovisnost rosišta o višku kisika

Korozija željeza mnogo ovisi o koncentraciji kiseline. Ona je maksimalna kod koncentracije od oko 30% jer se na površini cijevi nalazi $FeSO_4$ koji je topiv u kiselini te koncentracije. Nakon rastvaranja ovog zaštitnog sloja napadanje kiseline se nastavlja na čisti metal. Povećanjem koncentracije kiseline korozija se smanjuje i prolazi svoj minimum kod koncentracije od 70% zbog smanjenja topivosti $FeSO_4$ koji čini zaštitni sloj.

Povećanjem koncentracije iznad 70% korozija postepeno raste i prolazi drugi maksimum kod 90% jer se stvara Fe_2SO_4 koji se rastvara bez stvaranja (teže topivog sloja) kore.

Poslije 90%-ne koncentracije korozija se opet smanjuje jer čista, nedisocirana kiselina slabo napada.

Iznad tačke rosišta korozija je neznatna. Kada se temperatura stijenke smanjuje korozija rapidno raste zbog povećanog izlučivanja kiseline.



Sl. 6. Brzina stvaranja filma

Korozija prolazi maksimum kod oko 120—130°C dakle 20—30°C ispod tačke rošenja i smanjuje se prolazeći kroz minimum za manje visoku koncentraciju uz određenu zaštitu zaštitnog sloja $FeSO_4$. Poslije toga korozija opet raste do veoma visoke vrijednosti za veoma razblaženu kiselinu naročito kada se približava tačci rošenja vodene pare (50—60°C).

Na sl. 4 prikazana je relativna korozija za jedan slučaj.

U odnosu na rošenje visina sadržaja sumpora u gorivu igra ulogu samo u području ispod 1%, dok iznad toga nema nekog bitnijeg povećanja tačke rosišta.

Na sl. 5 prikazana je ovisnost rosišta o višku kisika za goriva s različitim sadržajem sumpora, a na sl. 6 ovisnost brzine stvaranja filma o višku uzduha.

Visokotemperaturna korozija

Dok se korozija zbog rošenja uglavnom može promatrati kao problem temperature, a može se savladati bez bitnijeg utjecaja na stupanj djelovanja kotla, to je koroziju u području pregrijača daleko teže spriječiti. Ona je došla do izražaja kod

upotrebe tekućih goriva sa sadržajem V_2O_5 i ima za posljedicu prilično osjetno ograničenje za visinu temperature pregrijanja pare. Ova se korozija može smanjiti aditivima, ali se još uvijek ne može potpuno savladati. U najnovije vrijeme prevladava mišljenje da će i ovu koroziju biti moguće svladati izgaranjem sa ekstremno niskim viškom uzduha.

Dodavanjem dolomitne prašine postignuti su kod tekućeg goriva sa umjerenim sadržajem vanadijevog pentoksida dosta dobri rezultati.

Visokotemperaturna korozija se očituje u nagrizanju zaštitnog sloja metalne površine. Ona ovisi o dva osnovna faktora: temperaturi metala i prisustvu V_2O_5. Nagrizanje materijala se pri tome odvija na slijedeći način: zaštitni sloj materijala, koji se uglavnom sastoji od oksida, rastapa se pod djelovanjem tekuće smjese V_2O_5, Na_2O i Na_2SO_4 i na taj način čisti materijal dolazi pod kemijski utjecaj plinovite atmosfere i različitih metalnih spojeva. Kemijsko napadanje na čisti čelik pojačava se osobito djelovanjem vanadijevih spojeva, pri čemu vanadijum djeluje kao katalizator i prenosi kisik iz dimnih plinova na materijal. Pri tome nastaju međuspojevi vanadati. Pojačanje kemijskog napadanja nastaje kod prisustva natrijevih spojeva. Stvaranjem natrium-vanadil-vanadata proizvode se spojevi sa osobito niskim eutektikumom od 580°C.

Budući da tekuće gorivo gotovo uvijek sadrži sumpor, stvaraju se iz alkalnih oksida odgovarajući sulfati. Ovi spojevi ne djeluju korodivno do temperature od 880°C. Preobraze li se ipak sulfati djelovanjem reducirajućih materijala u sulfide, to nastaju spojevi koji mogu napadati osobito materijale koji sadrže nikl (Austenit). Reducirajuća atmosfera nastaje i kod niskih pretičaka uzduha u dimnim plinovima. Zato da ne dođe do lokalnih zona s manjkom kisika potrebno je nastojati da se dimni plinovi što bolje izmiješaju. Ovi odnosi su u posljednje vrijeme osobito važni budući da se pokazuje težnja za pogonom sa ekstremno niskim viškom uzduha.

Uzmemo li sve ove činjenice u obzir, možemo utvrditi da praktički svi materijali koji se upotrebljavaju u kotlogradnji, bilo da su oni feritni ili austenitni, mogu biti ugroženi visokotemperaturnim korozijama, naročito kada temperatura materijala pređe 580°C budući da se tada mogu javiti žitki nanosi koji rastvaraju zaštitni sloj i na taj način dolazi do napadanja čelika.

Kod feritnih materijala je maksimalna dozvoljena temperatura materijala 590°C. Više temperature nisu dozvoljene, jer tada čvrstoća jako opada, a osim toga ojedanje materijala naročito raste. Kod upotrebe feritnih materijala mora se obratiti naročita pažnja tome da para bude jednoliko raspoređena po pregrijaču kako ne bi došlo do mjestimičnih prekoračaja dozvoljenih temperatura. U tom slučaju došlo bi do djelovanja dvaju nepovoljnih utjecaja: smanjenje čvrstoće koje dovodi do povećanja promjera cijevi i povećan kemijski utjecaj vanadijevim spojevima. Iz dosad navedenih razloga, temperatura pregrijane pare kotlova koji se lože tekućim gorivom koje ima visok sadržaj vanadija, ne bi smjela prekoračiti temperaturu od 540°C.

Prljanje kotlovskih površina

Iako je sadržaj pepela tekućeg goriva u usporedbi sa čvrstim gorivom veoma malen, tekuće gorivo ipak nije bez pepela. Kod duljeg pogona od više tisuća pogonskih sati, unatoč malom sadržaju pepela u gorivu nataloži se znatna količina na kotlovske površine. Ovaj nagomilani pepeo uzrokuje, osim pogoršanja odnosa prijelaza topline, stalni gubitak propuha i stupnja djelovanja kotla. Osobito su neugodne one količine pepela koje se nataložе na pregrijačkim površinama i uzrokuju smanjenje temperature pregrijanja pare to više što je veća količina pepela koji se nataloži. Istraživanjem sastavnih dijelova pepela, možemo utvrditi da je to cijeli niz spojeva niske tačke taljenja, koji veoma prljaju. Udio ovih spojeva u ukupnoj količini pepela često je veoma visok.

Čvrsta goriva sadrže u pravilu velike količine pepela uglavnom dobroćudnog karaktera; tekuća goriva naprotiv veoma male količine pepela, ali često veoma neugodnog karaktera.

Za naklonost prljanju veoma su važne komponente pepela V_2O_5 i Na_2SO_4 koji stvaraju kao mješavina nisko topivi eutektikum. Ovi se spojevi pojavljuju u obliku pare i u određenom temperaturnom području na hladnijim površinama kondenziraju (tačka rošenja vanadija). Već prema odnosu u kojem su pomiješani dobivamo eutektikume sa tačkama topljenja između 580 i 850°C. Spojevi natriuma nisu postojani. Tako se npr. natrium bisulfat koji kod nižih temperatura nije postojan kod približno 250°C raspada u natrium pirosulfat a ovaj se topi kod približno 400°C. Oba spoja natriuma, s obzirom na nisku tačku topljenja stvaraju ljepljiv oblog na cijevima koji tada omogućava priljepljivanje drugih sastojina pepela i na taj način dovodi do velikih naslaga šljake.

Znatan utjecaj na prljanje kotlovskih površina ima također i opterećenje prostora izgaranja i prilagođavanje komore izgaranja obliku plamena koji dobivamo s obzirom na smještaj gorionika. Naklonost prema prljanju je ovisna o temperaturi plamena, ložištu i temperaturi dimnih plinova na ulazu u dodirne površine. Što je viša temperatura plamena i temperatura dimnih plinova, to je jače izražena sklonost prljanju. Dozvoljena temperatura dimnih plinova u dodirnim površinama ovisi uglavnom o tačkama omekšavanja i topljenja pepela. Ispitivanja su pokazala da je kritična temperatura dimnih plinova, iznad koje dolazi do mogućnosti prljanja, oko 800°C. Kod loženja teškim uljima nisu zbog toga preporučljive izvedbe sa zbijenim sistemima kotlovskih cijevi. Temperatura na izlazu iz ložišta je funkcija opterećenja ložišta, ali i faktora oblika ložišta. Faktor oblika koji daje odnos površine prema volumenu, uvjetuje niže konačne temperature dimnih plinova pri izlazu iz ložišta, ukoliko je veći.

Kod većih kotlovskih jedinica preko 100 t/h sa visokim pritiscima (140—200 atp), te sa međupregrijanjem, često smo prisiljeni smjestiti površine pregrijača u onaj dio kotla gdje su visoke temperature dimnih plinova, kako bi prije gustih konvektivnih snopova snizili temperaturu dimnih plinova ispod tačke omekšanja pepela. Temperatura dimnih plinova ovdje iznosi i 1250°C, pa je prema tome daleko iznad kritične temperature u odnosu na prljanje. Iz ovih razloga moraju se ogrjevne površine izvoditi sa velikim korakom. Postavljanjem pregrijača sa velikim korakom ispred ostalih pregrijačkih površina postižemo da temperatura dimnih plinova na ulazu u dodirne površine iznosi oko 900°C. Ukoliko ne osiguramo ovu temperaturu na ulazu u dodirne površine kod loženja teškim uljima za kratko vrijeme dolazi do velikih poteškoća prljanja površina. Kod kotlova loženih tekućim gorivom nije, međutim, potrebno korak između pregrijačkih cijevi uzimati sa 600—1000 mm kao što to radimo kod kotlova loženih ugljenom prašinom, nego je dovoljno da korak iznosi 200—300 mm, jer i na taj način postižemo potreban efekat.

Zagrijači uzduha kotlova loženih tekućim gorivom su često ugroženi taloženjem čađe, koja se naročito stvara za vrijeme potpaljivanja. Zbog toga bi kod svakog potpaljivanja trebali biti upotrebljeni duvači čađe, čim je pritisak u kotlu postigao dovoljnu visinu. Na taj smo način u mogućnosti spriječiti požare na zagrijačima uzduha.

Sve što je ranije rečeno o niskotemperaturnoj koroziji omogućava da se razumije nepoželjnost pranja vodom koja se upotrebljava za uklanjanje nakupina na površinama zagrijača uzduha. Voda otapa zaštitni sloj željeznih sulfata, razrjeđuje slobodnu sumpornu kiselinu a to baš dovodi do povećanog nagrizanja. Zbog toga se, ako se vrši pranje, preporuča da se ono izvede alkaličnom otopinom.

Pranje vodom, međutim, nije opasno kada zbog malog sadržaja sumpora u gorivu postoji samo minimalna količina kiselina, kao i u slučaju kada su izlazne temperature visoke i kada se brzim stavljanjem u pogon poslije pranja mogu izbjeći štetne posljedice.

Za čišćenje se kod nekih izvedbi kotlova, koji to dozvoljavaju, koristi kiša kuglica kojom se čišćenje vrši za vrijeme pogona. Ovakav način čišćenja daje dosta dobre rezultate ako naslage nisu ljepljivog karaktera.

Ispuhivanje zrakom ne otklanja potrebu primjene efikasnijeg načina čišćenja, ali zato smanjuje potrebu takovog čišćenja na manju mjeru.

Ako se radi o kotlu na kojemu se računa da će biti čestih potpaljivanja i obustavljanja može biti pogodno da se omogući obilaženje dimnih plinova mimo zagrijača uzduha.

Borba protiv korozije

Štete koje izaziva korozija moguće je smanjiti, a pod povoljnim uvjetima i potpuno otkloniti. Osnovni uvjet za to je dobro poznavanje uzroka koji dovode do korozije. Ti uzroci opisani su ranije.

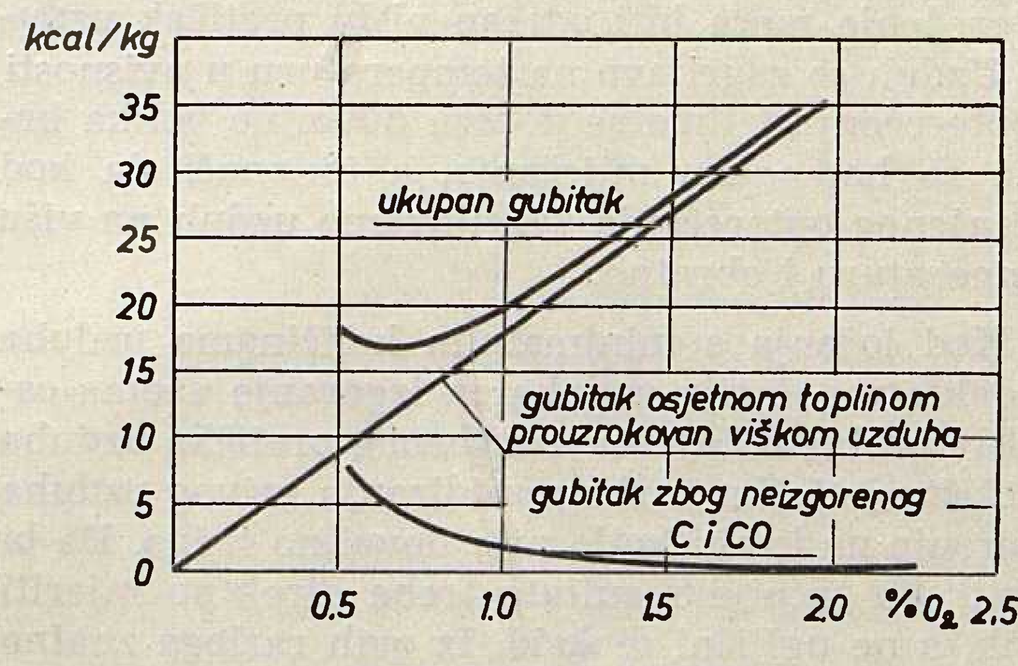
Načine borbe protiv korozije možemo svrstati u tri grupe i to:

— poboljšanje načina eksploatacije
— poboljšanje konstrukcija
— korištenje aditiva

Poboljšanje načina eksploatacije

Smanjenje pretička uzduha je danas nedvojbeno najbolje rješenje. Međutim, ovaj način nije moguće uvijek sprovesti jer postavlja razne probleme.

U prvom redu smanjenje pretička zraka može izazvati nepotpuno sagorijevanje i s tim u vezi i smanjenje stupnja djelovanja kotla. Zbog toga loženje treba tako voditi da se izbjegne ostajanje neizgorenih plinova (CO i H_2) i čestica ugljika, tako da ukupni gubici budu minimalni (Sl. 7). Gubitak u ovom slučaju ovisi mnogo o plamenicima i o pritisku rasprskavanja. Rasprskavanje je veoma važno, budući da ono omogućava ispravno loženje sa smanjenim pretičkom uzduha. Uzduh za svaki plamenik potrebno je posebno regulirati ako se želi izbjeći nepotpuno izgaranje.



Sl. 7. Gubitak topline

Nastojanja moraju dakle biti usmjerena u pravcu konstruktivnog poboljšavanja plamenika kako bi mogli raditi sa što je moguće manjim viškom uzduha, a da pri tome ne dođe do pojave CO u dimnim plinovima. Sa pojedinim tipovima plamenika uspjelo se je postići pretičak uzduha od 1,05 a u najnovije vrijeme i znatno niži. Maleni pretičak uzduha je, međutim, moguće koristiti samo u slučaju kada je efekat miješanja raspršenog goriva sa uzduhom za izgaranje dobar. Za stvaranje homogene smjese potrebno je s jedne strane što finije rasprskavanje, a s druge ispravno dovođenje uzduha.

Finoća rasprskavanja je ovisna o konstrukciji sapnice, njenom provrtu, tlaku pumpe i viskozitetu ložnog ulja. Ispravno dovođenje uzduha je samo onda, ako cijela struja uzduha uspije prodrijeti i u maglu uljnih kapljica, a to znači da relativna brzina između uljne magle i uzduha mora biti osigurana. Upravo u dovođenju uzduha moguće je u većini slučajeva postići znatna poboljšanja.

Brzina dovođenja uzduha izvanredno je važan faktor za stvaranje homogene smjese. Uljna magla ima relativno veliku žilavost. Uzduh za izgaranje može prodrijeti u uljnu maglu samo u onom slučaju kada ima veliku brzinu. Reguliranje dovoda tekućeg goriva ne predstavlja danas poteškoću, međutim, drugo je s reguliranjem dovoda uzduha ukoliko se želi postići određeni odnos goriva i uzduha preko cijelog širokog područja opterećenja.

Čim brzina uzduha padne ispod jedne određene vrijednosti, nije više osigurano dobro miješanje, pa smo prisiljeni dovoditi veću količinu uzduha za izgaranje da bi osigurali dovoljnu brzinu, a time i dovoljno efikasno miješanje. Posljedica je toga da pretičak uzduha u područjima nižih opterećenja raste.

Budući da je izlazna temperatura dimnih plinova kod nižih opterećenja niža, djelomično čak i ispod tačke rošenja kiseline, to povećani pretičak uzduha koji u velikoj mjeri povećava stvaranje SO_3 znatno pospješuje koroziju.

Sa dosta uspjeha primjenjuje se za sprečavanje ove pojave regulacija temperature uzduha za izgaranje u ovisnosti o opterećenju i to pomoću parnog zagrijača uzduha, čijim djelovanjem i kod nižih opterećenja može biti održan niski pretičak uzduha. Uzduh se zagrijava na temperaturu u ovisnosti o opterećenju i time se dobiva dovoljno velika brzina za homogeno miješanje, a to znači da kod smanjenog opterećenja zagrijavamo uzduh na višu temperaturu i obratno.

Kod loženja s minimalnim količinama uzduha je dakle regulacija uzduha za izgaranje veoma osjetljiv problem. Mjerenje stvarnog pretička uzduha u ložištu je teško, a zbog prodiranja krivog uzduha mjerenje na kraju kotla nije dovoljno tačno. Da bi dobili što tačnije rezultate treba direktno mjeriti kisik, a ne ugljični dioksid. Iz ovih razloga znatno su povoljnija ložišta koja rade s pretlakom.

Smanjivanje pretička uzduha smanjuje temperaturu pregrijane pare. S porastom temperature plamena raste i količina topline koja se prenosi isijavanjem. Ovo može dovesti do poteškoća u eksploataciji i do oštećenja ekrana.

Temperaturu pregrijane pare možemo povećati recirkulacijom dimnih plinova ukoliko ova postoji.

Što se isijavanja tiče utjecaj se može smanjiti oblaganjem ekrana jednim pojasom koji reflektira, a koji je smješten u visini plamenika. Na taj se način smanjuje udio topline isijavanjem a povećava konvektivni prijelaz na pregrijaču. Ovakvo se rješenje dosta često primjenjuje.

Kod pogona s minimalnim pretičkom uzduha nije dovoljno imati u prosjeku nizak pretičak nego je potrebno da se ovaj ostvari pojedinačno na svakom plameniku. Bez toga bi sastav dimnih plinova u pojedinim tokovima bio različit.

Osim toga rasprskavanje mora biti savršeno da bi uz minimalnu količinu uzduha osigurali potpuno izgaranje. Ovo zahtijeva izvanredno stanje gorionika i pogodnu regulaciju viskoziteta mazuta, npr. pomoću automatskog uređaja za podešavanje viskoziteta koji radi u ovisnosti o temperaturi.

Pranje površina treba kolikogod je to moguće izbjegavati, a ako se pere onda treba koristiti alkalnu vodu. Na_2CO_3 daje dobre rezultate.

Čišćenje površina kišom kuglica ima prednost kadgod ju je moguće upotrijebiti i to naročito zbog toga što se koristi za vrijeme pogona.

Za čišćenje se često koristi komprimirani uzduh, međutim ovaj je postupak nedjelotvoran kada se radi o ljepljivim naslagama pa ukoliko se ove pojave mora se provesti pranje vodom.

Primijećeno je da kod zaustavljanja kotlovskog postrojenja na raznim mjestima nastaju znatne korozije ukoliko nakon obustavljanja ostanu pare kiselina, kao npr. u obilaznim vodovima.

Kotao nikada ne bi trebalo ostavljati dulje vremena izvan pogona bez čišćenja. Kiselinu koja se nalazi u naslagama zajedno s pepelom treba što prije ukloniti.

Poboljšanje konstrukcije

Kako bi se stvorili što povoljniji uvjeti u odnosu na ono što je ranije rečeno interveniralo se je poboljšanjem konstrukcije kotla. Pregrijači se izvode prilično široki, uvedena je recirkulacija dimnih plinova, pronađena su nova rješenja kako konstrukcije gorionika tako i njihovog razmještaja, a u cilju omogućavanja što boljeg rasprskavanja goriva.

Kod suvremenih kotlova najhladnije stijenke su stijenke zagrijača uzduha, a posebno njihovih završnih dijelova. To su u stvari površine koje oplakuje relativno hladan uzduh iz tlačnih ventilatora. Ako uređaj ima filtere za dimne plinove, za slučaj loženja ugljenom, potrebno ga je za vrijeme pogona sa samim mazutom obilaziti. U takvim slučajevima oštećenja se pojavljuju na obilaznim vodovima češće nego na filteru dimnih plinova.

Danas se sve češće projektiraju instalacije sa lokaliziranom zonom intenzivnije korozije u unaprijed žrtvovanom dijelu zagrijača koji je predviđen tako da se može lagano izmijeniti.

Usisni ventilator i kanali također su izloženi koroziji pa ih je često puta korisno zagrijavati. Na taj način njihove unutarnje stijenke zagrijavamo po mogućnosti na temperaturu što bliže onoj koju imaju dimni plinovi. Zaštita se može izvesti i unutarnjim presvlačenjem kanala materijalima otpornim na kiseline a koji mogu podnijeti temperature koje u njima vladaju.

Dimni plinovi trebali bi na izlazu imati temperaturu višu od temperature rosišta a to je u većini slučajeva 160°C. Također i stijenke zagrijača uzduha trebaju imati temperaturu višu od otprilike 150°C. Za zagrijač uzduha može se računati s temperaturom stijenke koja je aritmetička sredina između temperature uzduha i dimnih plinova. Ovo na žalost ide na štetu stupnja djelovanja budući da

se inače traži smanjenje gubitka osjetnom toplinom što se postiže smanjivanjem izlazne temperature dimnih plinova. S ovim se temperaturama već silazi na 90—100°C a nastojanje je da se siđe što niže pa se već razmišlja i o rekuperiranju latentne topline vodene pare dimnih plinova. Prema tome bit će još više problema u borbi protiv korozije zbog djelovanja sumporne kiseline.

Osim ovog načina s visokim temperaturama izlaznih dimnih plinova postoje i razni načini za izbjegavanje ulaza hladnog uzduha (npr. za vrijeme stavljanja u pogon dok je zagrijač još potpuno hladan).

Spomenimo najprije usisavanje potrebnog uzduha iz kotlovnice sa 25—30°C umjesto hladnog izvana. Ovo na žalost nije moguće kod suvremenih pogona kotlovima otvorene izvedbe.

Obilaženjem zagrijača uzduha smanjuje se količina hladnog uzduha u zagrijaču. Recirkulacijom uzduha kada miješamo dio toplog uzduha sa hladnim na taj način što vraćamo dio zagrijanog uzduha na usis dobavnih ventilatora smanjujemo opasnost od korozije.

Osim ovih jednostavnijih načina postoji i mogućnost instaliranja zagrijača uzduha grijanog parom ili vrelom vodom koji se stavljaju ispred uobičajenog zagrijača uzduha. Ovo se rješenje koristi najčešće s ciljem da se predgrije uzduh za vrijeme veoma hladnog vremena. U svakom slučaju dimni plinovi na taj način izlaze mnogo topliji za vrijeme hladnih mjeseci, a time jasno rastu i gubici osjetnom toplinom dimnih plinova.

Uzduh se može predgrijavati i u izmjenjivaču topline koji je grijan vrelom vodom i koji je robustnije izveden. U takvom zagrijaču je mnogo lakše regulirati temperaturu. Ovakav zagrijač može biti uključen u sistem zagrijača vode kotla pa su tada kalorije dimnih plinova rekuperirane. Temperature stijenki su mnogo bliže temperaturi vode a to znači niže pa se može očekivati da se na taj način izbjegnu »vrhovi korozije«.

Izvršene su mnoge probe da bi se utvrdio materijal dovoljno otporan protiv korozije u uvjetima parnog kotla. Pronađeni su materijali i legure koji daju dosta dobre rezultate no ovi su, međutim, veoma skupi.

Pokusi su vršeni i sa raznim plastičnim materijalima. Ovi su veoma otporni prema kiselinama ali na žalost premalo prema temperaturama pa dolaze u obzir samo za oblaganje stijenki sa nižim temperaturama. Na području plastičnih materijala postignut je priličan napredak pa postoji nada da će se brzo dobiti premazi koji će biti otporni na kiseline i temperature do 150°C, a da pri tome neće smanjiti prijelaz topline. Ovim se mjerama, doduše, ne bi riješio problem prljanja ljepljenjem naslaga, ali bi se omogućilo pranje koje u tom slučaju ne bi bilo štetno, a koje bi bilo jednostavno.

Kod upotrebe keramičkih materijala postoji poteškoća zbog njihovog napucavanja kao posljedice dilatacija i time uvjetovanog prodiranja kiseline.

Za zaštitu unutarnjih stijenki kanala upotrebljavaju se opeke otporne na kiselinu i vatrostalni cement sa zadovoljavajućim rezultatima.

U borbi protiv korozije na kanalima koji se nalaze na otvorenom upotrebljavaju se odgovarajući načini zagrijavanja.

Aditivi

U borbi protiv korozije kako visoko tako i niskotemperaturne sa dosta se uspjeha upotrebljavaju aditivi. Osnovni nedostatak aditiva je prljanje površina do kojeg dolazi njihovom upotrebom.

Aditive možemo klasificirati na razne načine.

Prema mjestu dodavanja

Dodavanje u mazut primjenljivo je kod tekućih aditiva koji ne izazivaju eroziju gorionika (kryda).

Dodavanje u plamen (cink, dolomit, magnezijum).

Dodavanje u tok dimnih plinova (amonijak).

Prema naravi djelovanja

Neutralizatori stvorenog SO_3 (dolomit, amonijak).

Inhibitori oksidacije — za sprečavanje oksidacije SO_2 u SO_3 (cink, ugljena prašina).

Inhibitori korozije — za sprečavanje korozije unatoč stvaranju kiseline (adsorpcija čađom, pasivizacija površina).

Od aditiva se najviše upotrebljava dolomit. Dolomit je mješavina $CaCO_3$ i $MgCO_3$ a koristi se više ili manje fino samljeven. Prženjem se dobiva mješavina MgO i CaO, a to se vjerojatno dobiva i u plamenu ložišta. Svaki ovaj sudionik može se koristiti sam za sebe ili pak u obliku njihovih hidrata $MgOH_2$, $CaOH_2$. U svakom slučaju oni reagiraju sa H_2SO_4 i daju neutralne sulfate $MgSO_4$ i $CaSO_4$ koji su postojani na temperaturama kojima su izloženi u kotlu.

Magnezijev hidrat $Mg(OH)_2$ ima prednost ispred MgO, jer se ovaj lijepi a ispred $MgCO_3$ zbog toga što je ovaj skuplji. Rezultati upotrebe su dobri naročito protiv visokotemperaturne korozije. Dozira se oko 0,2% od težine mazuta računano u MgO.

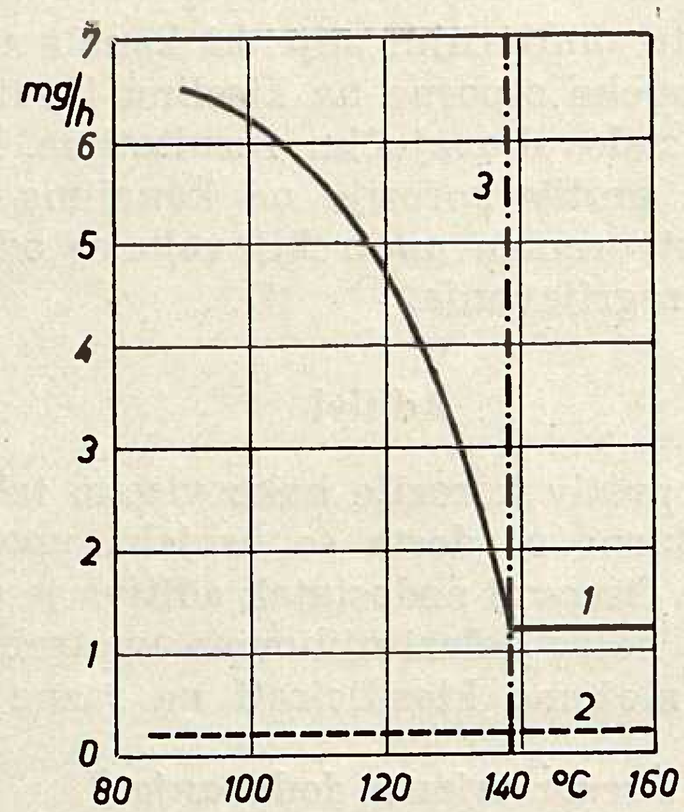
Količinu upotrebljenog magnezija neki vežu uz sadržaj sumpora u mazutu

S	1	2	3	4	5	%
MgO	2	3	4	5	6	kg/t

Iako manje, koriste se i zrnca (0,8 mm) magnezija za dodavanje u uzduh što ima određene prednosti kao što su:

— veoma energično reduciranje kisika
— magnezij se pretvara u pare s velikom snagom adsorpcije i sa snažnim reaktivitetom za SO_3
— veoma dobra zaštita od visokotemperaturne korozije (podiže tačku eutektikuma pepela).

Dolomit se mnogo upotrebljava bilo u obliku karbonata, bilo pržen (kalciniran) i to u raznim finoćama. Izgleda da su rezultati bolji ako je finije mljeven.



Sl. 8. Utjecaj dodavanja aditiva

Upotrebom dolomita postižu se slijedeći rezultati:

— visokotemperaturne naslage postaju raspršene i neopasne i dadu se ukloniti pranjem.
— tačka rošenja se smanjuje i pada od 150°C na 100°C.
— smanjuje se izlučivanje kiseline na izlazu iz zagrijača uzduha (od 200 μ A na 20 μ A)
— korozija se smanjuje i ublažava doziranjem od 1—6%.
— već kod doziranja od 0,8% sadržaj SO_3 pada na jednu trećinu
— kiselost čađe i dima se smanjuje
— u izvjesnoj mjeri se povećava onečišćenje naknadnih površina prašinom.

Sekundarni efekat ubacivanja dolomita u ložišta je oblaganje ekrana i time povišenje temperature pregrijanja pare. Isto se događa i kod upotrebe magnezija.

Ubacivanje se može vršiti na raznim mjestima:

— u plamenu, na primjer pomoću gorionika za ugljenu prašinu
— visoko u ložište
— prije zagrijača uzduha
— u područje dimnjaka (za kisele dimne plinove)

I ubrizgavanje dolomitnog mlijeka sa smanjenim doziranjem pokazalo se je efikasnim za pregrijače, a i za zagrijače uzduha.

Amonijak (NH_3) se također dosta često i sa uspjehom koristi. Uduvavanjem amonijaka postiže se znatno sniženje tačke rosišta kiseline. Tačka rosišta se snižava do 90°C. Kod temperatura iznad 600°C amonijak disociira pa ga treba ubrizgavati na nižim temperaturama. Na sl. 8 prikazano je djelovanje dodavanja amonijaka.

Osim ovih aditiva pokazalo se je da pepeo ugljene prašine pokazuje veoma dobra svojstva u odnosu na niskotemperaturnu koroziju. Opasnost od korozije je znatno manja kod pogona s kombiniranim loženjem ugljene prašine kao dodatka kod loženja mazutom. Dosta dobri rezultati su postignuti upotrebom oko 10% ugljene prašine.

Na kraju ovog kratkog pregleda može se podvući da se efikasna borba protiv korozije kod upotrebe tekućeg goriva sa sadržajem sumpora može uspješno provoditi:

Poboljšanjem načina korištenja, pri čemu za uspješnu primjenu imaju najviše izgleda.

— smanjenje viška uzduha uz što jednakomjernije opterećenje radi poteškoća u regulaciji dovođenja uzduha za izgaranje
— kombinirano loženje sa dijelom ugljene prašine, koji je način znatno manje prikladan.

Naročitu pažnju treba obratiti:

— dobroj regulaciji (vođenju) izgaranja
— što manje učestalom pranju vodom
— stavljanju u pogon a naročito obustavljanju
— mjerenju i kontroli svih pojava koje su u vezi s korozijom (tačka rošenja, kisele naslage)

Poboljšanjem konstrukcije omogućiti loženje sa što manjim viškom uzduha i to barem kod punog opterećenja. Zagrijače uzduha treba snabdjeti jednim »potrošnim« dijelom koji je moguće lagano zamijeniti. Osigurati obilazne vodove za korištenje kod stavljanja u pogon, ili pomoćni zagrijač uzduha. Omogućiti pranje i čišćenje za vrijeme pogona sa mogućnošću neutralizacije rastvora koji se ocjeđuje.

Dodavanjem aditiva pri čemu se kako po djelovanju tako i po cijeni pokazuju pristupačnim dolomit i amonijak.

Štetno djelovanje sumpornog dioksida (SO_2) na okolinu

Sumporni dioksid je bezbojan plin, koji kao sastavni dio dimnih plinova dolazi u atmosferu naročito kod postrojenja s ložnim uljem.

Pomiješan sa zrakom izaziva već u koncentraciji od 0,04% pojave trovanja (upala rožnjače, poteškoće u disanju i upala dišnih organa). Otopine SO_2 u vodi nagrizaju stijenke želuca.

Osobito otrovno djeluje SO_2 na biljke. Igličari propadaju često, ako u zraku postoje i minimalni tragovi SO_2. Tek ako uzduh ima samo 0,04 dijelova SO_2 na milijun dijelova uzduha, ne nastaju više nikakove posljedice.

Uzduh u velikim industrijskim područjima sadržavao je ranije, dok se je tekuće gorivo malo upotrebljavalo, samo male količine SO_2 i H_2SO_4 koje su potjecale od ugljena koji je sadržavao sumpor. Posljedice su se očitovale u ubrzanom raspadanju nekih građevinskih materijala i povećanoj koroziji metala. Sa povećanim izbacivanjem SO_2 kao posljedicom izgaranja ložnog ulja sa sadržajem sumpora nastaju znatno veće opasnosti za zdravlje ljudi, za životinje i biljke.

Opasnost zbog onečišćavanja uzduha kod velikog suvremenog kotla je manja zbog izbacivanja pepela nego zbog izbacivanja SO_2.

Uzmimo na primjer postrojenje sa samo dva parna kotla od po 210 t/h, koje troši cca 120 t/h goriva sa oko 3% sumpora. Izbacivanje SO_2 u bližu i dalju okolicu iznosi 7,2 t/h odnosno više od 170 tona dnevno.

U ovakovim slučajevima pomaže samo odgovarajuća visina dimnjaka čime se povećava područje zasipavanja.

Prema zakonima o održavanju čistoće uzduha u mnogim zemljama dozvoljena koncentracija SO_2 na tlu smije iznositi 0,4—0,5 mg SO_2/m^3. Da bi se udovoljilo ovom zahtijevu moraju se graditi dimnjaci dovoljne visine. Danas više nisu rijetkost dimnjaci visine 200 m.

Problemi dimnjaka kod loženja tekućim gorivom

Kod loženja tekućim gorivom, svi dimni putovi moraju biti prilagođeni ovom načinu loženja, a to znači da moraju biti dobro izolirani kako bi se izbjegle temperature stijenki koje bi bile bitno ispod temperature dimnih plinova. Ovo vrijedi i za sve površine koje dolaze u dodir s dimnim plinovima, pa prema tome i za dimnjake.

Dimni kanali trebaju biti po mogućnosti kratki, a to dovodi do sve veće upotrebe loženja s pretlakom u novijoj kotlogradnji.

Ako ovo nije moguće, onda se kanali izlaznih plinova, kao i ventilatori moraju dobro izolirati tako da temperatura stijenke bude blizu temperature izlaznih dimnih plinova. Veoma je važno sprečavanje ulaza krivog uzduha bilo u ventilatore, bilo u kanale. Izlazna temperatura dimnih plinova ne bi smjela kod loženja tekućim gorivom pasti ispod 140°C na izlazu iz kotla ni kod djelomičnog opterećenja.

Dimnjak mora, i u slučaju ako je zidan, imati unutarnju oblogu koja dosiže do izlaznog otvora, a koja:

— smanjuje ohlađivanje dimnih plinova na samo jedan dio normalne vrijednosti
— štiti dimnjak od eventualnih napada sumporne kiseline koja može nastati iz dimnih plinova kotlova loženih tekućim gorivom.

Kod limenih dimnjaka treba predvidjeti ili dimnjake sa dvostrukom stijenkom, ili dimnjak treba izvana izolirati.

Izlazni otvor na vrhu dimnjaka kod loženja tekućim gorivom, a naročito za uređaje s velikim promjenama opterećenja, mora biti izveden za visoke izlazne brzine. Brzina s kojom se kod takovih dimnjaka danas računa je kod punog opterećenja u pravilu 20—25 m/s. Time se želi postići da i kod minimalnih opterećenja izlazna brzina ne padne ispod 5 m/s. Kod manjih brzina može u dimnjaku nastupiti sekundarno strujanje koje dovodi do mjestimično ohlađivanja dimnih plinova i kondenzacije.

Visokim brzinama na izlazu želi se postići i određeno nadvisivanje dimnjaka kako bi SO_2 sadržan u dimnim plinovima bio po mogućnosti što više izbačen u atmosferu čime se proširuje područje zasipavanja.

U novije se vrijeme sve češće pojavljuju oštećenja dimnjaka kao posljedica

— smanjenja izlazne temperature dimnih plinova (nastojanje za postizavanje što boljih stupnjeva djelovanja), što ima za posljedicu poboljšanje uvjeta za kondenzaciju,
— povećanog postotka sumpora u gorivima koja se koriste a koji čini kondenzat kiselijim i agresivnijim,
— povećanja visine dimnjaka, a time i većeg ohlađenja dimnih plinova i time povećanja kondenzacije,
— povećanja izlazne brzine (zbog povećanja prostora zasipanja) zbog čega u dimnjaku dolazi do pretlaka, što pogoduje agresivnim plinovima i kondenzatu prodiranje kroz unutarnju oblogu i omotač.

Posljednjih godina primijećene su na nizu betonskih dimnjaka (na vanjskim stijenkama) napukline koje potječu od prodiranja dimnih plinova i kondenzata kroz stijenku dimnjaka.

Izbacivanje SO_2 ovisi i o temperaturi dimnih plinova. Kod niskih temperatura i jake koncentracije dolazi do izražaja visoka specifična težina SO_2 sa 2,96 kg/Nm^3. On zbog toga pada iz izvora brzo na tle i može zbog toga kod veće koncentracije znatno štetiti.

Visina dimnjaka može utjecati na rasprostranjenje i koncentraciju SO_2 učiniti manje štetnom.

U ovisnosti sa klimatskim položajem i smjerom vjetra igra nadvisivanje dimnjaka kao posljedica visokih temperatura dimnih plinova određenu ulogu. Njena djelotvornost ovisi o odnosu brzine vjetra u odnosu na izlaznu brzinu. Mora se zato pobrinuti da taj odnos bude uvijek manji od 1.

Kod kotlova loženih tekućim gorivom i ugljenom oštećenja nisu tako brza kao kod samog loženja tekućim gorivom. Ako je presjek za prolaz dimnih plinova dovoljno velik, može se dimnjak učiniti otpornim za kiseline oblogom otpornom na kiseline. Također i premazivanje kiselinostalnim premazom može doći u obzir tamo gdje se presjek više ne smije smanjiti, pa se na taj način može zaštititi od razaranja raspora.

Literatura

R. Cardinal, P. Kolbach: *Bilan de 12.000 heures de marche au mazout sulfureux d'un generateur de vapeur de 400* t/h — Revue Generale de termique (1965)

Th. Geissler: *Ölgefeuerte Dampfkessel und ihre Probleme* — Energie (1963—1964)

E. Glaubitz: *Die wirtschaflichste und sicherste Methode zur Vermeidung von Hoch- und Niedertemperatur-Korrosionen an ölgefeuerten Kesseln* — Energie (1964)

A. F. Marsal: *Corrosions des surfaces terminales d'echange dans les centrales utilisant des combustibles liquides contenant du soufre* — Nations unies; Commision economique pour l'Europe (1964)

Naslov pisca: Zvonimir Balog, dipl. ing., Udružena elektroprivreda Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

PROBLEMI VIBRACIJA PARNIH TURBINA I NJIHOVO ISPITIVANJE

Mirko Butković, Karlovac

U prvom dijelu članka navedene su vrste vibracija turbinskih lopatica, uzbudne sile koje ih izazivaju, način mjerenja, te kriteriji opasnosti pojedinih rezonancija.
U nastavku su opisane pojave vibracija rotorskih diskova, njihovo mjerenje i metode otklanjanja opasnih rezonancija. U završnom dijelu članka opisane su pojave vibracija turbinskih rotora, temelja turboagregata, uzroci koji ih izazivaju, dozvoljene veličine vibracija, te načini mjerenja.

DK 621.165.004

Od parnih turbina se zahtijeva visok stepen sigurnosti u radu, budući da svako stajanje izvan pogona, donosi velike materijalne gubitke. Najveći dio havarija koje se događaju kod turbina posljedica su zamornosti materijala, a uzrokovana su vibracijama. Osim što izazivaju havarije, vibracije mogu utjecati fiziološki i psihološki na osoblje koje poslužuje turbine, izazivajući bolesti krvotoka, nervne smetnje i sl.

Prema mjestu pojave vibracije na turbini, možemo posebno promatrati vibracije turbinskih lopatica, diskova, te rotora i temelja.

1. Vibracije lopatica

Najčešće havarije turbina su uzrokovane vibracionim lomom lopatica. Obično već prijelom jedne lopatice u stepenu izaziva prijelom i oštećenje ostalih lopatica u istom stepenu i nekoliko nižih stepena. Zbog toga vibracioni problemi lopatica moraju biti vrlo pažljivo ispitani.

Vlastite frekvencije lopatica

Ako promatramo lopaticu kao ukliještenu konzolu sa kontinuirano raspoređenom masom, onda ona imade beskonačno mnogo vlastitih frekvencija. Kod lopatica, profil presjeka imade dvije glavne osi inercije, te moramo razlikovati vlastite frekvencije u tangencijalnom i aksijalnom pravcu, a uz to postoje i vlastite frekvencije torziranih vibracija. Kod dugih lopatica sa promjenljivim kutem (izvitoperene lopatice), forma vibriranja je još kompliciranija, budući da tangencijalne, aksijalne i torzione vibracije daju samo u grubom smjer vibriranja lopatice, gdje dolazi do kompleksnih oblika vibriranja (npr. tangencijalne + torzione vibracije). Kod lopatica, koje su vezane bandažom u pakete, postoje isto tako vibracije u tangencijalnom, aksijalnom i torzionom smislu. Ali tu treba razlikovati vibracije paketa kao cjeline, gdje sve lopatice vibriraju sa istom amplitudom i istom fazom, od tzv. unutarpaketskih vibracija, gdje lopatice ne vibriraju istofazno i sa istom amplitudom.

Lopatice, koje su pričvršćene na disk koji ne rotira, imaju tzv. statičke vlastite frekvencije. Ali ako se disk dovede u rotaciju, kao što je to slučaj kod turbine u radu, onda se veličine vlastitih frekvencija promijene tj. lopatice imaju tzv. dinamičke vlastite frekvencije.

Dinamičke vlastite frekvencije mogu se izračunati iz statičkih pomoću slijedećeg izraza:

$$f_d = \sqrt{f_s^2 + B \cdot n_s^2}$$

gdje je

f_d = dinamička vlastita frekvencija [s^{-1}]
f_s = statička vlastita frekvencija [s^{-1}]
B = koeficijent koji ovisi o dužini i obliku lopatice, srednjem promjeru na kojem rotira lopatica, te o formi vibriranja.

Tačna vrijednost koeficijenta B može se dobiti samo na osnovu mjerenja vlastitih frekvencija lopatica u rotaciji.

Uzbudne sile u turbini

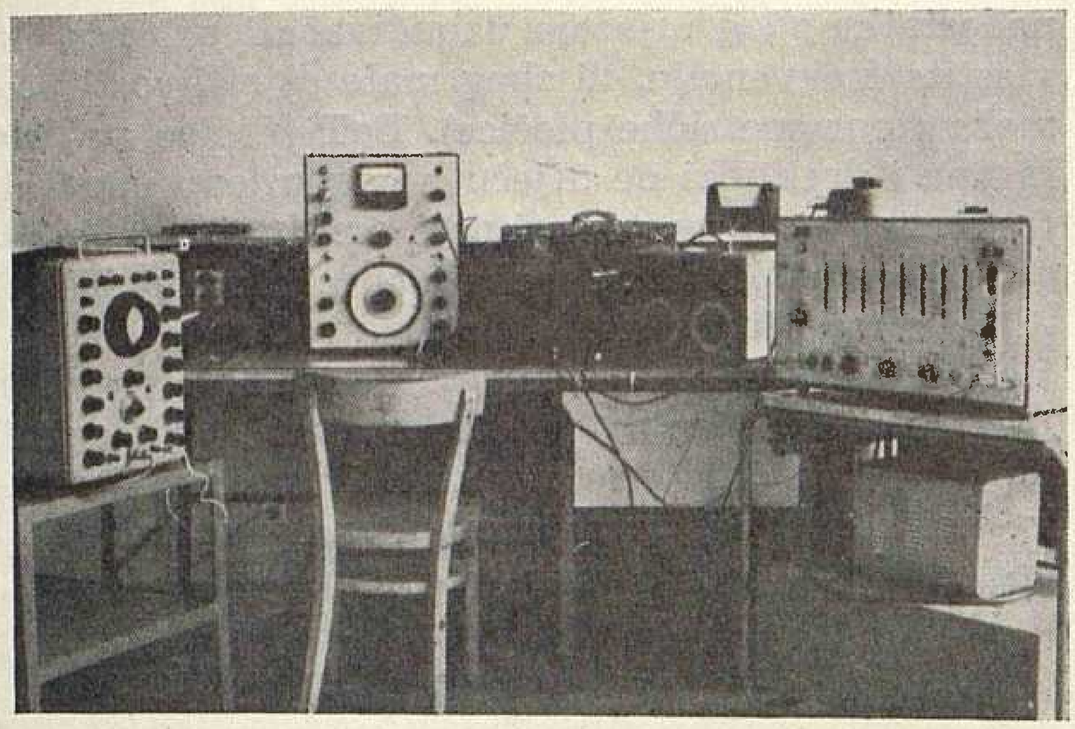
Postoje uzbudne sile niske frekvencije, čija je frekvencija 1, 2, 3, 4, 5 i više puta veća od broja okretaja turbine. One se javljaju kao posljedica vibracija rotora ili su uzrokovane nejednolikom raspodjelom pritiska pare duž diska, koja nastaje uslijed parcijalnog privoda pare (sapnište); uslijed prostrujavanja para između dvije polovice dijafragme, ili zbog nesimetričnog odvoda pare.

Uzbude visoke frekvencije nastaju uslijed nehomogenog strujanja pare iza statorskih lopatica u dijafragmi. Za vrijeme jednog okretaja turbine, svaka od rotorskih lopatica dobit će z impulsa pare, ako postoji z statorskih lopatica ispred promatranog stepena. Uzimajući da je radni broj okretaja turbine jednak n_s, tada će svaka rotorska lopatica dobiti $n_s \cdot z$ impulsa u sekundi.

Kod zadnjih stepena velikih turbina moguća je uzbuda lopatica uslijed flattera ili uslijed otkidanja vrtloga iza lopatica (Karmanovi vrtlozi), što dovodi do tzv. samouzbudnih vibracija.

Rezonancija

U slučaju kada je frekvencija uzbudne sile jednaka dinamičkoj vlastitoj frekvenciji lopatice (ili paketa lopatica), dolazi do rezonancije u kojoj su amplitude vibracija (i naprezanja) po nekoliko stotina puta veće od slučaja, da ta ista sila djeluje statički. Veličina amplitude u rezonanciji ovisi o veličini uzbudne sile i o veličini prigušenja. Prigušenje u lopatici ovisi o histerezi materijala iz kojeg je lopatica izrađena, kao i o trenju u korijenu



Sl. 1. Instrumentacija za laboratorijska i pogonska mjerenja statičkih frekvencija lopatica

i bandaži lopatice. Hidraulička prigušenja su od manjeg značaja. Na veličinu prigušenja utječe i temperatura lopatice, tako da su ti podaci dosta nesigurni, tj. logaritmički dekrement prigušenja za lopatice kreće se u širokim granicama od 0,01 do 0,2. Intenzitet uzbudnih sila također nije potpuno poznat, a niti se svaki oblik vibriranja može podjednako uzbuditi. Zbog toga nije jednostavno odrediti koje su rezonancije opasne a koje nisu. Vibraciona čvrstoća lopatice također nije do kraja istražena. Ona zavisi od mnogo faktora, kao što su npr. materijal, oblik presjeka, korozija i erozija, te temperatura lopatice.

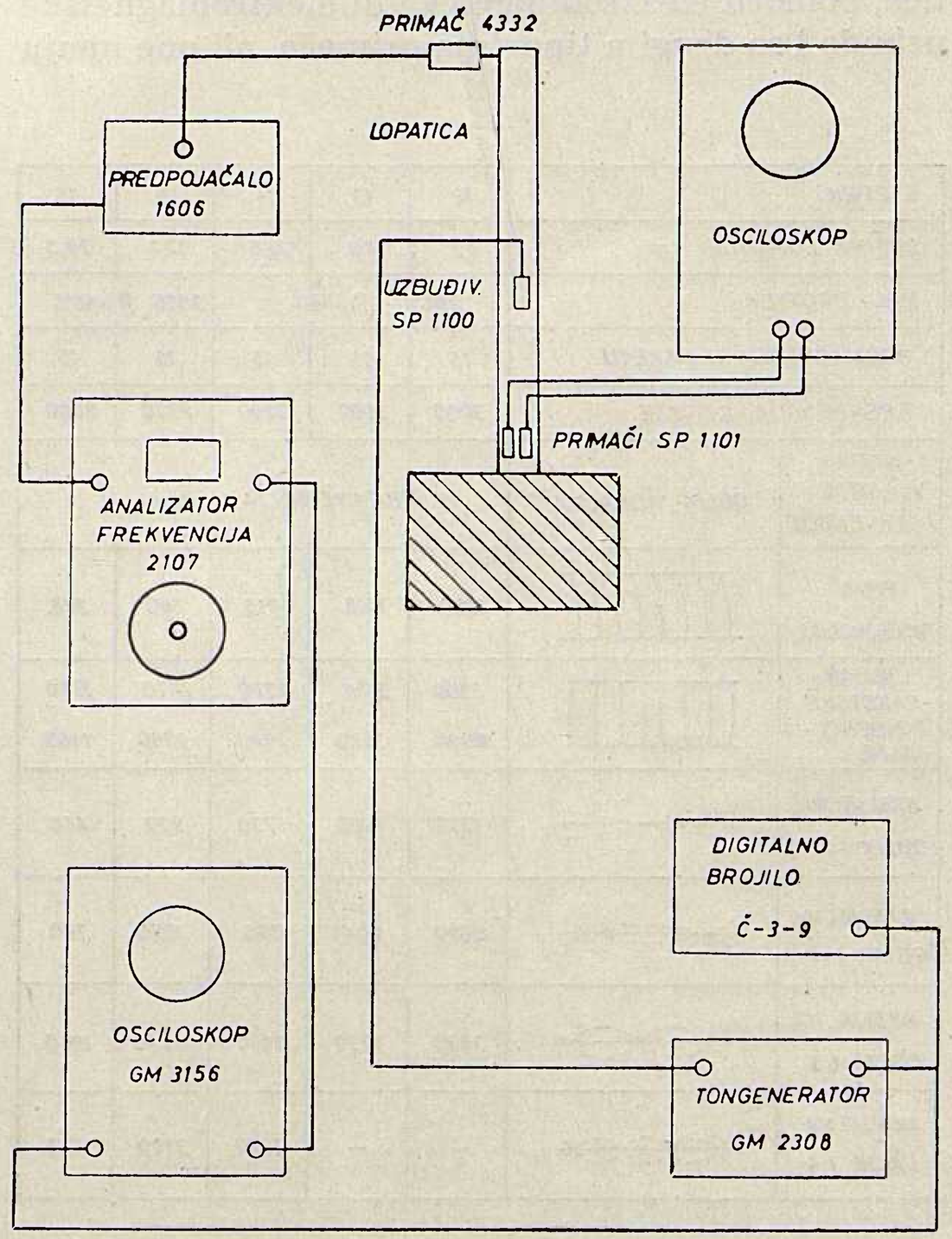
Dugogodišnjim iskustvom došlo se do određenih kriterija, na osnovu kojih su zabranjene slijedeće frekvencije lopatica (prema [6].

— prva vlastita frekvencija tangencijalnih vibracija sa frekvencijom 1, 2, 3, 4, 5 i z puta većom od radnog broja okretaja (z = broj statorskih lopatica ispred promatranog stepena)
— prva vlastita frekvencija aksijalnih vibracija sa frekvencijom 1, 2, 3, 4 i z puta većom od radnog broja okretaja.
— prva vlastita frekvencija torzionih vibracija sa frekvencijom 1, 2, 3, 4 i z puta većom od broja okretaja.

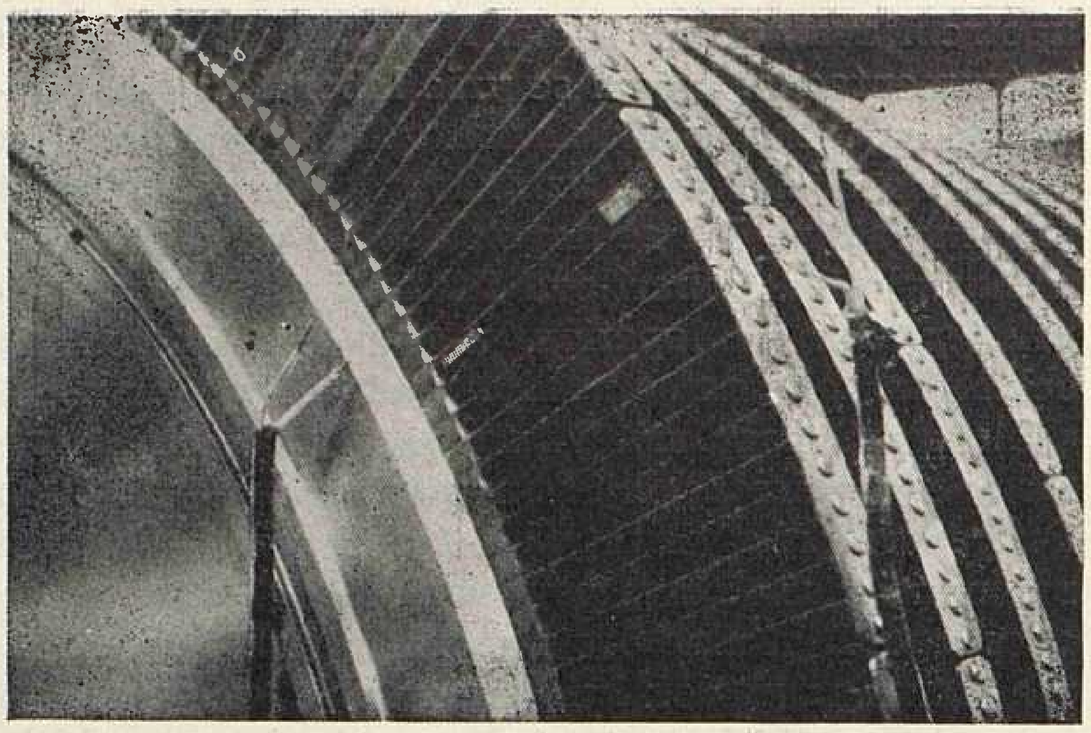
Isti uvjeti vrijede i za drugu vlastitu frekvenciju, ako je ikako moguće.

Mjerenje vibracija lopatice

Iz dosadašnjeg razmatranja se vidi, da lopatice moraju imati vlastite frekvencije, koje se razlikuju od frekvencija uzbudnih sila. Da bi se to postiglo, vrše se proračuni vibracija, ali su rezultati proračuna dosta nesigurni, zbog nepoznatog utjecaja učvršćenja lopatica u korijenu, kao i kvalitete zakivanja bandaže. Zbog toga je neophodno vršiti mjerenja vibracija lopatica u stadiju projektiranja, kao i već montiranih lopatica na disku, i to u statičkim uslovima i kod rotacije. Metoda koja će ovdje biti opisana, razrađena je u laboratorijima GEC of England, a danas se zbog svojih prednosti sve više upotrebljava širom svijeta. Na slici 1 prikazana je instrumentacija, kojom se vrše laboratorijska i pogonska mjerenja statičkih frekvencija lopatica. Kao što se na slici 2 vidi, uzbuđivanje se vrši pomoću tongeneratora, čiji se napon dovodi na piezo-električku pločicu iz barijeva titanata. BaT pločica je prilijepljena na lopaticu pomoću ljepila na bazi celuloida, tako da se poslije upotrebe može skinuti acetonskim otapalom. Vibracije se registriraju pomoću BaT primača, čiji se napon vodi na osciloskop. Tongeneratorom se mijenja frekvencija uzbude, a rezonancija se očitava povećanjem amplituda na osciloskopu. Digitalno brojilo služi za tačno određivanje frekvencija, dok kristalni primač sa pojačalom i drugim osciloskopom, služi za određivanje oblika vibriranja lopatice. Na slici 3 vide se BaT primač i uzbuđivač prilijepljeni na paketu lopatica turbine. Na slici 4 prikazani su rezultati mjerenja statičkih frekvencija lopatice srednjih stepena turbine. Iz tablice se vidi, da su za lopatice srednje dužine opasne uzbudne sile, koje nastaju od statorskih lopatica. Za lopatice, koje imaju relativno visoke vlastite frekvencije, ne razlikuju se mnogo statičke i dinamičke vlastite frekvencije, budući da su lopatice krute, te je povećanje krutosti uslijed centrifugalne sile zanemarivo. Zbog toga u tablici nisu unesene dinamičke vrijednosti vlastitih frekvencija. Kod dugih lopatica zadnjih stepena velikih turbina, vlastite frekvencije padaju u područje uzbuda niskih frekvencija. Kod njih se obavezno mora računati s utjecajem centrifugalnih sila,



Sl. 2. Shema mjerenja statičkih vibracija lopatica



Sl. 3. Primač i uzbuđivač na paketu lopatica turbine

budući da povećanje frekvencije može iznositi preko 50%. Zbog tolerancije proizvodnje mogu se pojedine frekvencije lopatica istog stepena razlikovati do 5 i više posto, što još više povećava opasnost od rezonancije. Ako znademo da turbine srednjih snaga imaju tridesetak stepena, vrlo je teško konstruirati lopatice, da pojedini stepeni ne rade blizu rezonancije. Zbog toga proizvođači turbina ne dozvoljavaju veća odstupanja broja okretaja, kako ne bi došlo do havariranja lopatica.

Opisana metoda mjerenja pogodna je i za mjerenje dinamičkih vlastitih frekvencija, jedino se uzbudni i registrirajući napon vodi preko kliznih glava.

Postoje i druge metode mjerenja vibracija lopatica, pomoću elektrodinamičke ili elektromagnetske uzbude i sa drugim tipovima primača, ali one imaju

STEPEN		12	13	14	15	16
DUŽINA LOPATICE cm		7,2	8,6	10,5	12,7	20,5
BROJ PROFILA		2685	β = 48%		3685	β = 48%
BROJ LOPATICA U PAKETU		15	15	15	15	15
FREKVENCIJA UZBUDE		3000	3000	3200	2900	2800
NAZIV VLASTITE FREKVENCIJE	OBLIK VIBRACIJA	FREKVENCIJA Hz				
PRVA TANGENCIJAL.		1390	1018	715	680	288
UNUTAR-PAKETSKE TANGENCI-JALNE		5580 6000	3615 3990	2720 2880	2470 2760	1070 1165
AKSIJALNA OBLIK 1:1		1735	1400	790	900	440
AKSIJALNA OBLIK 1:2		2890	2045	1525	1850	780
AKSIJALNA OBLIK 1:3		3820	3230	2610	2290	1340
AKSIJALNA OBLIK 1:4		–	–	3620	3320	1625

Sl. 4. Statičke vlastite frekvencije paketa lopatica turbine 12,5 MW Makassar

nedostatke zbog utjecaja uzbuđivača i primača na vlastite frekvencije, ili zbog male osjetljivosti primača (tenzometričke pločice). BaT pločice su vrlo lagane i praktički ne utječu na promjenu vlastitih frekvencija, a uz to primači imaju vrlo veliku osjetljivost, tako da ne trebaju specijalnih pojačala.

Ako mjerenja pokažu da bi u radu turbine došlo do opasne rezonancije, onda se već prema vrsti rezonancije mijenja dužina, materijal ili profil lopatice, broj lopatica u paketu ili se mijenja frekvencija uzbude, promjenom broja statorskih lopatica ispred promatranog stepena.

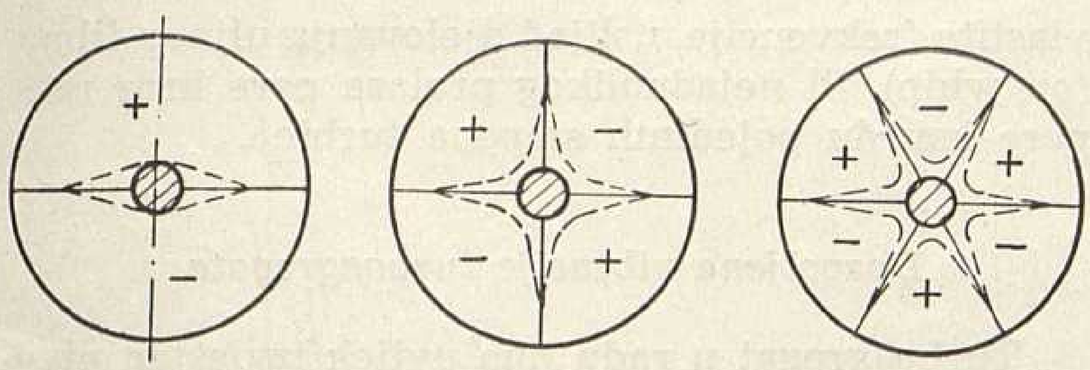
2. Vibracija diskova

Diskovi sa lopaticama čine dinamički sistem, koji ima beskonačan broj načina vibriranja. Disk i lopatice ne mogu se razmatrati svaki odvojeno, već lopatice utječu na vlastite frekvencije diskova i obratno. Vibracije diskova rijetko dovode do loma diska, već te vibracije rezultiraju u lomu lopatica, koje su podvrgnute velikom naprezanju uslijed prisilnih vibracija. Naročito se pažljivo moraju proučavati vibracije diskova zadnjih stepena turbina, zbog toga što su vlastite frekvencije tih diskova u području, gdje mogu biti uzbuđene od uzbudnih sila u turbini, i što su aksijalne vibracije velikih lopatica u području nižih vlastitih frekvencija diskova.

Turbinski disk je navučen na osovinu ili je izrađen u obliku monobloka, čime je njegov centar nepomičan, dok krajevi mogu vibrirati u aksijalnom pravcu. Postoje dva osnovna tipa vibriranja diskova, a to su tzv. vibracije u obliku čvornih dijametara i čvornih krugova. Na slici 5 prikazane su vibracije diskova u obliku čvornih dijametara. Kod tog načina vibriranja u čvornim linijama amplituda je uvijek jednaka nuli, dok se na ostalim mjestima mijenja od nule do ± maksimuma. Oblikom čvornih dijametara nazvane su zbog toga, što čvorna linija uvijek prolazi jednim od dijametara. Vlastite frekvencije oblika čvornih krugova ne mogu se praktički uzbuditi u turbini, te ih u daljnjem razmatranju nećemo spominjati.

Kod diska koji rotira zadržava se isti oblik vibriranja, samo što su vlastite frekvencije više, zbog djelovanja centrifugalnih sila. Dinamičke vlastite frekvencije mogu se izračunati na isti način i za lopatice, tj. formulom (1). Kod diskova koji rotiraju ne vrijedi uvjet da je kod rezonancije, frekvencija uzbudnih sila u turbini, jednaka dinamičkoj vlastitoj frekvenciji diska. To se objašnjava time, što su vibracije u obliku čvornih dijametara, vibracije sa stojnim valovima. Od mjesta uzbude po disku se šire dva vala iste frekvencije i iste amplitude, ali u suprotnom pravcu, koji se susreću u tački dijametralno suprotnoj od tačke uzbude. Nazadujući val može imati istu kutnu brzinu prostiranja, kao što je kutna brzina rotacije diska, te taj val apsolutno miruje i može se uzbuditi koncentriranom silom konstantnog intenziteta, tj. u slučaju kad je

$$f_d = k \cdot n_s \qquad (2)$$



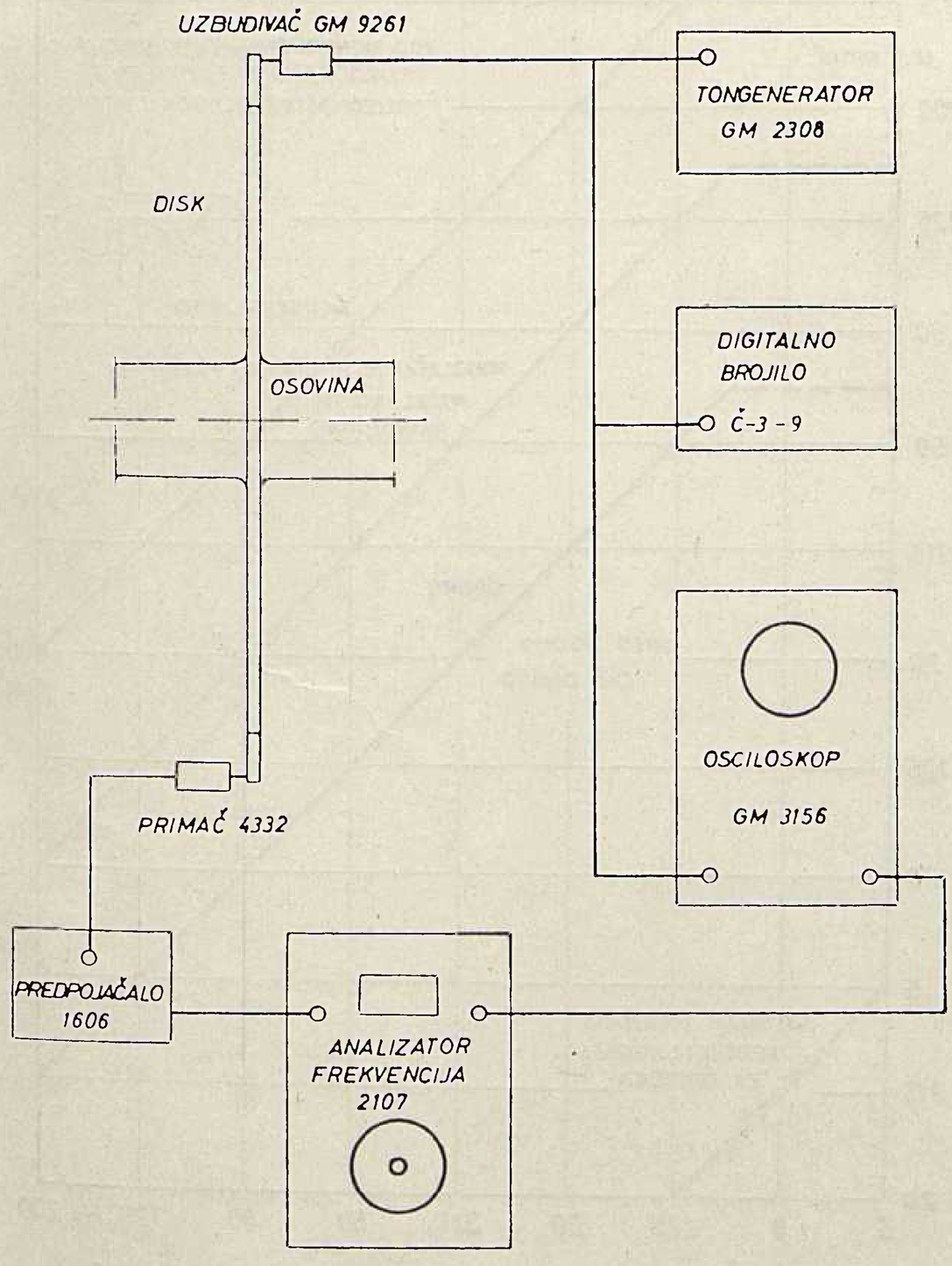
Sl. 5. Vibracije diska u obliku čvornih dijametara (1, 2 i 3)

može doći do rezonancije. Oznake u formuli (2) imaju slijedeće značenje:

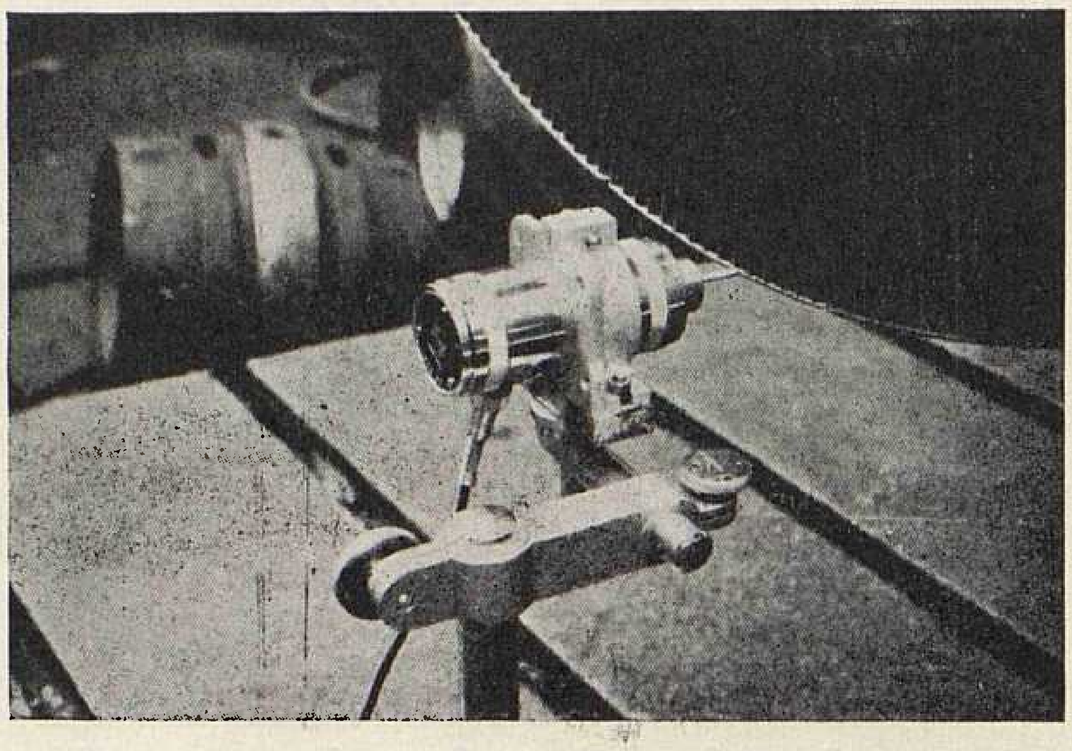
f_d = dinamička vlastita frekvencija diska [s^{-1}]
k = broj čvornih dijametara
n_s = broj okretaja turbine [s^{-1}]

U turbini postoje sile konstantnog intenziteta zbog nejednolikog rasporeda pritiska pare, npr. zbog raspora među polovicama dijafragmi. Zbog toga su zabranjene dinamičke vlastite frekvencije diskova, čija je frekvencija k puta viša od broja okretaja turbine. Ta zabrana odnosi se na frekvencije sa dva do osam čvornih dijametara. Dinamička vlastita frekvencija sa 1 ČD ne može se uzbuditi, budući da je koeficijent B u formuli (1), veći od 1, a frekvencije sa većim brojem ČD imaju male amplitude, tako da se vlastita frekvencija sa 8 ČD smatra posljednjom, čiju rezonanciju treba izbjeći.

Mjerenje statičkih frekvencija diska može se vršiti na isti način, kao i kod mjerenja vibracija lopatica (slika 1 i 2). Budući da je masa diska mnogo veća od mase jedne lopatice, mogu se primijeniti drugi načini uzbude i detekcije vibracije, a da to ne utječe na promjenu vlastite frekvencije. Na slici 6 prikazan je jedan od načina mjerenja, gdje se uzbuđivanje diska vrši pomoću elektrodinamičkog uzbuđivača (slika 7), a detekcija vibracija pomoću seizmičkog primača. Rezultati takvog mjerenja statičkih vlastitih frekvencija prikazani su u dijagramu (slika 8), iz kojeg se vidi, da su diskovi tog dijela turbine potpuno izvan opasnosti od rezonancije, budući da će dinamičke vlastite frekvencije biti još više.



Sl. 6. Shema mjerenja statičkih vibracija diska



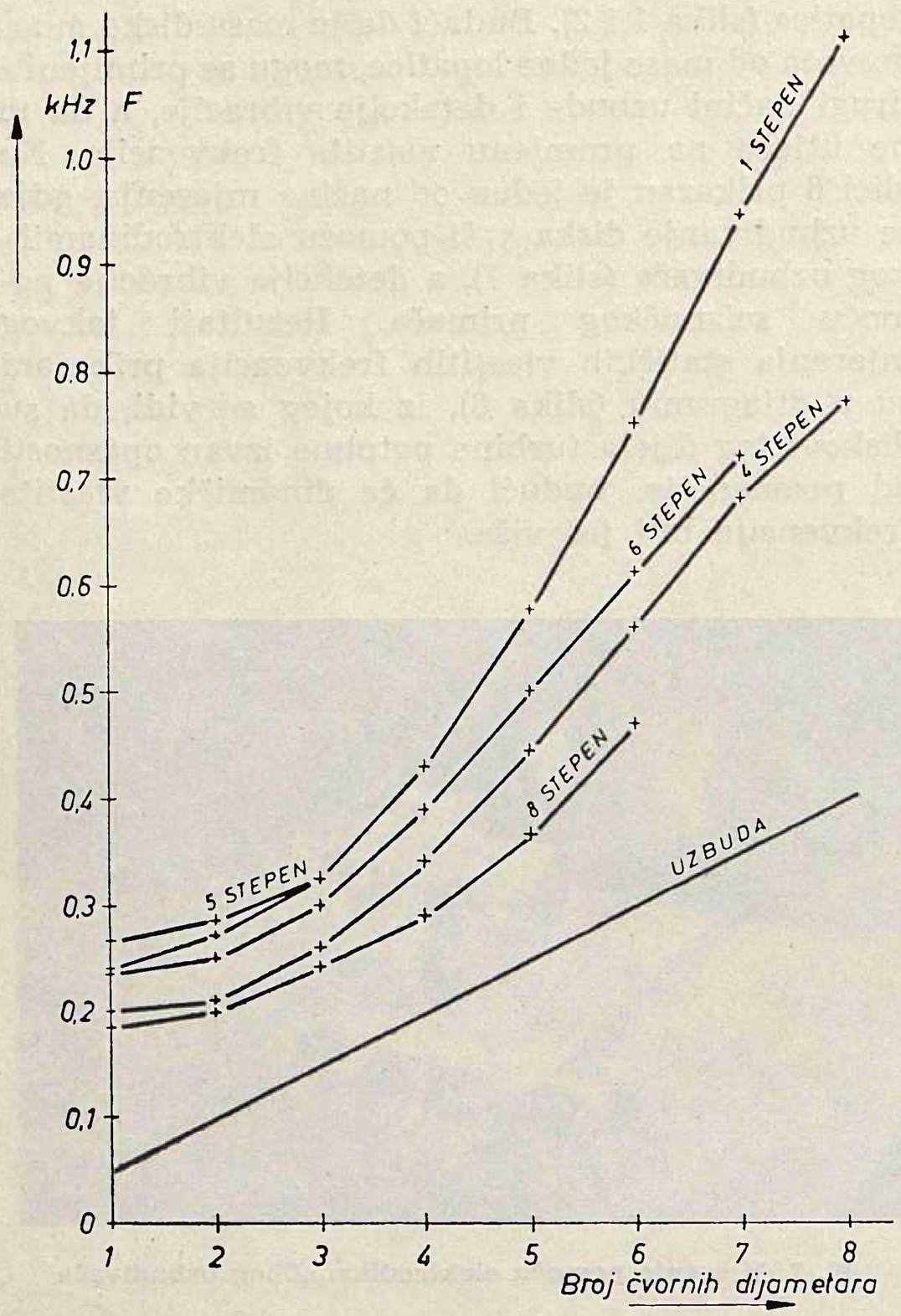
Sl. 7. Mjerenje pomoću elektrodinamičkog uzbuđivača

Dinamičke vlastite frekvencije mjere se na probnim diskovima gdje se uzbuda vrši elektromagnetom konstantnog intenziteta, a detekcija pomoću BaT pločica.

Ako mjerenja pokažu, da bi u radu turbine došlo do opasne rezonancije, skida se sloj materijala sa površine diska, da bi se snizila vlastita frekvencija, ili se skraćuju lopatice, da bi se povisila frekvencija diska.

3. Vibracije rotora i temelja

U prvom približenju može se smatrati da rotori turbine i generatora leže na krutim ležajevima, te se vlastite frekvencije mogu izračunati kao za kontinuirani nosač. Kod toga se može računati s utjecajem uklještenja ležajeva, giroskopskim momentom diskova, utjecajem temperature na modul elastičnosti rotora, ali su svejedno primijećene znatne razlike između mjerenja i proračuna. Ta razlika je nastala uslijed toga, što uljni film u ležajevima i sami nosači ležajeva imaju znatnu elastičnost, koja utječe na vlastite frekvencije rotora. Daljnja istraživanja u tom pravcu pokazala su, da se temelj ne može smatrati kao kruto tijelo i da naročito okvirni temelji imaju znatnu elastičnost i cijeli niz vlastitih frekvencija ispod radnog broja okretaja agregata, te da elastičnost temelja utječe na vlastitu frekvenciju rotora. Izračunavanje ovakovih »vezanih« vlastitih frekvencija klasičnim metodama vrlo je zamorno, ako ne i nemoguće.



Sl. 8. Statičke vlastite frekvencije diskova NT parne turbine 32 MW Kampur

Primjenom elektronskih računala posao je znatno olakšan, ali time problemi nisu sami od sebe riješeni, budući da se proračun vrši sa dosta pretpostavaka, koje se mogu riješiti samo udruživanjem teoretskog, eksperimentalnog i pogonskog istraživanja vibracija turbina.

Rotori turbina mogu se graditi kao »kruti«, tj. takovi čija je prva vlastita frekvencija iznad radnog broja okretaja. Gradnja takovih rotora praktički je moguća kod turbina malih snaga, sa malim razmakom ležajeva i debelom osovinom, te relativno krutim temeljem. »Kruta« izvedba ima tu prednost, što kod upućivanja i zaustavljanja agregata ne dolazi do povećanja amplituda vibracija i što kod takove izvedbe ne dolazi do samouzbudnih vibracija rotora na uljnom filmu. Nedostatak je viša cijena zbog masivnosti gradnje.

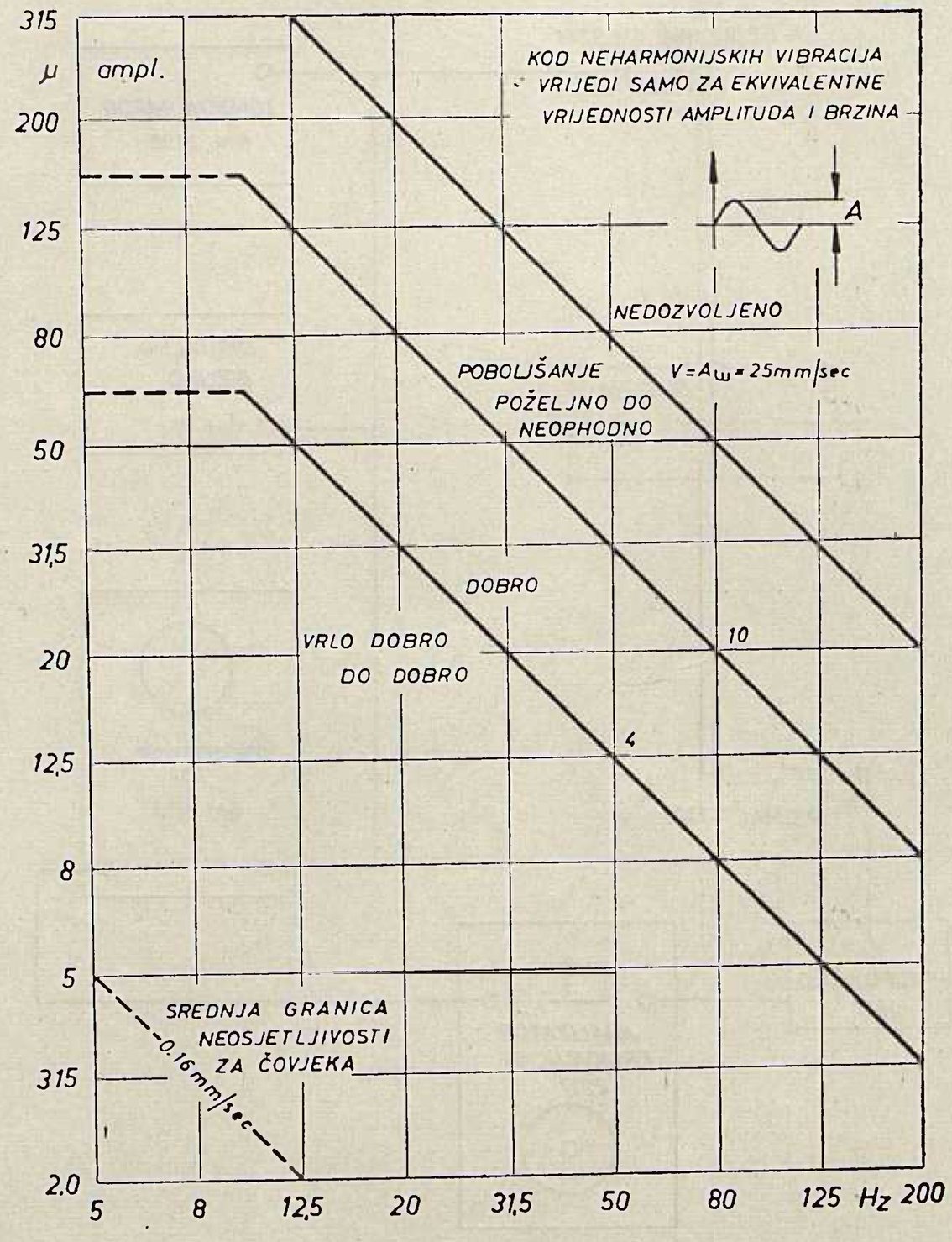
Praktički svi turboagregati srednjih i velikih snaga imaju »meke« osovine, tj. prva vlastita frekvencija, a često i nekoliko najnižih vlastitih frekvencija leži ispod radnog broja okretaja. Prednost takove gradnje je relativna jeftinoća (okvirni armirano-betonski i čelični temelji, tanje osovine, manji gubici pare kroz brtve). Mana je takove konstrukcije, što se kod upućivanja mora paziti da se brzo prolazi kroz kritični broj okretaja i što postoji mogućnost pojave samouzbudnih vibracija, kad broj okretaja turbine prelazi dvostruku vrijednost vlastite frekvencije, uslijed djelovanja uljnog filma (oil whip), ili nejednolikog prolaza pare kroz raspore između pojedinih stepena turbine.

Dozvoljene vibracije turboagregata

Turboagregat u radu ima uvijek izvjestan nivo vibracija. One nastaju uslijed nesavršenosti balansiranja rotora, grešaka montaže, toplinske deformacije rotora ili kod generatora uslijed nesimetričnog magnetskog polja rotora.

Veličina dozvoljenih vibracija uvjetovana je utjecajem vibracija na pravilan rad i oštećenja turboagregata, oštećenja temelja, kao i štetnog utjecaja na osoblje koje nadzire rad turboagregata. Što se tiče oštećenja temelja, opasnost je relativno malena, budući da se temelji dimenzioniraju sa dosta velikim sigurnostima. Tako npr., ako turboagregat kod 3000 o/min ima amplitudu od 30 μ, vibraciono ubrzanje će iznositi cca 0,3 g, što izaziva malena dodatna naprezanja u temelju. Temelj mora biti izoliran od okolne zgrade i drugih temelja, kako ne bi došlo do prenošenja vibracija, koje npr. za zgradu mogu biti opasne.

S problemom utjecaja vibracija na pravilan rad i oštećenja agregata, bave se svi proizvođači turbina i generatora. Pojedine firme i pojedini komiteti za standardizaciju izdali su propise o dozvoljenim vibracijama. Jedan od najnovijih radova na tom području su VDI preporuke br. 2056. Prema



Sl. 9. Dozvoljene vibracije ležaja turboagregata — grupa T

tim preporukama kao osnovica je uzeta vibraciona brzina ležajeva. Turboagregati su podijeljeni u dvije grupe; grupu G za agregate na »krutim« temeljima, i grupu T za agregate na »mekim« temeljima. Ovi posljednji imaju vlastite frekvencije ispod radnog broja okretaja.

Dozvoljene vibracije za grupu T (slika 9) imaju više vrijednosti od grupe G, budući da »meki« temelji imaju veću amplitudu uz istu poremećajnu silu i ista naprezanja. U slučaju kad ležajevi vibriraju mješavinom raznih frekvencija, vrijednosti za brzinu odnose se na ekvivalentnu brzinu, koja se dobiva množenjem efektivne vrijednosti brzine sa $\sqrt{2}$.

Postoje i drugi propisi, kod kojih je kao osnovica uzeta vibraciona amplituda ležajeva ili osovina agregata. Svi ti propisi imaju za cilj osiguranje pravilnog rada turboagregata, kako ne bi došlo do oštećenja ležajeva, kidanja uljnog filma, loma lopatica, štetnog utjecaja na regulaciju itd. Nedostatak im je, što su rađeni na bazi iskustva i statistike i ne mogu se strogo primjenjivati na pojedini agregat.

U svijetu se vrše intenzivna istraživanja o utjecaju vibracija na čovječji organizam. Dobiveni su podaci, da je osjetljivost organizma proporcionalna vibracionoj brzini.

Prema DIN-u 4025 osjetljivost čovjeka prikazana je K — vrijednostima. Na pr.: čovječji organizam može dulje vremena podnositi vibracije u vertikalnom pravcu u iznosu od $K = 3$, što kod frekvencije od 50 Hz iznosi 12 μ. Na turbinskim temeljima se ljudi ne zadržavaju dulje vrijeme već rade sa prekidima, tako da su dozvoljene vrijednosti vibracija cca tri puta više [10].

Uzroci povišenih vibracija turboagregata

Na povišene vibracije turboagregata može utjecati niz faktora, kao što su konstrukcija, montaža i defekti za vrijeme eksploatacije.

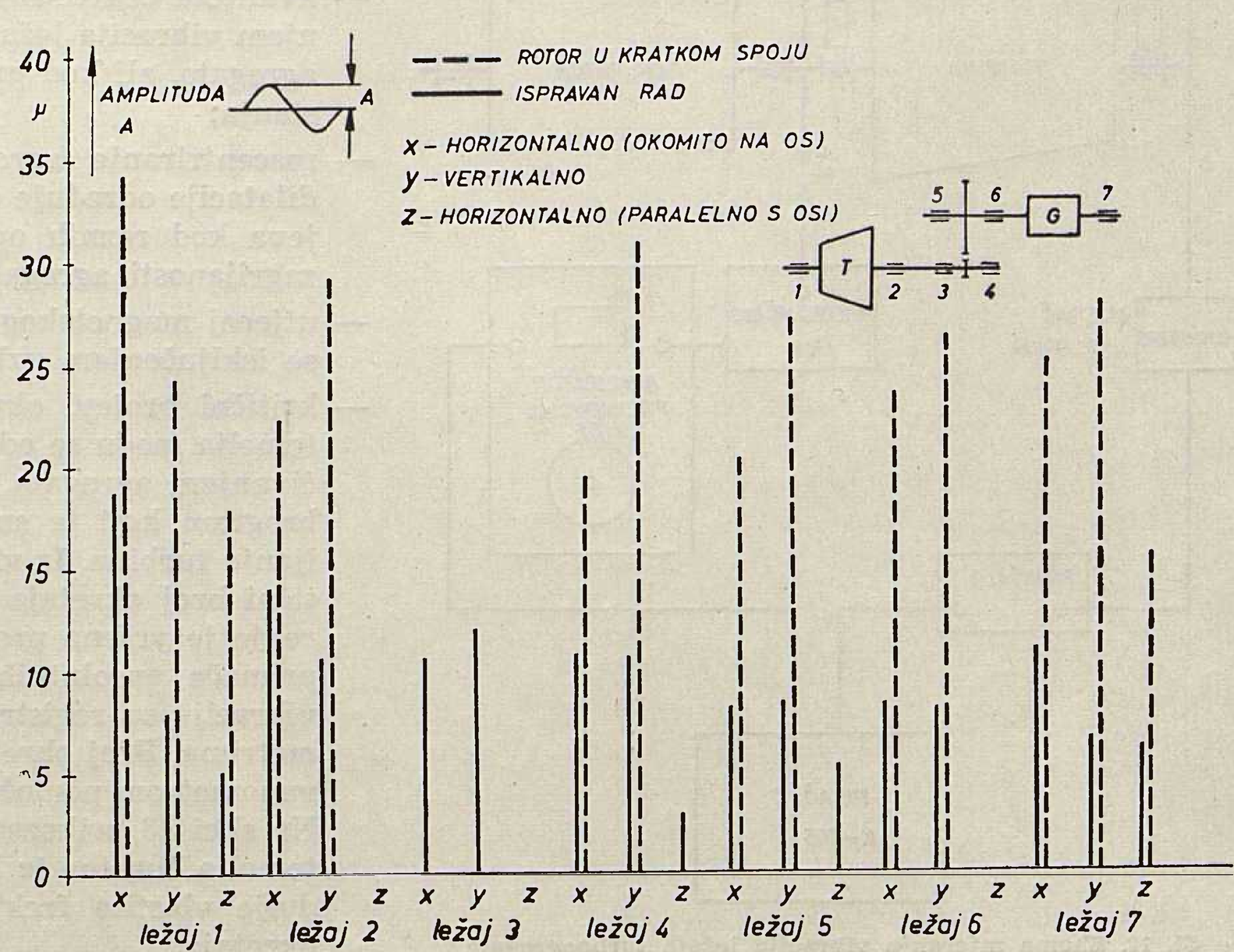
Utjecaj konstrukcije

Povišene vibracije mogu biti posljedica rada agregata u blizini kritičnog broja okretaja rotora, što je posljedica loše konstrukcije osovine odnosno netačnog proračuna. Ovaj uzrok u današnje vrijeme je sve rjeđi, budući da su razrađene metode relativno tačnog proračuna. Drugi uzrok je nedovoljna krutost nosača ležajeva turbina i generatora. Kod toga može vlastita frekvencija ležaja doći u rezonanciju sa uzduhom od rotora. Kod toga se pojave vrlo velike vibracije dotičnog ležaja, što ima za posljedicu povišenje vibracija cijelog sistema.

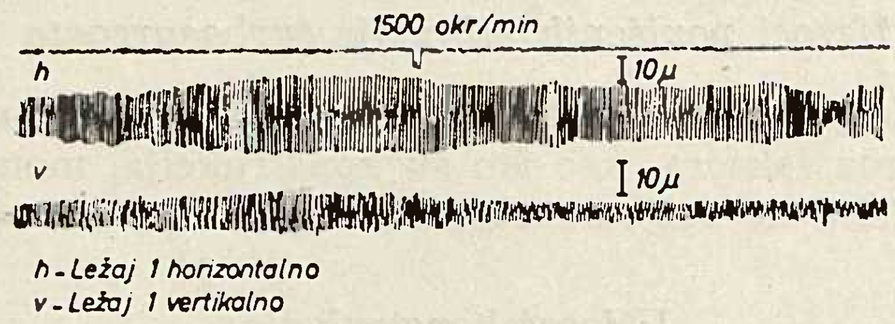
Treći je uzrok u konstrukciji temelja. Kod temelja proračuni vibracija nisu tako sigurni, zbog nepoznavanja tačnih vrijednosti elastičnosti tla, zbog starenja betona kod čega se mijenja modul elastičnosti, stvaranja pukotina i odvajanja armature od betona. Uz to proračuni vibracija najčešće se ne vrše za kompleksan sistem, rotor — ležajevi — temelj, te dolazi do većih ili manjih grešaka. U današnje vrijeme temelji se izvode sve lakši i »mekši«, tako da je amplituda prisilnih vibracija izvan rezonancije već znatna, a postoji i opasnost od lokalnih vibracija elemenata temelja, kao što su konzole ili pojedini okviri.

Utjecaj montaže

Kod montaže novog agregata, a još češće poslije generalnog remonta, može doći do grešaka koje



Sl. 10. Vibracije ležaja turboagregata 400 kW - opterećenje 400 kW - $n_r = 9000\ ^0/_{min}$ — $n_G = 1500\ ^0/_{min}$



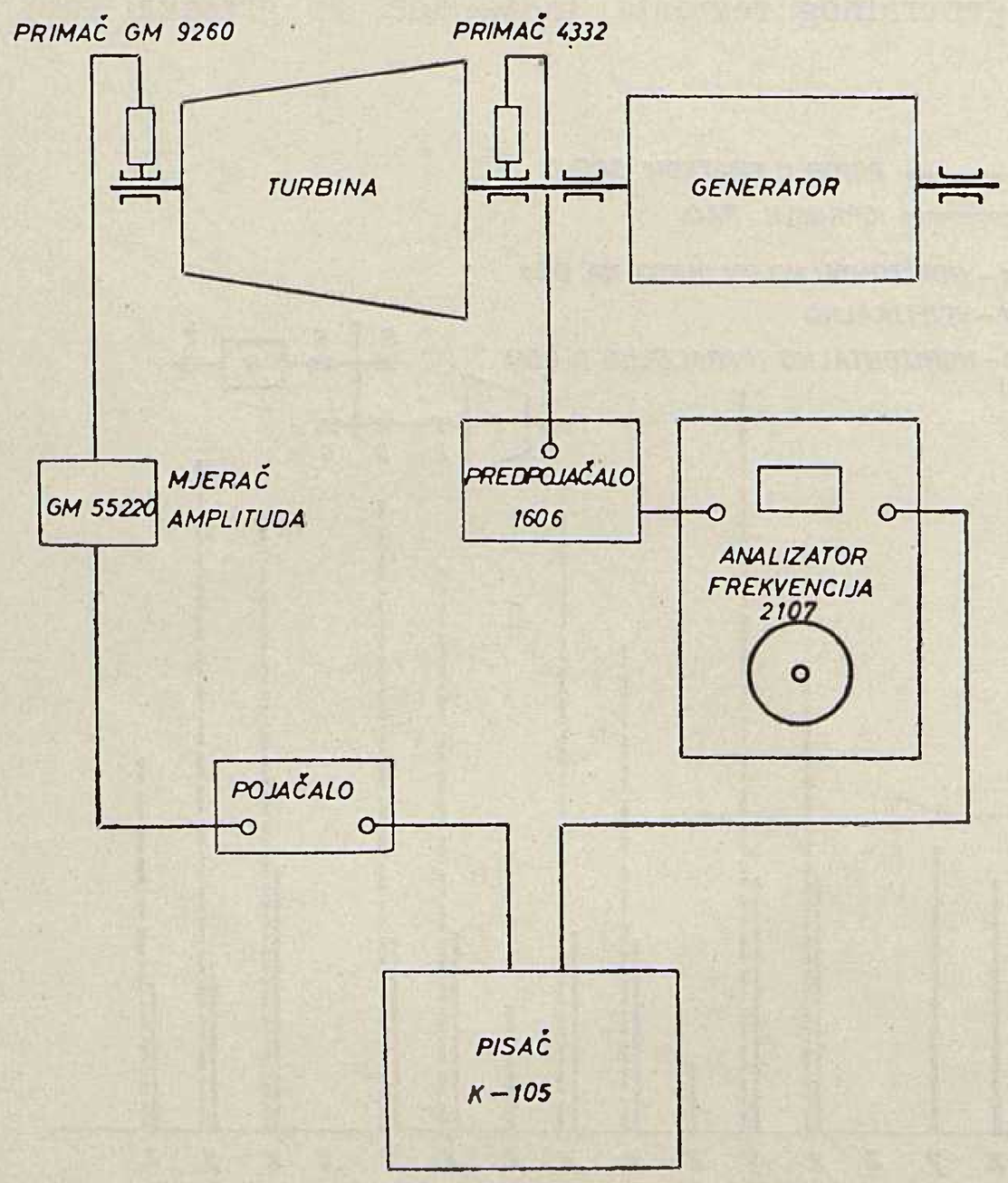
Sl. 11. Vibrogram mjerenja vibracija ležaja turboagregata

uzrokuju povišene vibracije. Ako su za vrijeme remonta vršeni zahvati na rotoru (zamjena lopatica i slično), a rotor poslije toga nije dinamički balansiran, gotovo je sigurno da će doći do povišenih vibracija agregata. Dalje, kod montaže može biti loše izvedeno centriranje ležajeva, koje se u radu može još više povećati uslijed termičkih dilatacija. Loše montirane i centrirane spojke, neispravne zračnosti ležajeva i nasijedanje osovine na labirinte, može isto tako biti uzrok povišenih vibracija.

Defekti u eksploataciji

Za vrijeme eksploatacije uzroci povišenja vibracija mogu biti slijedeći:

— neizbalansiranost rotora uslijed loma pojedinih lopatica, korozije diskova i lopatica, nejednoliko gomilanje kamenca na lopatici, popuštanje steznih spojeva diskova, a kod generatora pomicanje pojedinih namotaja rotora;
— povećanje zračnosti u ležajevima uslijed istrošenja, popuštanje pričvršćenja ležajeva za nosače i temelj;



Sl. 12. Shema mjerenja vibracija ležaja turboagregata

— pojava samouzbudnih vibracija zbog snižavanja temperature ulja, rasterećenja pojedinih ležajeva i povećanja zračnosti u ležajevima;
— deformacije kućišta i temelja, kao i osovina uslijed nepravilnog zagrijavanja i hlađenja agregata;
— magnetska nesimetrija u rotoru generatora, koja nastaje najčešće uslijed kratkog spoja u rotorskim namotajima. Kod toga mogu nastupiti vrlo velike vibracije (slika 10).

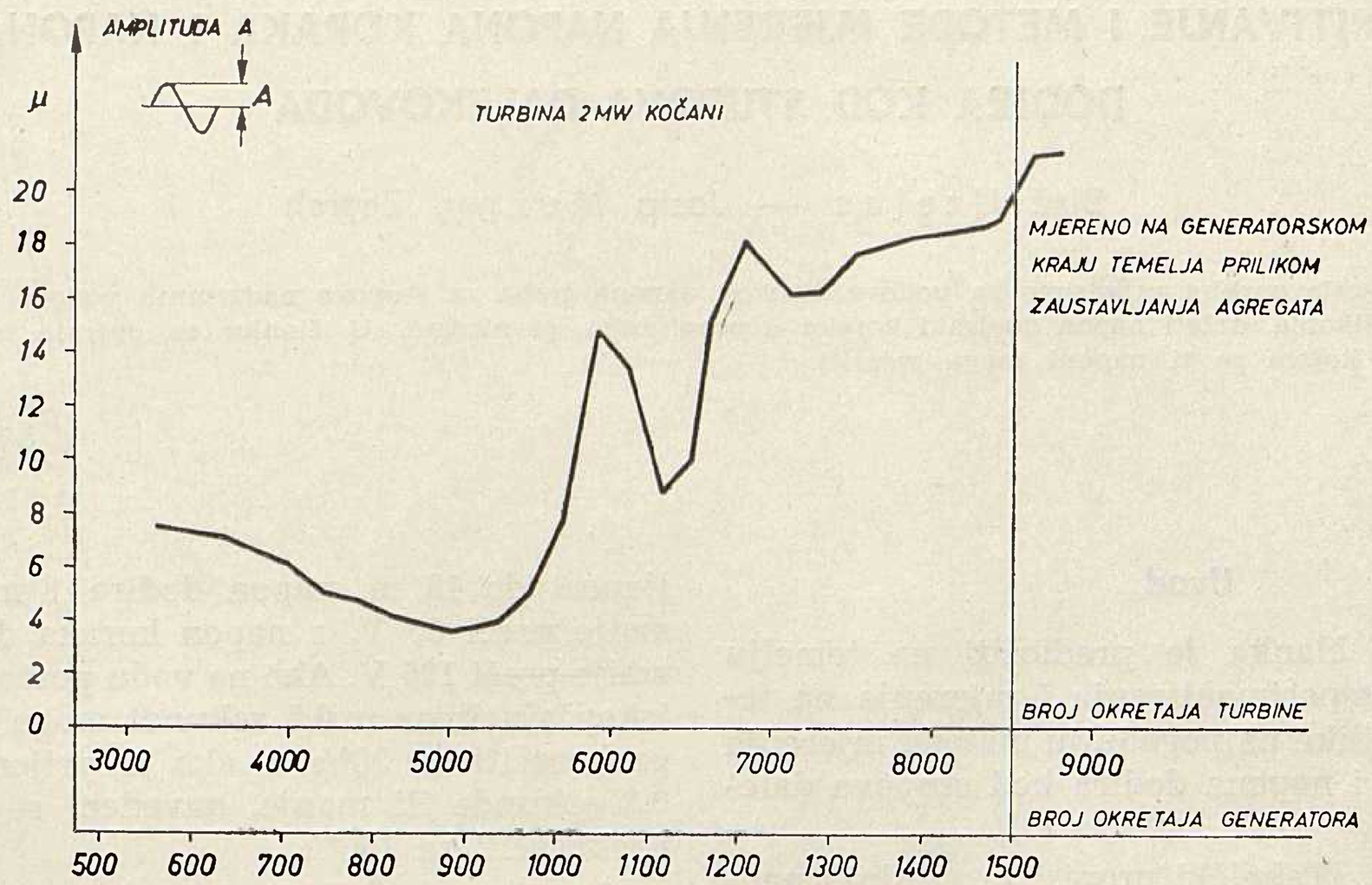
Mjerenje vibracija

Na turboagregatima mjere se vibracije ležajeva, osovina i temelja u svrhu preventivnog određivanja vibracionog nivoa, kako bi se na vrijeme mogla otkriti oštećenja, koja bi mogla dovesti do većih havarija. Drugi je razlog mjerenja otkrivanje uzroka povišenih vibracija, koji već prave smetnje normalnom radu agregata. Kod preventivnog mjerenja vibracija ležajeva, mjere se vibracije na svakom ležaju u tri smjera, najčešće kod punog opterećenja i nominalnog broja okretaja. Ako su vibracije unutar dozvoljenih granica, onda nisu potrebna daljnja ispitivanja.

Ako vibracije ležajeva nisu u dozvoljenim granicama, onda se pravi program ispitivanja kako bi se otkrio uzročnik. U tu svrhu mogu se vibracije mjeriti na ležajevima, slobodnim dijelovima osovina, kućištima i raznim tačkama temelja. Poželjno je raditi sa više primača istovremeno (određivanje faznog kuta), kao i uređajem za zapisivanje vibracija, kako bi se mogla izvršiti analiza vibrograma.

Dobro sastavljenim programom ispitivanja mogu se otkriti pojedini uzročnici, kao npr.:

— kvaliteta centriranja spojki određuje se mjerenjem vibracija ležajeva kod raznih opterećenja agregata, ali kod približno istog temperaturnog stanja;
— rascentriranje agregata uslijed temperaturne dilatacije određuje se mjerenjem vibracija ležajeva kod raznih opterećenja, ali i kod raznih zagrijanosti agregata;
— utjecaj magnetskog polja na vibracije određuje se isključenjem uzbude rotora generatora;
— kritični brojevi okretaja i vlastite frekvencije temelja mogu se odrediti zaustavljanjem i upućivanjem agregata. Na slici 11 prikazan je vibrogram koji je snimljen za vrijeme zaustavljanja turbine. Iz vibrograma se vidi da je kritični broj okretaja rotora na 1570 o/min. Mjerenje je vršeno prema shemi na slici 12, tj. sa primača apsolutnih vibracija, preko pojačala, vibracije su registrirane na pisaču sa galvanometrima. Broj okretaja je zapisivan trećim galvanometrom pomoću mikrosklopke i tahometra. Na slici 13 prikazane su horizontalne vibracije temelja turbine iz kojih se vidi da temelj ima dvije vlastite frekvencije ispod radnog broja okretaja.



Sl. 13. Horizontalne vibracije temelja turbine

Gornja razmatranja pokazuju, da uzrok nemirnog rada turboagregata nije jedino neizbalansiranost rotora, već da uzrokom može biti cijeli niz faktora. Zbog toga je korisno da se prije generalnog remonta izvrše kompletna vibraciona ispitivanja, kako bi se za vrijeme stajanja agregata mogla izvršiti sva potrebna poboljšanja.

Literatura

[1] D. Hartog: *Mehaničeskie kolebanija* Fizmatgiz, Moskva 1960

[2] Žitomirski: *Mehaničeskie kolebanija i praktika ih ustranenija* Mašinostroenie, Moskva 1966

[3] Reeman, Luck: *Turbine Blade and Wheel Vibration* G. E. C. Journal, October 1951.

[4] Cave, Luck, Mitchell: *Vibration Properties of Blades for 500 MW Turbines* G.E.C. Journal, Vol. 30 No. 1 1963.

[5] Luck: *Blade Vibration Measurements on rotating turbine wheels* G.E.C. Journal, Vol 29 No. 2 1963.

[6] Usmeni podaci dobiveni od g. Cave-a iz G.E.C. of England

[7] Papčenko: *Vibracionnaja pročnost lopatok turbin* Mašgiz, Moskva 1959.

[8] Traupel: *Teplovie turbomašini,* Tom II Gosenergoizdat, Moskva 1963.

[9] Runov: *Uravnovešivanie turboagregatov na elektrostancijah* Gosenergoizdat, Moskva 1963.

[10] Rausch: *Maschinenfundamente* VDI-Verlag, Düsseldorf 1959.

[11] Federn: *Erfahrungswerte, Richtlinien und Gütemasstäbe für die Beurteilung von Maschinenschwingungen* Konstruktion, Heft 8, 1958.

[12] *Messung mechanischer Schwingungen* VDI Richtlinien 205 — 210, Oktober 1956.

[13] *Beurteilung der Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen* VDI Richtlinien 2057 VDI Verlag GmbH, Düsseldorf 1963.

Naslov pisca: Mirko Butković, dipl. ing. Jugoturbina. Karlovac

ISPITIVANJE I METODE MJERENJA NAPONA KORAKA I NAPONA DODIRA KOD STUPOVA DALEKOVODA

Blaž Uzelac — Josip Mužny, Zagreb

Prema jugoslavenskim propisima za vodove visokog napona treba za stupove nadzemnih vodova, u određenim prilikama, držati napon dodira i koraka u propisanim granicama. U članku se opisuje metoda i aparatura kojom se ti naponi mogu mjeriti.

DK 621.317.75

Uvod

Svrha ovog članka je predložiti na temelju proučavanja, eksperimentiranja i mjerenja na terenu za naše prilike najpogodniju metodu mjerenja napona koraka i napona dodira kod stupova dalekovoda.

Naši, naime, »Tehnički propisi za gradnju nadzemnih vodova jake struje« (Dodatak Službenog lista SFRJ broj 24 od 15. lipnja 1960) zahtijevaju radi sigurnosti ljudi, da u slučaju kvara na vodu ne nastupe opasni naponi dodira i koraka, koji bi mogli ugroziti život ili zdravlje ljudi. Slične propise imaju i druge kulturne države, bilo vlastite, bilo da primjenjuju propise drugih država.

Kod proučavanja i rješavanja ovog problema pokazalo se poželjnim predložiti ne samo metodu mjerenja nego i najpodesniju aparaturu za tu svrhu, pa je prema prijedlogu i opisu u ovom članku u Laboratoriju za visoki napon i jaku struju Instituta za elektroprivredu u Zagrebu izrađen prototip aparature, koja za ta mjerenja potpuno zadovoljava, te će se uspješno moći primjenjivati.

Metode mjerenja napona koraka i napona dodira

Kod kvara na izolaciji dalekovoda može se dogoditi da naponi koraka odnosno naponi dodira postignu takove veličine, koje mogu biti opasne za ljude, koji se nalaze u blizini stupova, pa je radi sigurnosti potrebno poznavati veličine napona koraka i dodira, koji se u takvim slučajevima pojavljuju. Radi toga je neophodno potrebno na izgrađenim dalekovodima obaviti mjerenja, na osnovu kojih se onda može ustanoviti, kakovi će naponi koraka i dodira biti u slučaju kvara tj. dozemnog spoja.

Prema propisima otpor uzemljenja stupa dalekovoda mora zbog sigurnosti ljudi biti takav, da kod prolaza struje, koja teče na mjestu dozemnog spoja, napon na uzemljivaču ne smije u načelu biti veći od 125 V. U izvjesnim slučajevima u kruto uzemljenim mrežama zbog teškoća kod izvedbe uzemljenja dozvoljava se napon na uzemljivaču i veći od 125 V, ali napon koraka i dodira ne smije ugrožavati ljude.

Po našim propisima napon dodira ne smije biti viši od 65 V, a u kruto uzemljenim mrežama, ako su stupovi u naseljenim mjestima, na poljoprivrednim površinama, uz prometne putove na udaljenost do 15 m, napon dodira 1 m od stupa ne smije preći 65 V, a napon koraka dužine 1 m ne smije preći 125 V. Ako na vodu postoje uređaji koji iskopčaju kvar u 0,5 sekundi mogu se ovi naponi prekoračiti za 50%, a ako je vrijeme iskopčanja 0,2 sekunde ili manje, navedeni se naponi mogu prekoračiti za 100%.

Iz svega ovoga se vidi, da je neophodno potrebno poznavati napone koraka i dodira.

Nadalje se ne smije možda ograničiti samo na mjerenje otpora uzemljenja odnosno na napon uzemljivača, jer se zbog oblika uzemljivača i načina izvedbe te vrste tla može dogoditi, da je kod uzemljivača s većim otporom uzemljenja, odnosno većim naponom uzemljivača, napon dodira ili koraka manji, nego kod uzemljivača s manjim otporom i obratno.

Metoda mjerenja napona koraka i napona dodira sastoji se u tome, da se mjeri napon između mjernih elektroda.

Voltmetar za takova mjerenja mora imati dovoljno velik unutarnji otpor, da očitanja ne utječu na rezultate mjerenja. Mjerne elektrode trebaju imati površinu od 200 cm^2 i trebaju biti pritisnute na tlo teretom ne manjim od 25 kp. Kod mjerenja napona koraka trebaju elektrode biti postavljene u međusobnoj udaljenosti od 1 m, a kod mjerenja dodirnog napona trebaju biti jedna uz drugu i paralelno spojene, te udaljene od mjesta dodira stupa 1 m mjereći udaljenost horizontalno.

Ova metoda uzeta je prema propisima VDE 0141/6.61, jer je u skladu s našim propisima, a sam način mjerenja u našim propisima ne postoji.

Kod mjerenja napona koraka i dodira vrlo je korisno zbog kritičnih tačaka na mjernoj površini te olakšanja i uspješnosti rada poznavati oblik, izvedbu i dimenzije uzemljivača.

Po propisima uzemljivači moraju imati na pristupačnom mjestu iznad temelja stupa, tzv. mjerne spojeve kojima je spojen uzemljivač s metalnim dijelovima stupa. Ovi spojevi služe, da se uzemljivač može otpojiti radi mjerenja na njemu.

Da se pak može ustanoviti, koliki će biti naponi koraka i naponi dodira kod kvara na izolaciji dalekovoda, tj. da se može zaključiti, da li zadovoljavaju propise, prikazat ćemo metodu rada, koja je za rješenje tog zadatka najprikladnija, a koja se sastoji u tome, da se:

a) ustanovi struja, koja će kod kvara na izolaciji dalekovoda, tj. kod dozemnog spoja na stupu dalekovoda, teći u to vrijeme kroz uzemljivač toga stupa;
b) izmjere naponi koraka i naponi dodira na stupu dalekovoda s pomoću podesne aparature i kod male struje, koja je potrebna za pravilno očitavanje tih napona.

Na osnovu toga dobije se:

$$U_{ks} = U_{km} \cdot \frac{I_s}{I_m} \qquad (1)$$

$$U_{ds} = U_{dm} \cdot \frac{I_s}{I_m} \qquad (2)$$

gdje je:

U_{ks} — stvarni napon koraka kod kvara na izolatorima stupa
U_{ds} — stvarni napon dodira kod kvara na izolatorima stupa
I_s — stvarna struja, koja kod kvara na izolatorima stupa protječe kroz njegov uzemljivač
I_m — struja, koja je protjecala kroz uzemljivač stupa u vrijeme mjerenja napona koraka ili napona dodira
U_{km} — izmjereni napon koraka kod struje I_m
U_{dm} — izmjereni napon dodira kod struje I_m

Da se ustanovi struja I_s potrebno je izmjeriti otpore uzemljenja svih stupova dalekovoda, a kod dalekovoda sa zaštitnim užetom izmjeriti (ili izračunati) otpore zaštitnog užeta između pojedinih stupova. Iz ovih podataka odredit će se struj I_s za svaki pojedini stup. To je najjednostavnije izmjeriti na analizatoru.*

Mjerenje napona koraka i napona dodira najjednostavnije će se izvesti na taj način, da se rastave mjerni spojevi na jednom odnosno na dvama susjednim stupovima prema tome, da li dalekovod ima zaštitno uže ili nema, te između njih narine napon, koji će kroz uzemljivače dati struju I_m dovoljne veličine za pravilna mjerenja.

Za razliku od mjerenja napona koraka i dodira npr. u elektranama i transformatorskim stanicama, kod stupova dalekovoda poteškoća je u tome, da ne stoji na raspolaganju napon, potreban za mjerenja. Zato će se ovdje morati upotrebiti prijenosni agregat (benzinski), čiji će se napon moći regulirati, da se u zavisnosti od otpora uzemljenja stupova može postići potrebna struja I_m.

Opis mjerne aparature i postupak mjerenja

Aparatura za mjerenje napona dodira i koraka na stupovima dalekovoda mora imati slijedeća svojstva: zadovoljavajuću tačnost (barem ± 2,5%), veliki unutarnji otpor (min. 1 MΩ), male dimenzije, malu težinu, neovisnost o vanjskim izvorima energije napajanja, pouzdanost u radu i jednostavnost rukovanja. S obzirom na veliki unutarnji otpor mjerenja će se jedino uspješno moći provoditi cijevnim voltmetrom. Zahtijevana tačnost eliminirala je mogućnost primjene tranzistora, čime je znatno otežano postizavanje malih dimenzija i težine. Zato je rješenje potraženo u jednostavnim elektronskim sklopovima i u tom pravcu izvršen je niz eksperimenata.

Prema prije rečenom vidimo da napone koraka i dodira mjerimo uz struju I_m koja je znatno manja od struje kvara I_s. Na osnovu toga možemo odrediti minimalni napon koji moramo mjeriti:

$$\frac{I_s}{I_m} = \frac{65\ V}{u_{min}} \quad \text{odnosno} \quad u_{min} = 65 \cdot \frac{I_m}{I_s}$$

Budući da u našim mrežama struje kvarova, koje se zatvaraju kroz zemlju, ne prelaze 15000 A, to za struju mjerenja od samo 10 A proizlazi:

$$u_{min} = 0{,}0433$$

Radi sigurnijeg očitanja odabrano je $u_{min} = 0{,}03$ V.

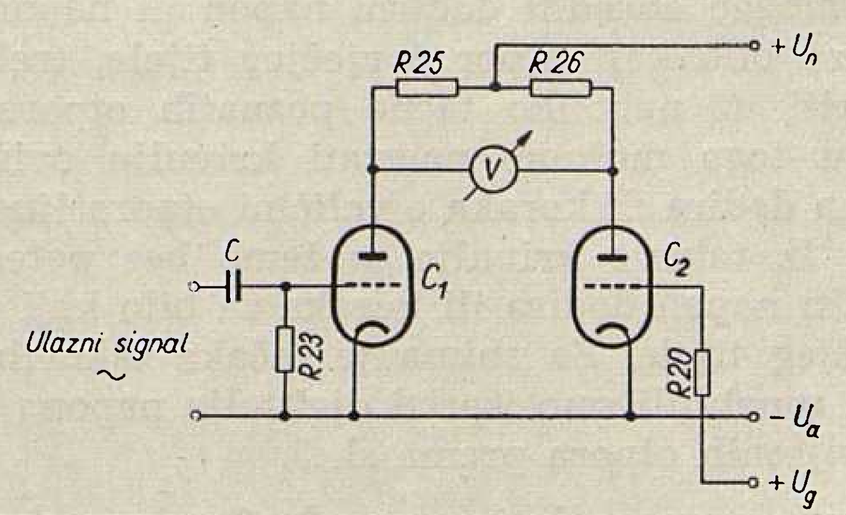
Prema propisima maksimalni dozvoljeni napon koraka (pod određenim uvjetima) je 250 V. Kako je u izvjesnim slučajevima moguće postići da je $I_m = I_s$, a da bi se ustanovila visina napona koraka i na loše izvedenim uzemljivačima, odabran je maksimalno izmjeriv napon $u_{max} = 500$ V.

Nakon utvrđivanja minimalnog i maksimalnog mjernog napona određena su mjerna područja, kod čega je vođeno računa da se susjedna mjerna područja međusobno dovoljno preklapaju. Na osnovu toga odabrana su slijedeća mjerna područja:

0,25 *V*, 1 *V*, 2,5 *V*, 10 *V*, 25 *V*, 100 *V*, 250 *V* i 500 *V*

Kod izbora elektronskih cijevi za voltmetar vođeno je prvenstveno računa o tome, da imaju što niži anodni napon i što manju struju grijanja, kako bi izvor napajanja mogao biti što manjih dimenzija i što lakši. Kod toga treba napomenuti, da je odlučujući faktor o izboru elektronki bila mogućnost nabave. S obzirom na izloženo, izbor je pao na elektronsku cijev DF 96. To je direktno grijana pentoda koja ima struju grijanja 25 mA i anodni napon 45 V uz maksimalnu anodnu struju 1 mA, te u pogledu izvora napajanja zadovoljava naše zahtjeve.

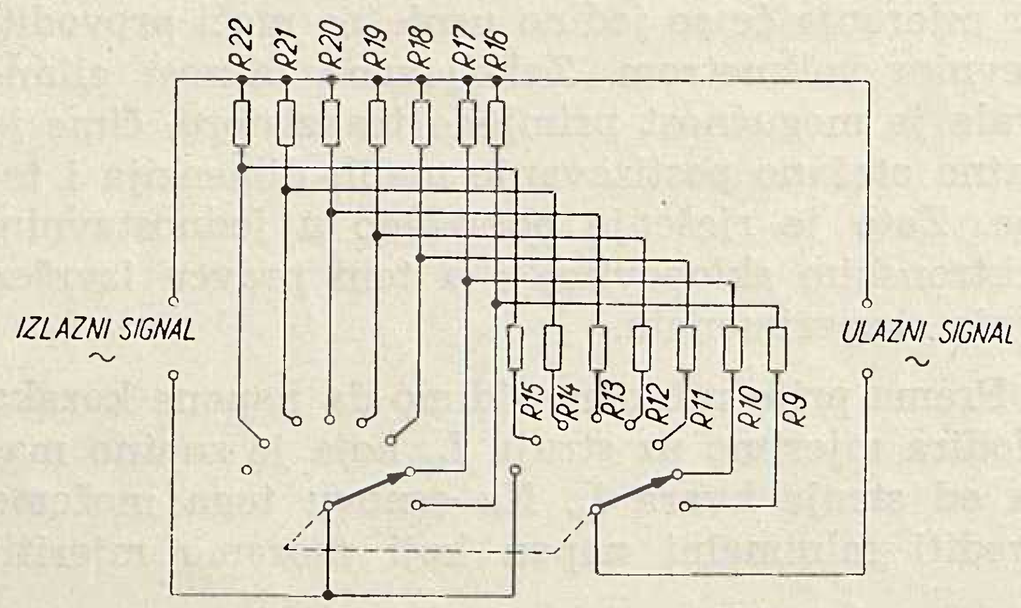
Prilikom izbora sheme cijevnog voltmetra moralo se voditi računa da bude što jednostavnija i



Sl. 1. Principijelna shema cijevnog voltmetra

* O računanju struja dozemnog spoja kroz stupove sa zaštitnim užetom vidi članak B. Markovčić: *Uloga zaštitnog užeta kod dozemnog spoja na dalekovodima* 110 kV i 220 kV; ENERGIJA 1964, br. 3—4.

Sl. 2. Djelitelj napona



sa što manje sastavnih dijelova, kako bi se i na taj način postigle što manje dimenzije i težina aparature.

S druge pak strane moralo se zadovoljiti zahtjeve za velikom tačnošću (± 2,5%), da se mogu mjeriti dovoljno niski naponi (0,03 V) i da se postigne velika stabilnost nultog položaja na svim mjernim područjima.

Eksperimenti su provedeni na nizu spojeva te je ustanovljeno da spoj prema sl. 1 u najvećoj mjeri zadovoljava ove zahtjeve. Vidimo da je to mosni spoj u kome elektronske cijevi C 1 i C 2 predstavljaju prve dvije grane, a otpori R 25 i R 26 druge dvije grane. Kada se na upravljačku rešetku cijevi C 1 ne dovodi nikakav signal, ravnoteža mosta postiže se mijenjanjem prednapona upravljačke rešetke cijevi C 2. Time se ujedno udešava nulti položaj voltmetra.

Dovođenjem signala na upravljačku rešetku cijevi C 1 remeti se ravnoteža mosta, te voltmetar dobiva otklon. Veličina otklona voltmetra proporcionalna je naponu ulaznog signala.

Spojem prema sl. 1 moguće je mjeriti napone od 0,03 V do 0,25 V. Da bi se obuhvatila i ostala mjerna područja potrebno je više napone od 0,25 V dovoditi do upravljačke rešetke cijevi C 1 preko djelitelja napona prema sl. 2. Na taj način dobivamo cijevni voltmetar sposoban za mjerenje napona od 0,03 V do 500 V, čiji unutarnji otpor nije ni na jednom mjernom području manji od 1 M Ω.

Za mjerenje napona dodira i napona koraka potreban je nadomjesni otpor čovječjeg tijela (ruka-noge ili ruka-ruka). Veličina tog otpora je individualna i kreće se normalno do cca 3 k Ω. Da bi se mogao odrediti dodirni napon ili napon koraka za bilo koji otpor čovječjeg tijela, treba ih izmjeriti uz nekoliko tačno poznatih otpora. Na osnovu toga možemo nacrtati krivulju ovisnosti napona dodira ili koraka o veličini otpora ljudskog tijela. Iz takove krivulje možemo bez poteškoća odrediti napon dodira ili koraka za bilo koji otpor čovječjeg tijela. Za snimanje tačaka takovih krivulja, umetnuli smo ispred djelitelja napona birač nadomjesnih otpora prema sl. 3.

Prema tome sada imamo određene sve osnovne dijelove aparature te možemo dati konkretno rješenje. Shema kompletne aparature (izrađene u Laboratoriju za visoki napon i jaku struju) nalazi se na sl. 4.

Na stezaljke »noga«, »noga« i »ruka« priključuju se elektrode. Preklopkom P1 prilagođava se aparatura za mjerenje napona dodira ili napona koraka.

Preklopkom P4 odabire se prema potrebi područje mjerenja napona. Prekidačem P3 uključuje se struja grijanja i anodni napon. Struja grijanja udešava se promjenljivim otporom R24 na 25 mA. Anodni napon kontrolira se voltmetrom prebacivanjem preklopke P2 na položaj »U_a«, i udešava promjenljivim otpornikom R29 na 40 V. Nakon toga se preklopka P2 prebacuje u položaj »V«, a potenciometrom R32 udešava se nulti položaj. Time je aparatura pripremljena za mjerenja. Preklopka P3 u položaju »1« isključuje anodni napon i struju grijanja, a uz to na kratko spaja voltmetar »V«, čime se postiže kočenje njegovog sistema i sprečavaju udarci kazaljke kod transporta aparature. Elektronske cijevi smještene su na elastične nosače te je time cijela aparatura postala otpornija na udarac.

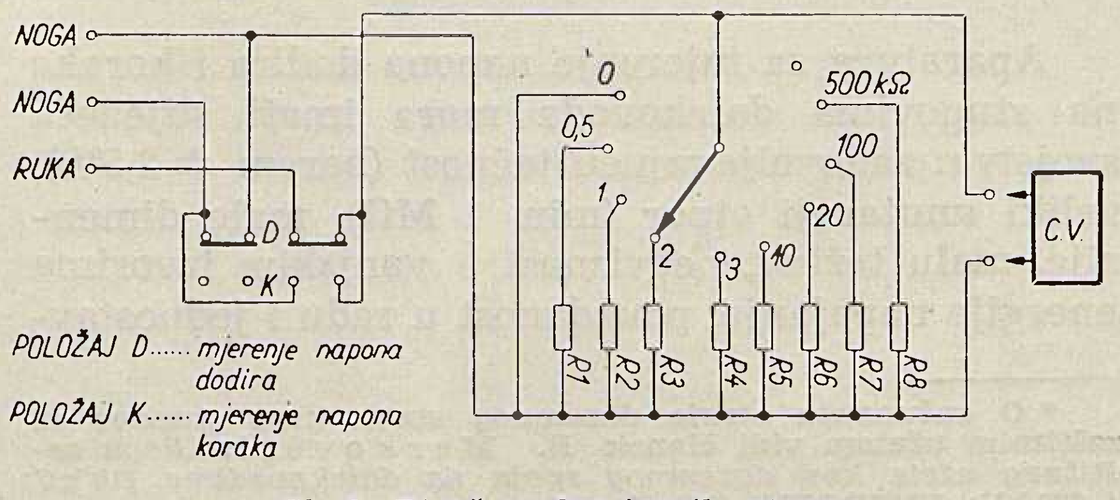
Aparatura je smještena u drvenu kutiju, a prilikom mjerenja pomoću dva remena objesi se na ramena tako, da stoji horizontalno u visini pojasa.

Spajanje elektroda na mjernu aparaturu vrši se oklopljenim vodovima da bi se eliminirali strani utjecaji, koji naročito kod snimanja ekvipotencijalnih krivulja, mogu bitno utjecati na rezultate mjerenja.

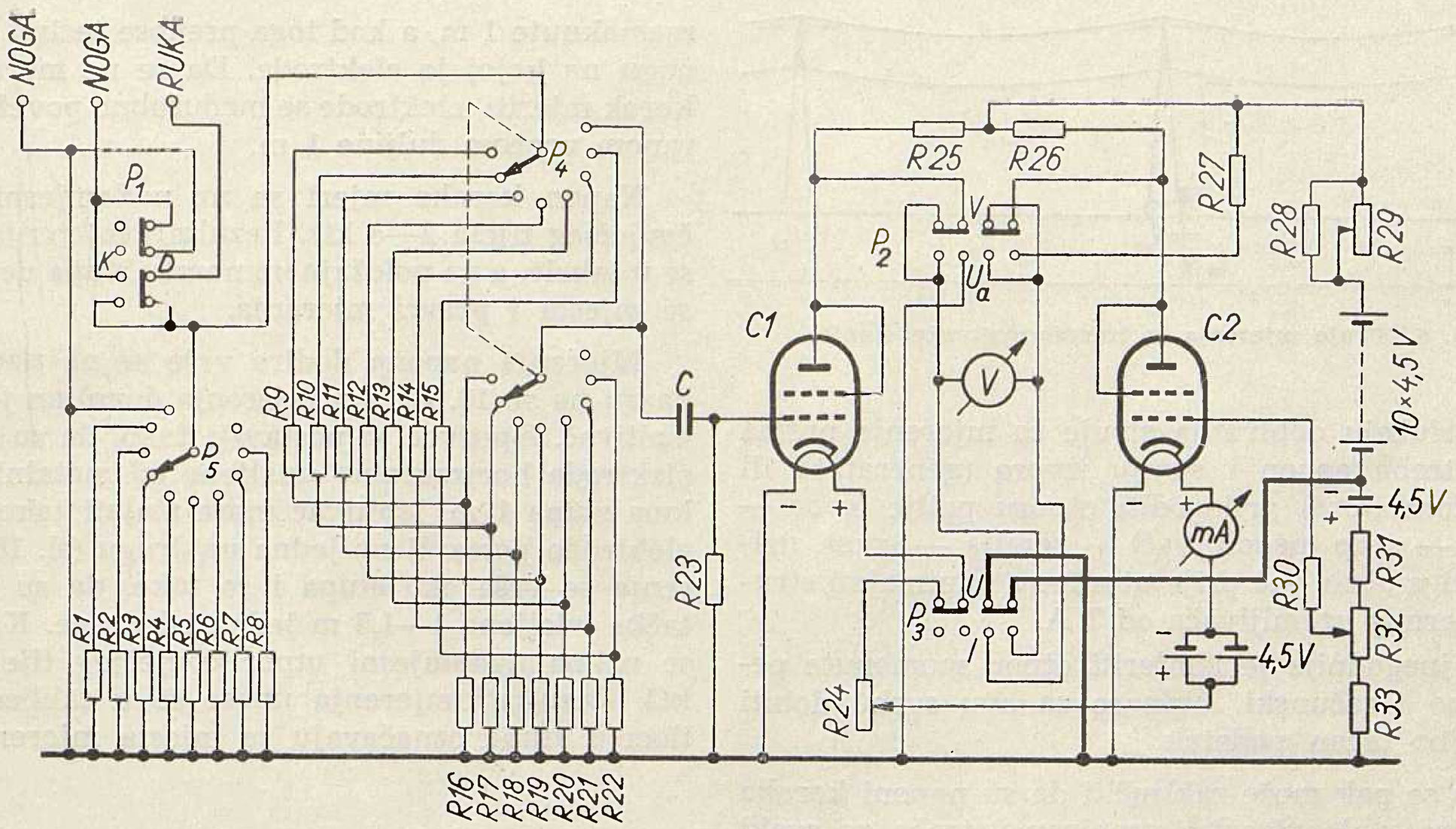
Osim ranije opisane aparature potrebne su još i mjerne elektrode. Za mjerenje napona koraka potrebne su mjerne metalne elektrode površine 200 cm². One su izrađene od bakra. Elektrode se privežu na gumene čizme koje obavezno mora nositi osoba koja vrši mjerenja, kako bi se osigurala od pojave visokih napona koraka. Za mjerenje napona dodira potrebna je još posebna elektroda.

Mjerenja ekvipotencijalnih krivulja zahtijevaju velike duljine spojnog voda te se pokazalo praktično da se na mjernu elektrodu ugradi bubanj za namatanje kabela. Kod mjernih dodirnih napona i ekvipotencijalnih krivulja, osoba koja drži mjerne elektrode mora obavezno nositi gumene rukavice za električare (ispitni napon 20 000 V).

Za mjerenje napona koraka i dodira mora se osigurati da kroz uzemljivač, oko kojega se vrše



Sl. 3. Birač nadomjesnih otpora



Sl. 4. Principijelna shema uređaja

mjerenja, protječe struja I_m. Ona mora biti dovoljno velika u odnosu na stvarnu struju kvara I_s i s obzirom na minimalno mogući mjerni napon u odnosu na najmanji dozvoljeni napon koraka ili dodira.

$$\frac{65\ V}{0{,}03} \geqslant \frac{I_s}{I_m} \qquad \text{ili} \qquad I_m \geqslant I_s \cdot \frac{0{,}03}{65}$$

Kako I_s neće biti veće od 15 000 A to imamo minimalnu struju mjerenja:

$$I_m \geqslant 15000 \frac{0{,}03}{65} \doteq 7\ \text{A}$$

Struju mjerenja možemo postići na dva načina:

a) S pomoću agregata (benzinski motor — jednofazni generator) prema sl. 5. U ovom slučaju struja mjerenja se zatvara kroz ispitivano uzemljenje i preko zaštitnog užeta kroz sva ostala spojena uzemljenja. Prilikom ovog načina mjerenja dalekovod može biti u normalnom pogonu.

b) S pomoću pogonskog transformatora ili generatora u transformatorskoj stanici ili elektrani (sl. 6). U ovom slučaju dalekovod mora biti za vrijeme mjerenja stavljen izvan pogona. Izvor struje mjerenja uključuje se između faznih vodiča dalekovoda i uzemljivača transformatorske stanice ili elektrane. Na stupu na kome se vrše mjerenja odvoji se uzemljenje (na mjernom spoju) i priključi na fazni vodič dalekovoda.

Da bi se postigla dovoljno velika struja mjerenja mora njen izvor imati dovoljno visok napon. Da bismo odredili potrebnu visinu napona izvora trebamo znati otpore uzemljenja stupova dalekovoda.

S obzirom na povratni preskočni napon kod udara groma, otpor uzemljenja stupa dalekovoda nazivnog napona 220 kV, ne smije biti veći od 30 Ω, a kod stupova dalekovoda nižeg napona treba biti još manji. Prema tome, ako izvor struje mjerenja dimenzioniramo za dalekovode 220 kV to će on zadovoljavati i za sve ostale slučajeve.

Pretpostavimo za ovo razmatranje najnepovoljniji slučaj, da dalekovod nema zaštitnog užeta, te da smo napon narinuli između uzemljivača dvaju stupova. U ovom će se slučaju strujni krug zatvarati kroz dva uzemljivača i mjerni vodič.

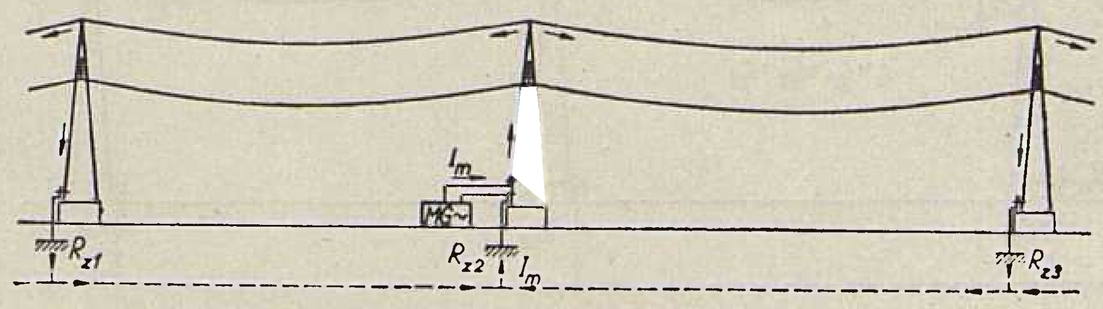
Uz pretpostavku, da svaki uzemljivač ima maksimalni dozvoljeni otpor od 30 Ω te zanemarivši otpor mjernog vodiča dobivamo potrebni napon izvora:

$$7 \cdot (30 + 30) = 420\ \text{V}$$

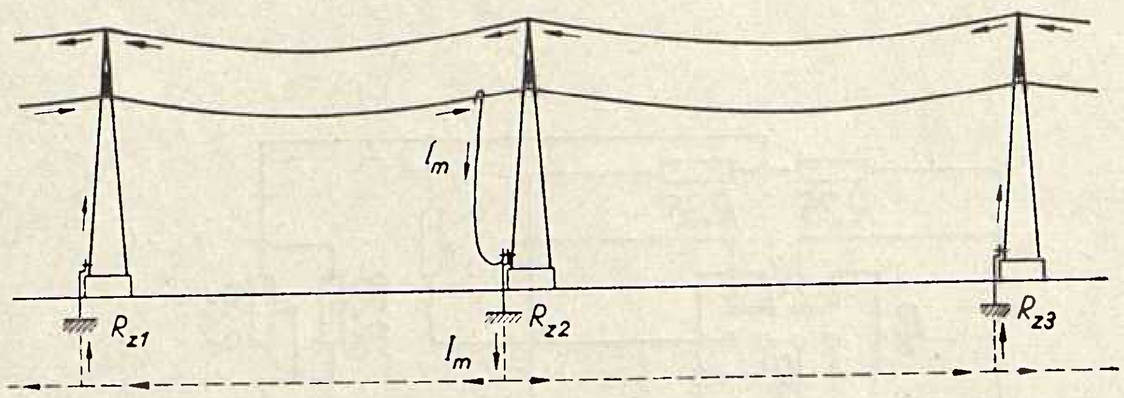
Uzevši izvjesnu toleranciju s obzirom na veličinu otpora, odabrat ćemo napon izvora struje mjerenja:

$$500\ \text{V}$$

Prema tome generator pomoćnog agregata mora biti snage 5 kW (500 V i 10 A). Generator je jednofazni s regulacijom napona od 0 do 500 V, i poželjno je da ima mogućnost prespajanja namota (250 V i 20 A itd.). Frekvencija struje mjerenja treba biti 50 Hz.



Sl. 5. Agregat kao izvor struje mjerenja



Sl. 6. Struje mjerenja iz transformatorske stanice

U slučaju dobivanja struje za mjerenje prema sl. 6 treba napon i struju izvora (generatora ili transformatora) prilagoditi otporu petlje izvor — vodič — stup (uzemljivač) — zemlja — izvor, uzimajući u obzir već prije utvrđenu minimalnu struju mjernog uzemljivača od 7 A.

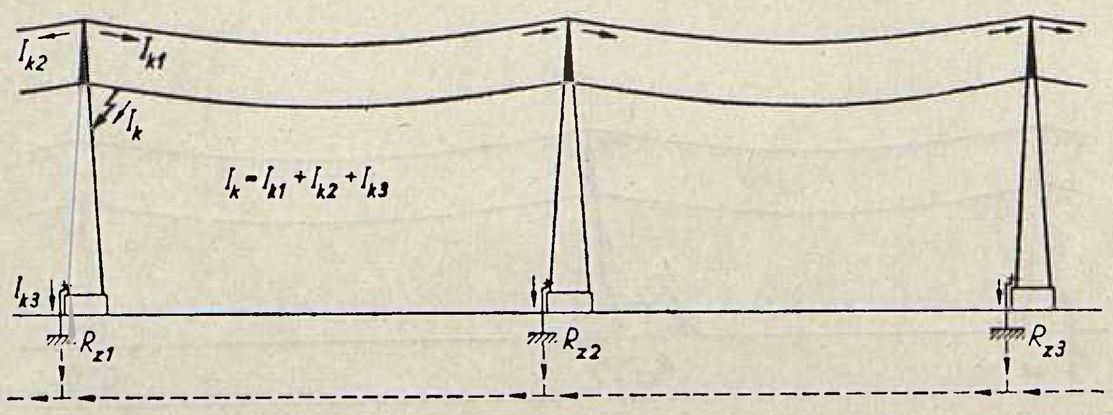
Najpogodnije je izmjeriti otpor spomenute petlje, no i računski može se za ovu svrhu dobiti dovoljno tačan podatak.

Da se pak može zaključiti da su naponi koraka i dodira u dopuštenim granicama, treba za svaki stup, čije će se uzemljenje mjeriti, znati očekivanu struju jednopolnog kratkog spoja i udio te struje koji bi tekao kroz dotični uzemljivač.

Prvi se podatak redovno može dobiti od projektanta mreže, a drugi treba ili izmjeriti ili provesti odgovarajući račun.

Mjerenju napona koraka i dodira prethodi još i određivanje mjesta na kojima treba provesti mjerenja. Određivanje kritičnih mjesta moguće je jedino s pomoću ekvipotencijalnih krivulja. Ekvipotencijalne krivulje nastaju spajanjem tačaka istog potencijala. Dobivaju se snimanjem potencijala lijevaka za pojedine presjeke prema sl. 8. Mjesta mjerenja napona koraka odabiramo tamo gdje su ekvipotencijalne linije najgušće i to tako da koračamo u smjeru normale. Ekvipotencijalne krivulje ne treba snimati za svaki pojedini stup. Dovoljno je izvršiti mjerenja na nekoliko stupova s uzemljivačem jednog određenog tipa. Time se utvrđuju kritična mjesta za svaki tip uzemljivača, te na ovim mjestima vršimo kontrolu kod svih stupova. Za mjerenje ekvipotencijalnih linija treba voltmetar imati što veći unutrašnji otpor (minimalno 1 MΩ).

Mjerenje napona koraka vrši se prema sl. 9. Za ova mjerenja potrebna su dva ispitivača. Ispitivači moraju imati obuvene gumene čizme. Svaki ispitivač ima na jednoj čizmi učvršćenu elektrodu. Ispitivači se tako postavljaju da elektrode budu

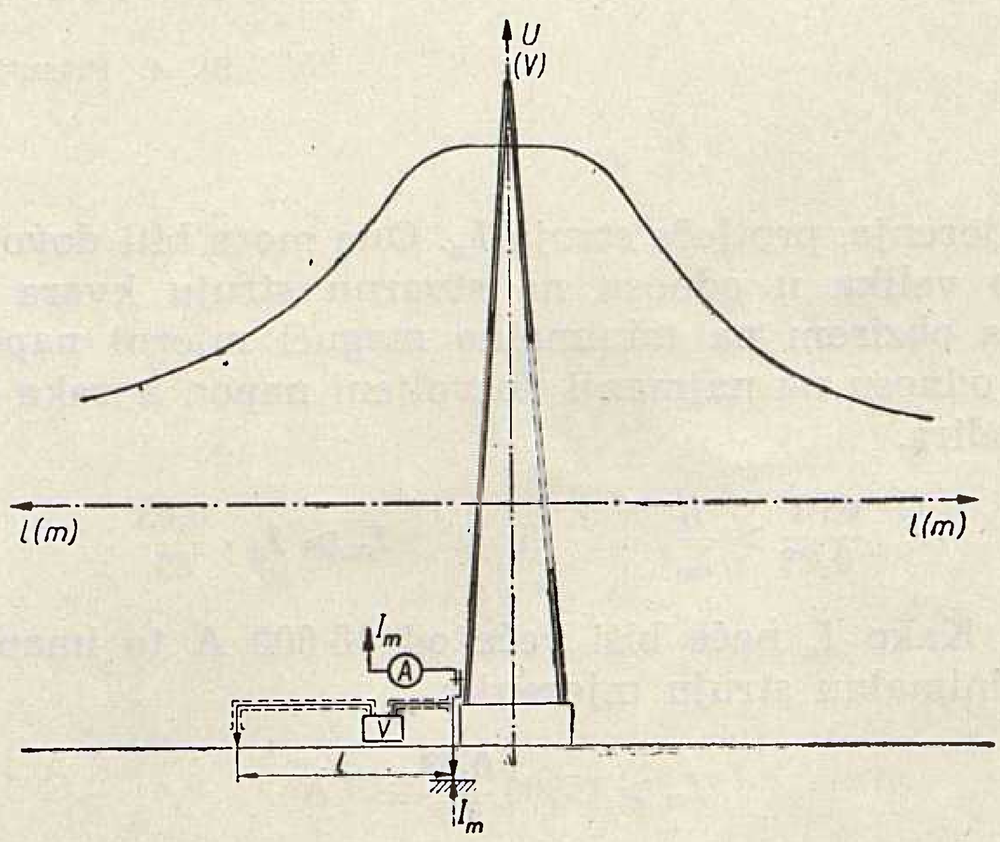


Sl. 7. Raspodjela struje prilikom kvara

razmaknute 1 m, a kod toga prenose težinu na onu nogu na kojoj je elektroda. Da se ne mora svaki korak mjeriti, elektrode se međusobno povežu izoliranom vrpcom duljine 1 m.

Napon koraka mjeri se uz nadomjesni otpor čovječjeg tijela 2—3 kΩ. Rezultati mjerenja unose se u tabele, a na položajnom nacrtu stupa ucrtavaju se mjesta i pravci mjerenja.

Mjerenja napona dodira vrše se na način prikazan na sl. 10. Za ova mjerenja dovoljan je jedan ispitivač. Ispitivač se postavlja tako, da su mjerne elektrode horizontalno udaljene od metalnih dijelova stupa 1 m. Ispitivač mora stajati tako, da su elektrode postavljene jedna uz drugu (sl. 10). Mjerenja se vrše oko stupa i to tako, da su mjerne tačke udaljene 1—1,5 m jedna od druge. Kod toga se uzima nadomjesni otpor čovječjeg tijela 2—3 kΩ. Rezultati mjerenja unose se u tablice, a na tlocrtu stupa označavaju se mjesta mjerenja.



Sl. 8. Krivulja potencijala

Eksperimentiranja na terenu

S mjernom aparaturom opisanom u tački 3. izvršeno je niz ispitivanja i mjerenja na stupovima dalekovoda.

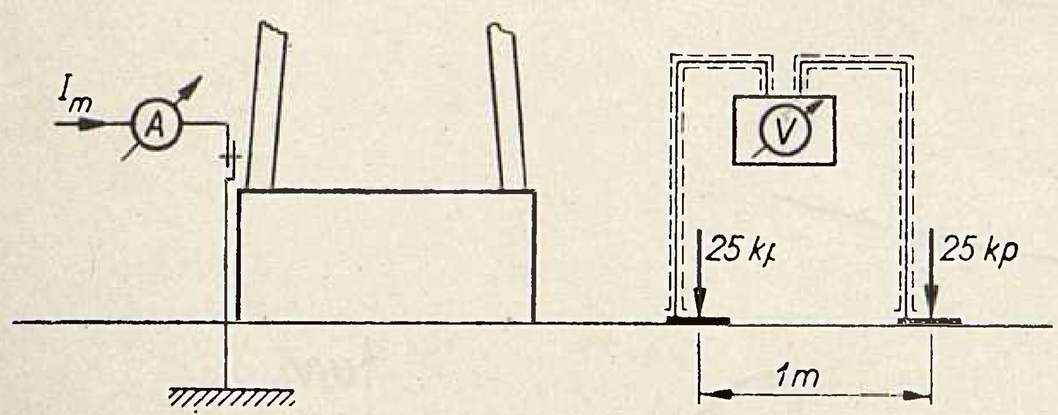
Na sl. 11 prikazan je način određivanja pravca mjerenja napona koraka i napona dodira. Mjerenje je vršeno uz struju 18 A koja je postignuta uz napon 300 V.

Najprije su snimljeni potencijalni lijevci u dva karakteristična presjeka. Na osnovu njih ucrtane su ekvipotencijalne krivulje. Iz sl. 11 vidimo da su ekvipotencijalne krivulje najgušće na pravcima 1, 2 i 3, te je na tim mjestima izvršeno mjerenje napona koraka. Također vidimo da su na rasponu A najgušće ekvipotencijalne krivulje, pa je na njemu izvršeno mjerenje napona dodira u razmacima 1 m. Budući da su na najkritičnijim mjestima naponi koraka i dodira bili daleko ispod dozvoljenih, mjerenja na bilo kom drugom mjestu u ovom slučaju nisu bila potrebna.

Tablica 1

Mraclin	Resnik	Jajce I	Kakanj	Split	Rakitje
Nazivni napon kV	2×110	2×110	1×220	1×220	2×110
Oblik stupa	Y	Y	jela	jela	2×jela
Duljina voda km	21,45	195	275	340	35
Presjek vodiča mm²	240	240	360	2×240 1×360	240
Oblik uzemljivača	prsten	prsten	prsten	prsten	prsten
Zvjezdište transformatora	kruto uzemljenje	isto	isto	isto	isto

Svi provedeni eksperimenti pokazali su da je dovoljna minimalna struja mjerenja 10 A i da ni u jednom slučaju nije bio potreban napon veći od 500 V.



Sl. 9. Mjerenje napona koraka

Prilikom mjerenja i eksperimentiranja na terenu promatran je i utjecaj struje smetnji na tačnost mjerenja. Struja smetnji pojavljuje se u zemlji i prati trasu dalekovoda, a prouzrokovana je asimetrijama (kapaciteti, odvodi i sl.). Zapaženo je da je taj utjecaj zanemariv kod usamljenih dalekovoda. Međutim, kod većeg broja paralelnih dalekovoda taj utjecaj nije u svakom slučaju zanemariv.

U svrhu proučavanja tog problema odabrana je kao karakteristična okolica TS Mraclin, gdje na uskom području prolazi veliki broj dalekovoda (sl. 12. i tabl. 1).

Razmak između pojedinih vodova iznosi 40—50 m. Utjecaj struja smetnje kontroliran je mjerenjem razlika potencijala između pojedinih tačaka.

Na pravcima 1—2 vršeno je mjerenje potencijala između pojedinih tačaka i tačke A. Mjerenja su vršena uz unutrašnji otpor voltmetra 1 MΩ i 3 kΩ (sl. 13).

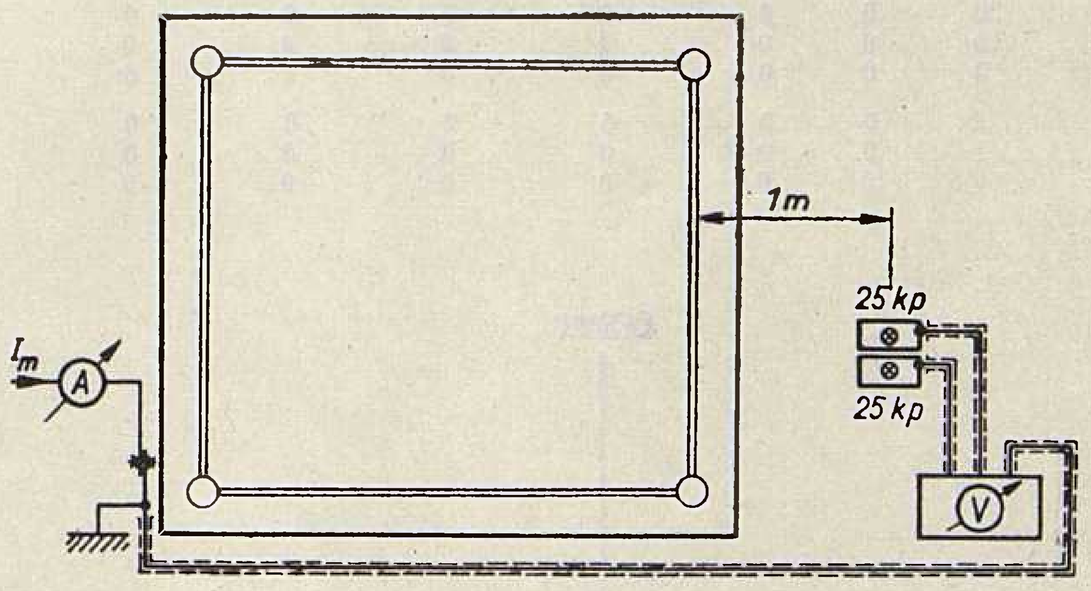
Na pravcima 3, 4 i 5 vršena su mjerenja potencijala između tačaka A, C, D i pojedinih tačaka na odgovarajućim pravcima. Mjerenja su vršena uz unutrašnji otpor voltmetra 1 MΩ i 3 kΩ (sl. 14, 15, 16).

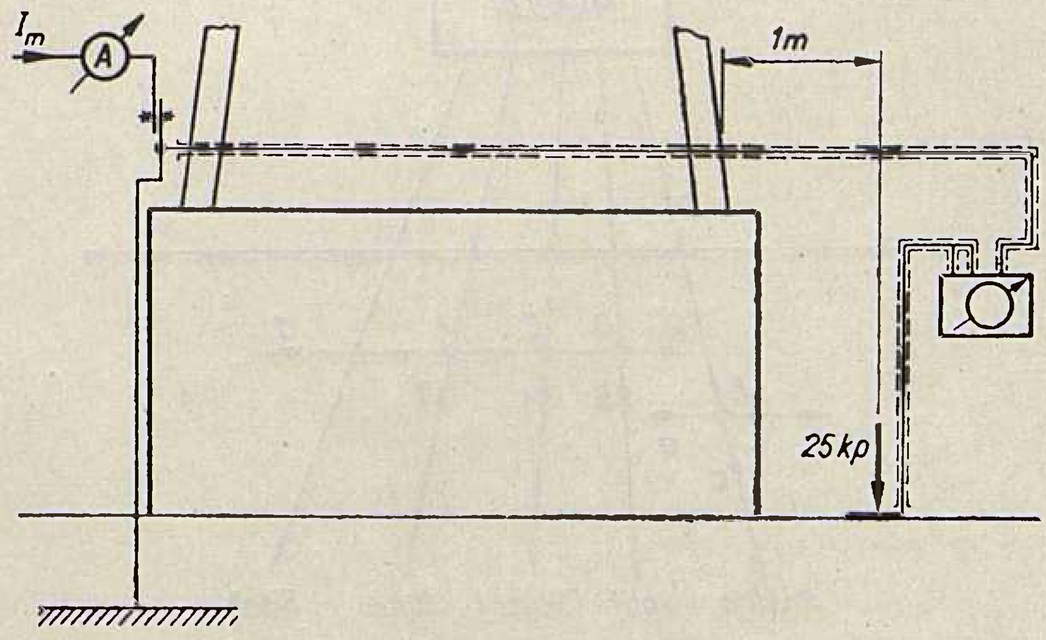
Rezultati mjerenja pokazuju da utjecaj struje smetnje na mjerenje potencijala u velikoj mjeri ovisi o unutrašnjem otporu voltmetra. Da bi se veličina tog utjecaja ustanovila, u tački B izvršena su mjerenja potencijala na pravcima a, b, c uz unutarnje otpore voltmetra 1 MΩ, 500 kΩ, 100 kΩ, 20 kΩ, 10 kΩ, 2 kΩ 1 kΩ i 0,5 kΩ.

Izmjerene su slijedeće veličine:

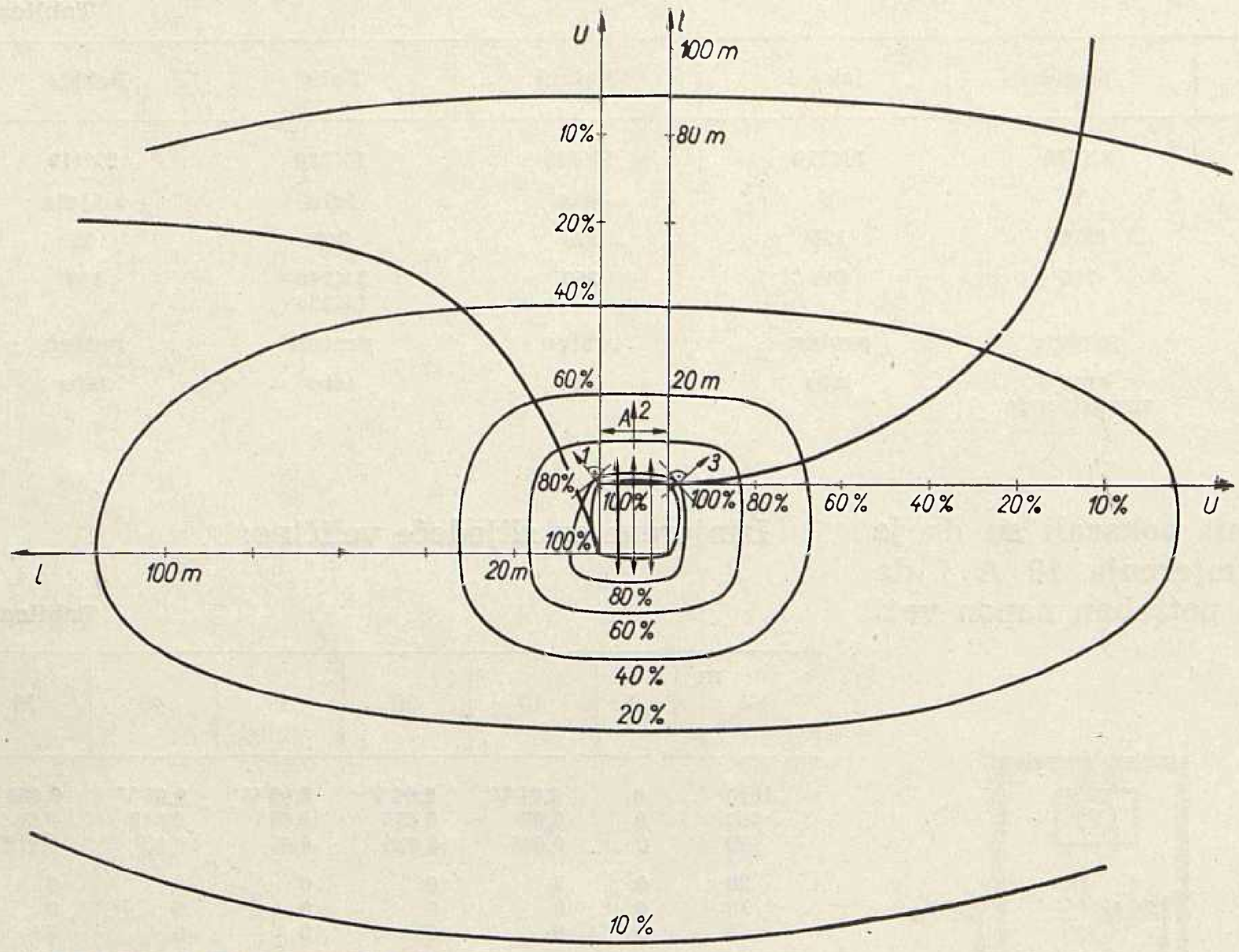
Tablica 2

kΩ \ m	0	10	20	30	40	50
1000	0	0,04 V	0,04 V	0,05 V	0,05 V	0,056 V
400	0	0,03	0,035	0,045	0,048	0,05
100	0	0,025	0,028	0,03	0,03	0,028
20	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
0,5	0	0	0	0	0	0





Sl. 10. Mjerenje napona dodira

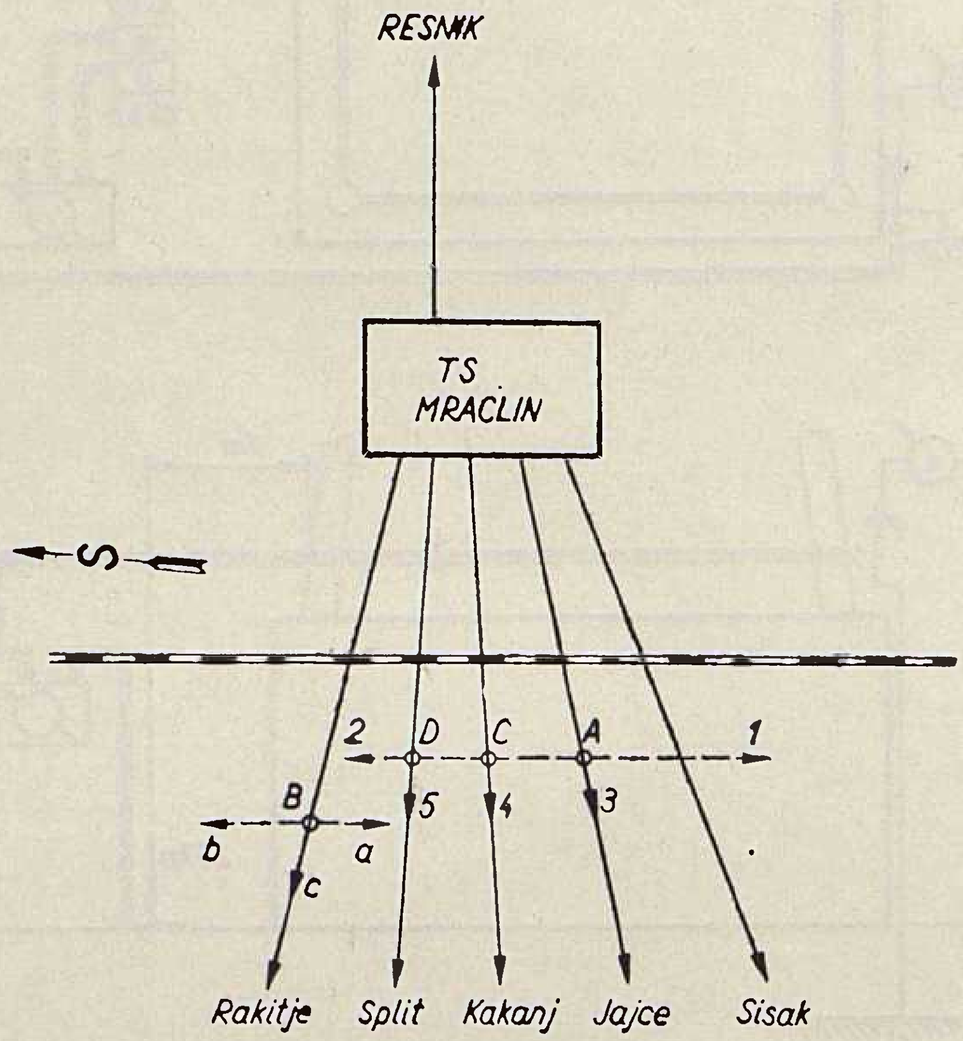


Sl. 11. Način određivanja pravca mjerenja napona koraka i dodira

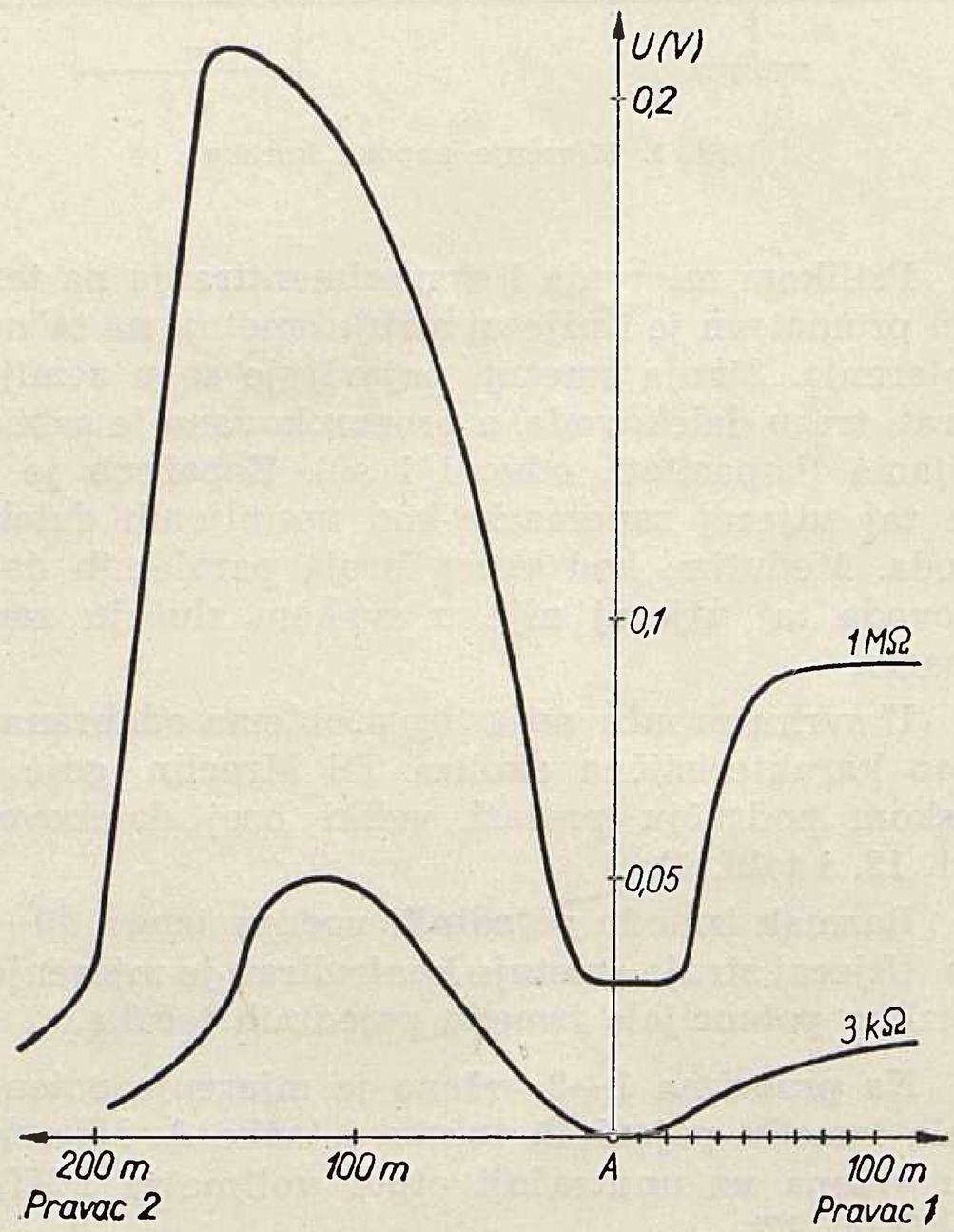
1, 2, 3 - pravci mjerenja napona koraka
A - dio stupa na kome treba mjeriti napon dodira

Tablica 3

kΩ \ m	0	10	20	30	40	50
1000	0	0,056 V	0,06 V	0,06 V	0,058 V	0,052 V
500	0	0,05	0,055	0,052	0,05	0,048
100	0	0,03	0,03	0,03	0,028	0,028
20	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
0,5	0	0	0	0	0	0



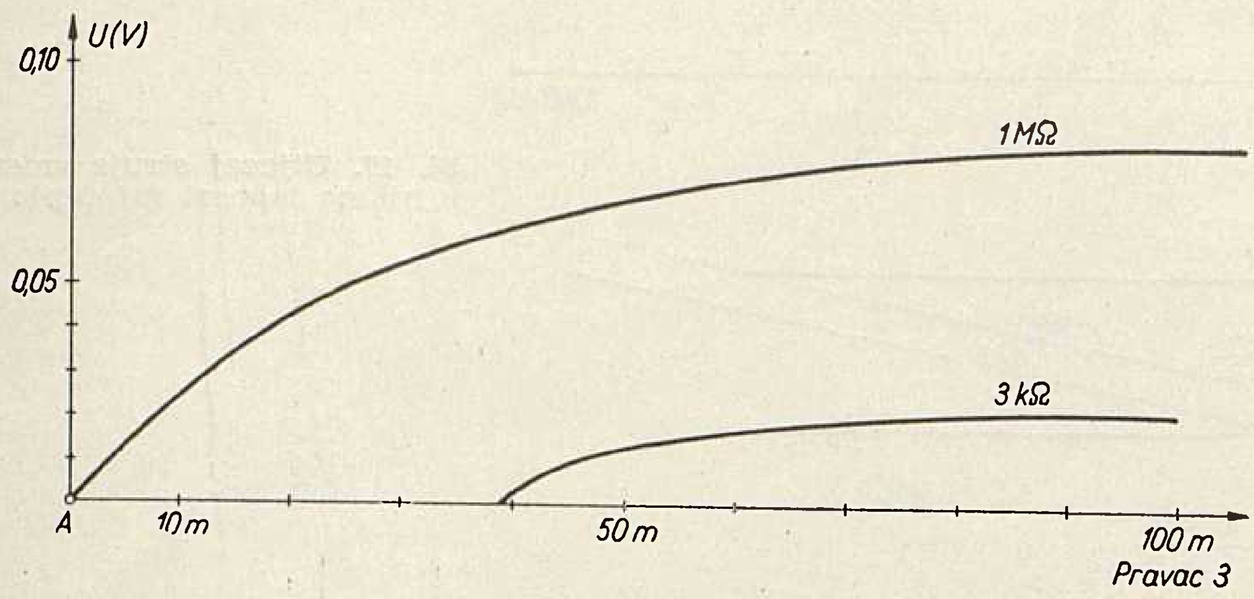
Sl. 12. Rasplet dalekovoda TS Mraclin



Sl. 13. Krivulja potencijala uzrokovana strujama smetnji

Tablica 4

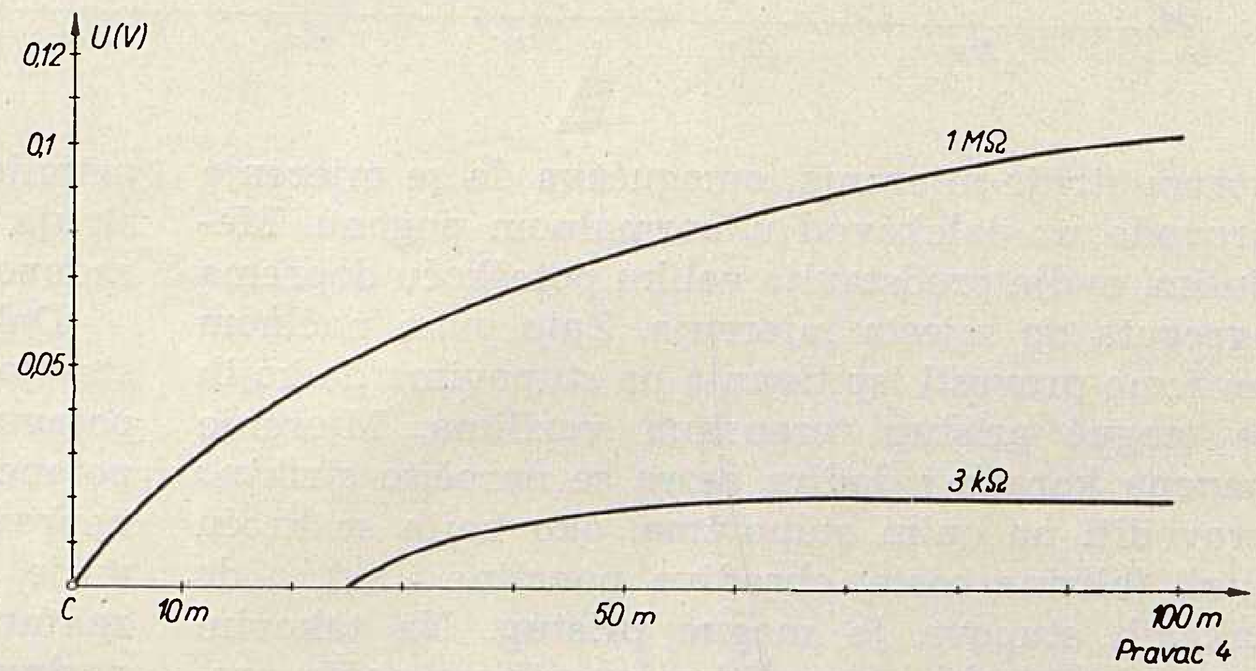
kΩ \ m	0	10	20	30	40	50
1000	0,02 V	0,045 V	0,105 V	0,102 V	0,100 V	0,100 V
500	0,02	0,042	0,088	0,088	0,08	0,08
100	0,01	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05
20	0	0,028	0,02	0,02	0,01	0,01
10	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
0,5	0	0	0	0	0	0



Sl. 14. Krivulja potencijala uzrokovana strujama smetnji

Na osnovu izmjerenih veličina potencijala nacrtane su krivulje na sl. 17, 18, i 19 i to krivulja $u = f(l)$ (puna linija) i krivulja $u = f$ *(unutarnji otpor) — (crtkana krivulja).*

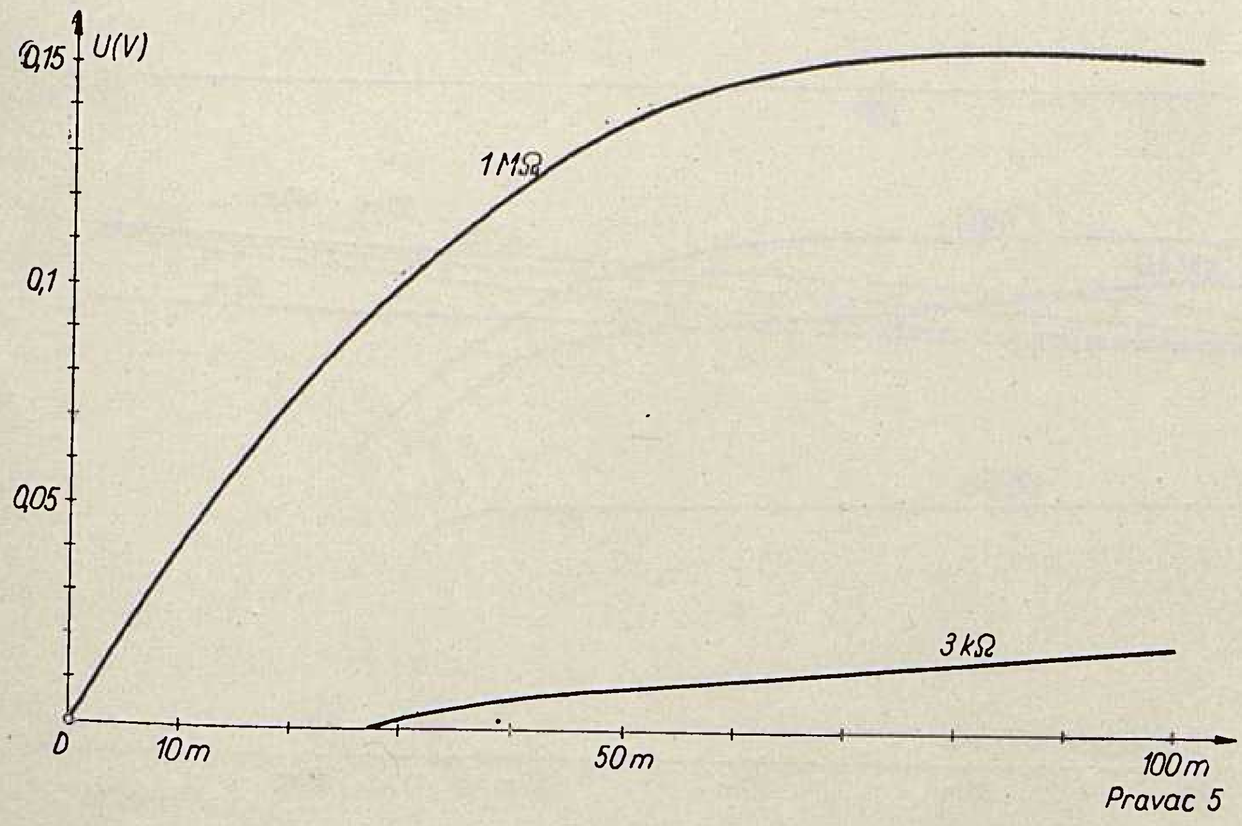
Iz krivulje potencijala vidimo, da uz unutrašnji otpor 10 kΩ nisu ispitnom aparaturom izmjereni nikakvi potencijali. Kako napone koraka i dodira mjerimo uz unutrašnji otpor 2—3 kΩ, provedena mjerenja ukazuju na to, da struje smetnje ne utječu na tačnost mjerenja napona koraka i dodira. Ovaj zaključak provjeren je eksperimentalno, tj. izvršena su mjerenja napona koraka i dodira na stupovima navedenih dalekovoda bez struja mjerenja. Na ovim stupovima uzemljenja su izvedena na isti način kao u navedenom primjeru na sl. 11 te imaju prema tome kritična mjesta za napone koraka i dodira na mjestima 1,2 i A. Na tim mjestima kontrolirano je, da li se pojavljuju naponi koraka i dodira izazvani strujom smetnji. Mjerenja provedena na većem broju stupova nisu pokazala nikakove napone koraka i dodira, te je time potvrđen prijašnji zaključak.



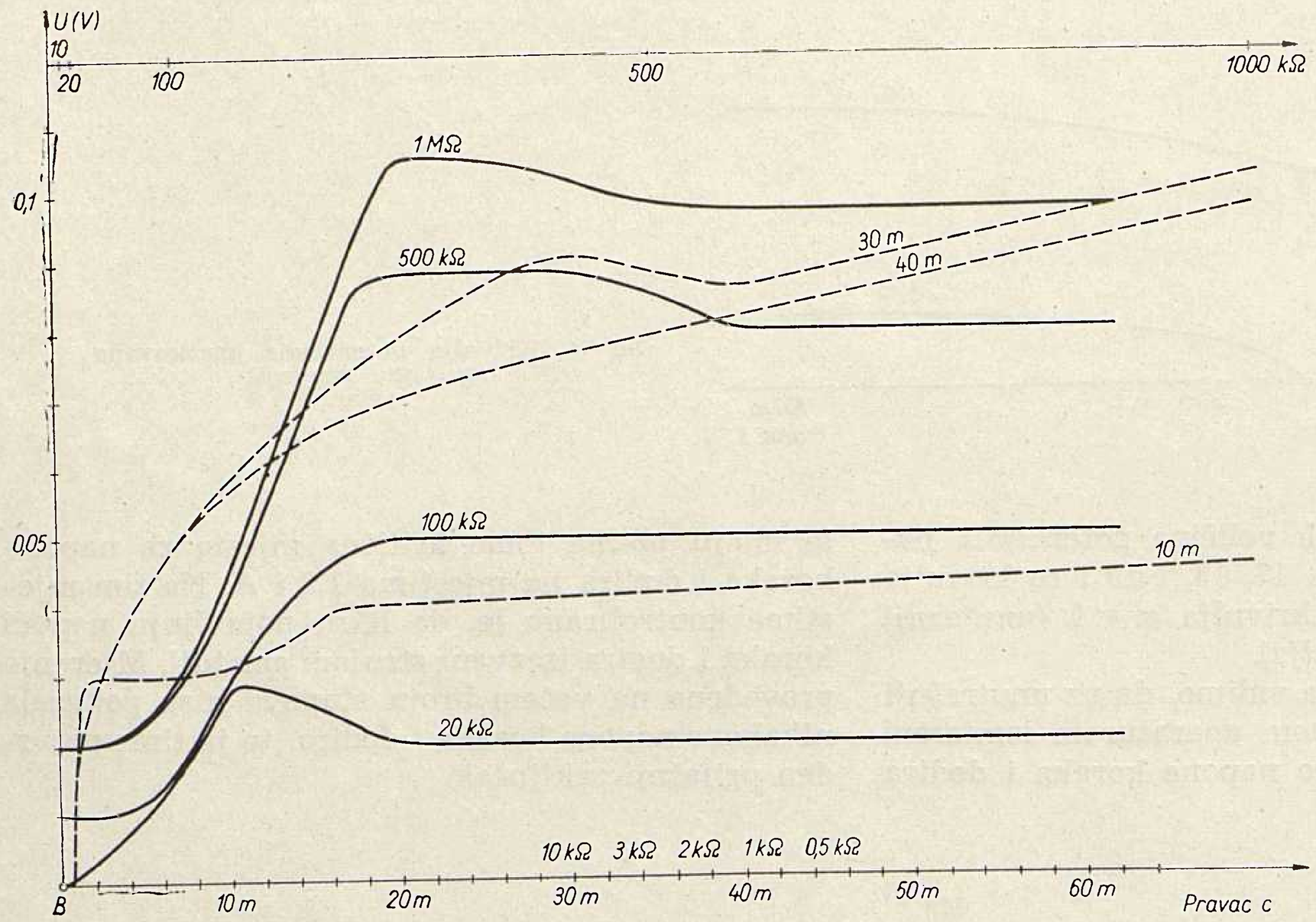
Sl. 15. Krivulja potencijala uzrokovana strujama smetnji

Analiza eksperimenata na terenu

Prilikom provođenja praktičnih mjerenja napona dodira i koraka na stupovima dalekovoda kao osnovni problem pojavljivao se izvor struje mjerenja. Pokazalo se da je najbolje kombinirati načine prema sl. 5 (pomoćni agregat) i sl. 6 (napajanje s pomoću dalekovoda). Metoda s agregatom kao iz-



Sl. 16. Krivulja potencijala uzrokovana strujama smetnji



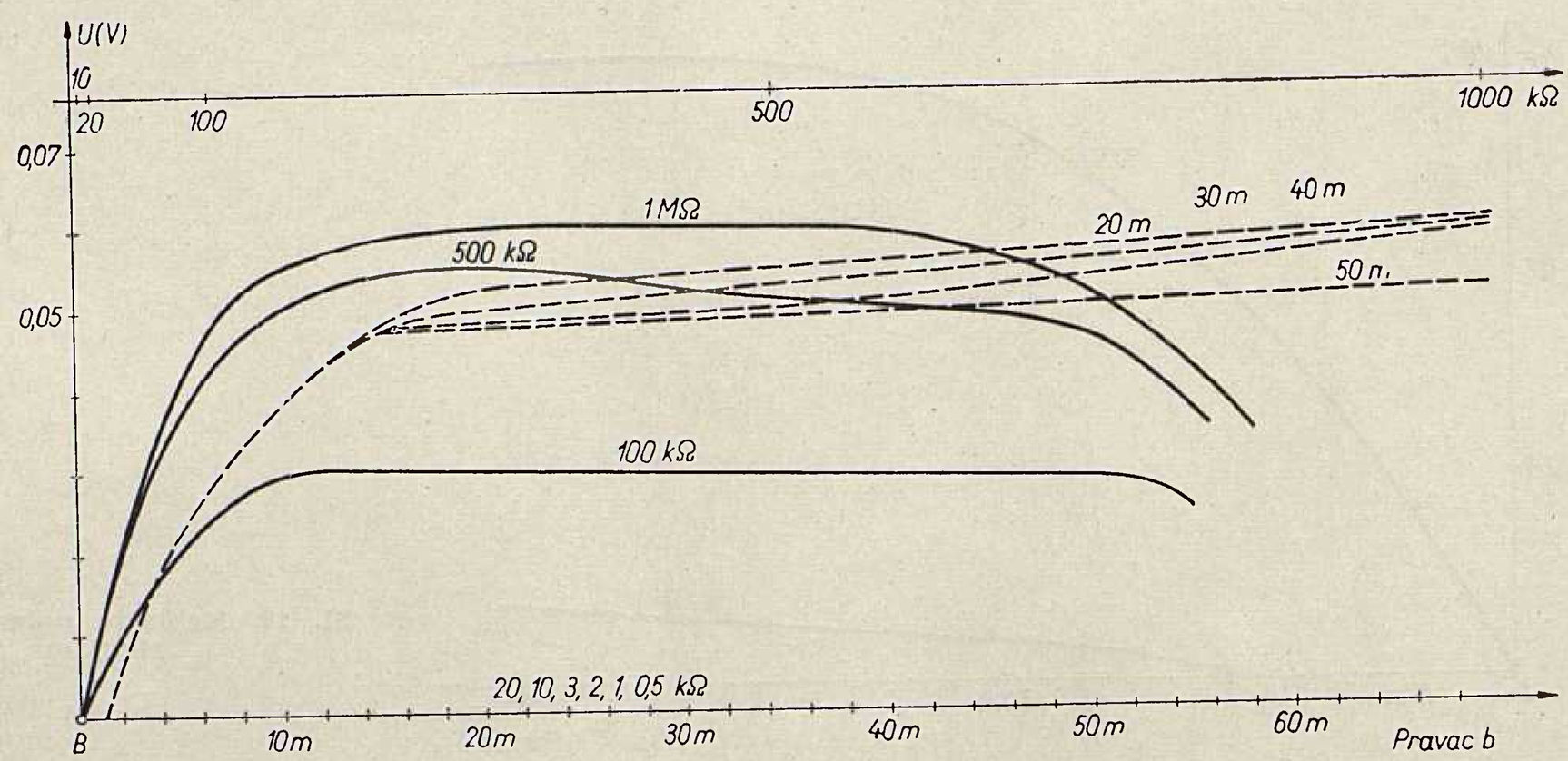
Sl. 17. Utjecaj struje smetnji na tačnost mjerenja

vorom struje mjerenja, omogućava da se mjerenja provode uz dalekovod u normalnom pogonu. Međutim, ovdje predstavlja veliku poteškoću doprema agregata do mjesta mjerenja. Zato ovim načinom možemo provesti ispitivanja na stupovima do kojih je moguć pristup terenskim vozilima. Mjerenje napona koraka i dodira mora se naročito striktno provoditi na onim stupovima, oko kojih se kreću ljudi (blizina ceste, obradive površine i sl.), a do takovih stupova je moguć pristup. Na takovim stupovima treba provoditi mjerenja na način prema sl. 5, jer ga je moguće provesti u najnepovoljnijim prilikama za uzemljenje (sušni period) bez obzira na to, da li je dalekovod pod naponom ili ne. Za stupove koji se nalaze na nepristupačnim mjestima, treba mjerenja povezati s redovnim remontom ili pregledom dalekovoda i to na način prema sl. 6. Ovaj način znatno olakšava mjerenja i treba ga, kadgod pogonski uvjeti dozvoljavaju, primijeniti. Eksperimenti su pokazali, da izvori struja mjerenja opisani u tački 3 u potpunosti zadovoljavaju.

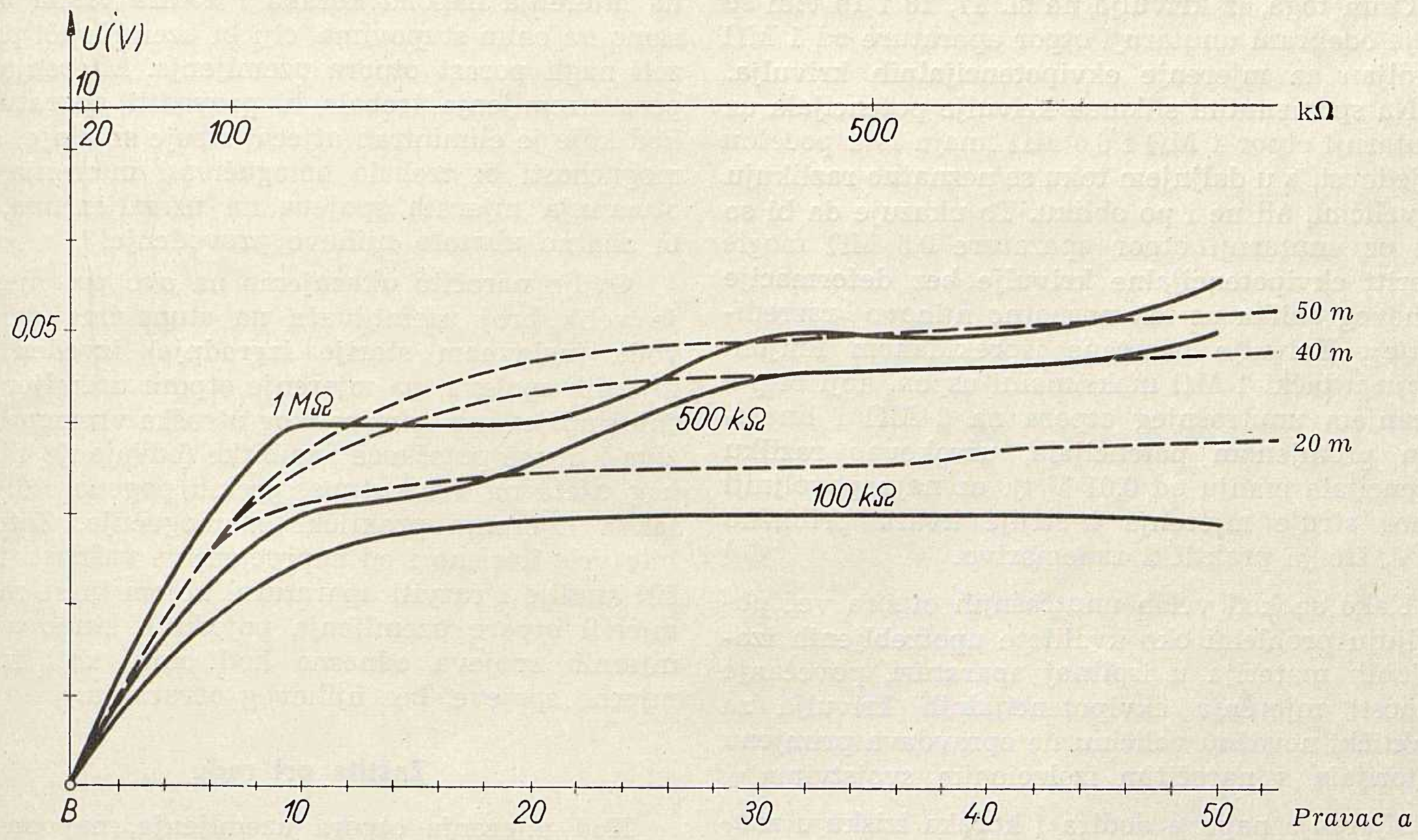
Daljnju poteškoću u provođenju mjerenja predstavlja određivanje kritičnih mjesta s obzirom na pojavu napona koraka i dodira. Snimanje ekvipotencijalnih krivulja kao na sl. 11 praktički je neprovedivo za sve stupove. Ekvipotencijalne krivulje, određene uz struju mjerenja od cca 10 A, znatno su iskrivljene uslijed struje smetnje. Eksperimenti provedeni na stupovima dalekovoda prikazanih na sl. 12 pokazali su slijedeće:

Mjerenje u smjeru okomitom na trasu dalekovoda dalo je maksimalnu razliku potencijala 0,21 V. S obzirom na mogućnosti mjerenja ispitnom aparaturom, to bi uz struju kvara iznosilo u najpovoljnijem slučaju:

$$\frac{I_s}{I_m} = \frac{65}{0{,}03} = 2166 \qquad 2166 \cdot 0{,}21 = 454{,}8 \text{ V}$$



Sl. 18. Utjecaj struje smetnji na tačnost mjerenja



Sl. 19. Utjecaj struje smetnji na tačnost mjerenja

Kako se (vidi sl. 13) potencijal uslijed struja smetnje mijenja od 0,3 do 0,21 V i to veoma naglo, vidimo da bi u poprečnom smjeru ekvipotencijalne krivulje mjestimično bile pomaknute za cca 500 V prema stupu tj. nastala bi u poprečnom smjeru veća gustoća ekvipotencijalnih krivulja.

Mjerenja provedena u smjeru trase dalekovoda (sl. 14, 15 i 16) pokazuju da je izmjerena maksimalna razlika potencijala 0,153 V, što u najnepovoljnijem slučaju iznosi 331 V, odnosno cca 120 V manje nego u poprečnom smjeru. Osim toga krivulje potencijala na sl. 14, 15 i 16 imaju znatno manju strminu negoli krivulje na sl. 13. To sve ima za posljedicu u uzdužnom smjeru znatno manje zgušnjavanje ekvipotencijalnih krivulja nego u poprečnom smjeru.

Iz izloženog vidimo da uz veliki omjer između struja kvara (I_s) i struje mjerenja (I_m) struja smetnje uzrokuje toliko iskrivljavanje ekvipotencijalnih krivulja, da nije moguće na taj način pouzdano odrediti mjesta na kojima treba mjeriti napon koraka i dodira. Utjecaj struje smetnje moguće je eliminirati iskopčanjem dalekovoda ili povećanjem struje mjerenja. Iskopčanje dalekovoda praktički je nemoguće u slučajevima kao na sl. 12, jer bi trebalo iskopčati sve paralelne vodove. S druge pak strane povećanje struje mjerenja je ograničeno veličinom izvora, koji mora biti prikladan za prenošenje (agregat prema sl. 5) ili pak njegovim naponom (transformator u TS ili elektrani prema sl. 6). Rješenje tog problema treba potražiti na drugoj strani. Kod novije gradnje dalekovoda vidimo, da se za uzemljenje stupova primjenjuju tipizirane izvedbe uzemljivača. Svaki tip uzemljivača ima na određenim mjestima kritična područja s obzirom na mogućnost pojave napona koraka i dodira. Ukoliko bi se za svaki tip uzemljivača, na pogodnom mjestu, izvršila mjerenja ekvipotencijalnih krivulja bez utjecaja struje smetnje (npr. prilikom izgradnje dalekovoda) moglo bi se odrediti mjesta mjerenja napona dodira i koraka za sve stupove koji su uzemljeni takvim tipom uzemljivača. Takva mjerenja treba provesti na više stupova i to kod uzemljivača ukopanih u tla različitih vodljivosti (ilovača, šljunak, kamen i sl.) kako bi se obuhvatili i subjektivni i objektivni utjecaji na raspored ekvipotencijalnih krivulja. Iz jednog takvog prosjeka mogla bi se pouzdano odrediti kritična mjesta za svaki tip uzemljivača.

Struja smetnje koja je veoma nepovoljno utjecala na mjerenja ekvipotencijalnih krivulja, nema praktički nikakvog utjecaja na mjerenje napona koraka i dodira. To je utvrđeno mjerenjima, čiji su rezultati prikazani u tabelama 2, 3 i 4, te na sl. 17, 18 i 19. Na tim slikama neprekinutom crtom ucrtane su krivulje potencijala u ovisnosti o udaljenosti tačaka mjerenja uz konstantan otpor mjerne aparature.

Isprekidanim linijama ucrtane su krivulje ovisnosti i razlike potencijala dviju tačaka konstantne udaljenosti i promjene unutarnjeg otpora mjerne aparature. Analiza ovih krivulja pokazuje nam, da struja smetnje uz unutarnji otpor ispitne aparature 10 kΩ ne uzrokuje ispitnom aparaturom izmjerljive napone bez obzira na udaljenost mjernih tačaka. Budući da se naponi dodira i koraka mjere uz nadomjesni otpor čovječjeg tijela 2—3 kΩ i uz razmak mjernih tačaka 1 m, struja smetnje ne može uzrokovati pogreške u mjerenju napona koraka i dodira.

Osim toga, iz krivulja na sl. 17, 18 i 19 vidi se da je odabrani unutarnji otpor aparature od 1 MΩ dovoljan za mjerenje ekvipotencijalnih krivulja.

Na spomenutim slikama krivulje potencijala uz unutarnji otpor 1 MΩ i 0,5 MΩ imaju istu početnu vrijednost, a u daljnjem toku se neznatno razlikuju po veličini, ali ne i po obliku. To ukazuje da bi se već uz unutarnji otpor aparature 0,5 MΩ mogle mjeriti ekvipotencijalne krivulje bez deformacije njihovog oblika uz tek neznatno njihovo »razređivanje«. Krivulje nacrtane isprekidanom linijom imaju u tački 1 MΩ maksimalni uspon, koji bi povećanjem unutrašnjeg otpora na 2 MΩ i linearnom promjenom potencijala, uzrokovao razliku potencijala manju od 0,01 V tj. uz najnepovoljniji odnos struje mjerenja i struje kvara približno 20 V, što je praktički zanemarivo.

Kako se kod većih unutrašnjih otpora već pojavljuju problemi oko kvalitete upotrebljenih izolacionih materija u ispitnoj aparaturi, povećanje tačnosti mjerenja ekvipotencijalnih krivulja za praktički nevažnu veličinu ne opravdava primjenu materijala s naročitim izolacionim svojstvima.

Mjerenja napona dodira i koraka iziskuju znatan utrošak vremena i svladavanje znatnih teškoća prilikom njegovog provođenja. Zato se prilikom mjerenja na terenu pojavila potreba za iznalaženjem mogućnosti, da se takova mjerenja ne moraju ponavljati svake godine kako to propisi zahtijevaju. U tom pogledu moglo bi se naći pojednostavljenje u tome, da se prilikom prvog mjerenja napona dodira i koraka izmjeri otpor uzemljivača svakog stupa. Ukoliko se prilikom prvog mjerenja na stupu ne ustanove opasni naponi koraka i dodira neće se ni ubuduće pojaviti sve dok uzemljivač ne uništi korozija ili dok ne bude na neki drugi način oštećen. Takova oštećenja uzemljivača moguće je ustanoviti, ako se vrše sistematska mjerenja otpora uzemljenja, jer uzrokuju nagli porast otpora uzemljenja. Prema tome kada bi se na svakom dalekovodu jedanput provela mjerenja napona koraka i dodira, bilo bi ubuduće dovoljno mjerenje otpora uzemljenja stupova. U tom slučaju naknadna mjerenja napona koraka i dodira vršila bi se samo na onim stupovima, čiji bi uzemljivači pokazali nagli porast otpora uzemljenja. Mjerenja otpora uzemljenja trebalo bi provoditi aparaturom kod koje je eliminiran utjecaj struje smetnje, a po mogućnosti bi trebalo omogućivati mjerenja bez otvaranja mjernih spojeva na uzemljenjima, što bi znatno ubrzalo njihovo provođenje.

Ovdje naročito ukazujemo na ovo potonje, jer je velik broj uzemljivača na stupovima dalekovoda (uglavnom starije izgradnje) izveden bez mjernih spojeva, pa mjerenje otpora uzemljenja u tim slučajevima osim velikog utroška vremena izaziva i druge poteškoće i gubitke (odvajanje zaštitnog užeta na vrhu stupa, prekid pogona itd.) što takva mjerenja praktički onemogućuje. Zato bi bilo vrlo korisno i od neprocjenjive važnosti izvršiti studije i razviti aparaturu, kojom bi se moglo mjeriti otpore uzemljenja pojedinih stupova bez mjernih spojeva odnosno kod onih, koji imaju mjerne spojeve, bez njihovog otvaranja.

Zaštita pri radu

Kod mjerenja otpora uzemljenja, napona koraka i napona dodira neophodno je potrebno, da se osoblje, koje ta mjerenja vrši, strogo pridržava propisa o zaštiti pri radu.

Nadalje je prilikom mjerenja obavezna upotreba gumenih čizama i gumenih rukavica za električare (ispitane naponom od 20 000 V).

Postoji također mogućnost, da se prilikom otvaranja ili zatvaranja mjernih spojeva odnosno baš u vrijeme rada dogodi kvar na izolaciji stupa.

Kako bi se izbjegli nesretni slučajevi, koji se tada mogu dogoditi, može se zaštita ostvariti na taj način, da se paralelno uz mjerni spoj priključi iskrište sa što je moguće manjim zračnim razmakom. To iskrište neophodno je potrebno priključiti prije početka rada, te ga skinuti po završetku rada i iskoristiti kod radova na drugome stupu.

Naslov pisaca: Blaž Uzelac, dipl. ing., Josip Mužny, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

PRILOG ODABIRANJU PRESJEKA ENERGETSKIH KABELA VODIČIMA OD ALUMINIJA

Branko Mrakovčić, Rijeka

Članak ukazuje na izbor aluminijskih kabela u zamjenu za bakarne, ističe presjeke Al-kabela koji dolaze u obzir na pojedinim naponskim nivoima distributivne mreže i količine kabela koje su godišnje potrebne za SR Hrvatsku.

DK 621.315.2

Naglo napuštanje proizvodnje energetskih kabela s vodičima iz bakra i prijelaz na energetske kabele s vodičima iz aluminija zateklo je distributivna poduzeća nespremna.

Distributivna poduzeća u našoj zemlji su do sada položila vrlo malo energetskih kabela s vodičima od aluminija; na prste se mogu izbrojiti ona poduzeća koja imaju, s obzirom na dužinu vlastite kabelske mreže, neznatne dužine kabela s vodičima od aluminija. Zbog toga kod nas niti nema stručnog monterskog kadra, koji zna raditi s aluminijem. Ne treba isticati da je naš monterski kadar radio i radi s bakrom, da rad na kabelima s vodičima od aluminija zahtijeva više pažnje, poseban alat, posebna sredstva za lemljenje, na što sve naši ljudi još nisu navikli i što tek treba da nauče. Inače aluminij kao vodič u podzemnim kabelima može potpuno zamijeniti bakar i pomalo nas čudi njegova relativno kasna upotreba u našoj zemlji na tom području. Radi afirmacije aluminija kod kabela bio je poželjan polaganiji i postepeniji prijelaz. Nema razloga da aluminij potpuno ne zamijeni bakar kod energetskih kabela, ali smatramo, da nisu na mjestu prigovori i sumnje u solidnost materijala, jer će grešaka sigurno biti zbog nepripremljenosti i brzine.

Interesantno je znati koje su podzemne energetske kabele s bakrenim vodičima distributivna poduzeća najviše trošila i pokušati vidjeti postoji li neka zakonitost i onda to primijeniti na aluminij.

U tu svrhu je izvršena anketa distributivnih poduzeća Hrvatske (na koju nažalost nisu sva odgovorila) a dobiveni podaci dati su u tablici 1.

U tablici su prikazani podaci o energetskim kabelima koje su distributivna poduzeća u Hrvatskoj ugradila u mrežu godine 1965, kao i predviđene količine koje će ugraditi u 1966. Iako sva distributivna poduzeća nisu dostavila podatke, ipak je i ovako nepotpuna tabela upotrebljiva, te se iz nje mogu izvući neki zaključci. U tabeli nije označen tip kabela; svi su presjeci označeni kao 4x, makar da su upotrebljavani: 2x, 3x i 4x, sve u cilju pojednostavljenja. Ovo tim prije što znamo da smo, naročito 1965. godine, često morali uzimati ono što nam je trgovačka mreža nudila, a ne ono što smo htjeli.

Ako zbrojimo ukupne dužine upotrijebljenih, odnosno potrebnih kabela za 1965. i 1966. godinu i procijenimo potrebe na kabelima za distributivna poduzeća od kojih nismo dobili podatke, uz stanovito zaokruženje vidimo da godišnje potrebe energetskih kabela u distributivnim poduzećima u Hrvatskoj iznose:

Ugrađeni kabeli u 1965. u distributivnoj mreži u SRH

Tablica 1

KABEL		Elektra Karlovac	Elektra Sisak	Elektra Zagreb	Elektro Dalmacija	Elektro Istra	Elektro Primorje	Elektro Slavonija	Ukupno
Napon	mm² Cu	m	m	m	m	m	m	m	m
1 kV	4×6				1090	236	751		2077
	4×10			91	1791	4564	9931		16377
	4×16			3683	3361	4205	280		11529
	4×25			3906		1638	5358		10902
	4×35			1838	831	1500			4164
	4×50			1063	70	880			2018
	4×70			4410	1470	2200	15149		23229
	4×95			17497	4928	4513			26138
	4×120			728					728
	4×150				320				320
	4×185								
10 kV	3×25			70					70
	3×35				441	700	5735		6876
	3×50			397	70	1018			1685
	3×70				879	562	12448		13889
	3×95				1472	4680			6152
	3×120			36271	3384		913		40568
	3×150								
35 kV	3×35						66		66
	3×120								
	3×150			7946	547		8592		17085
	3×185								
UKUPNO:				78105	19854	26696	59223		183873

Približne potrebe distributivnih poduzeća u Hrvatskoj za energetske kabele s bakrenim vodičima

jedin.	1 kV	10 kV	35 kV	Ukupno
km	100,0	80,0	20,0	200,0
t	200,0	200,0	100,0	500,0

Uzimajući u obzir da je poduzeće »Elektroprimorje« odabiralo kod napona 1 kV i 10 kV nove presjeke vodiča: 4×95, 4×35 i 4×16 mm² Cu te 3×120 mm² Cu umjesto dosadašnjih (4×70, 4×25 i 4×10 te 3×70 mm² Cu), što je odlučeno prilikom prijelaza na vodiče od aluminija, iznosile bi srednje godišnje potrebe distributivnih poduzeća u Hrvatskoj na energetskim kabelima uz stanovita zaokruživanja:

Predviđeni kabeli u 1966. u distributivnoj mreži SRH

Tablica 2

Napon	KABEL mm² Cu	Elektra Karlovac	Elektra Sisak	Elektra Zagreb	Elektro Dalmacija	Elektro Istra	Elektro Primorje	Elektro Slavonija	Ukupno
		m	m	m	m	m	m	m	m
1 kV	4×6				3000	500			3500
	4×10				400	2000	3000		5400
	4×16				5200	2000			7200
	4×25				1300	3000	1500		5800
	4×35				4000	1500			5500
	4×50				100	1500			1600
	4×70			6000		3000	6000		15000
	4×95			15000	9860	4500			29360
	4×120								
	4×150								
	4×185								
10 kV	3×25								
	3×35					500	2000		2500
	3×50								
	3×70				700	500	10000		11200
	3×95				550	4680			5230
	3×120			50000	5200		500		55700
	3×150								
35 kV	3×50								
	3×120								
	3×150			10000			2700		12700
	3×185				4650				4650
UKUPNO:				81000	34960	23680	25700		165340

Prosječne godišnje potrebe energetskih kabela u distributivnoj mreži SRH

Tablica 3

Napon kV	Presjek mm² Cu	Dužina m
1 kV	4×6	3.000
	4×10	4.500
	4×16	15.000
	4×25	5.000
	4×35	8.500
	4×50	2.000
	4×70	8.500
	4×95	38.000
	4×120	
10 kV	3×35	4.500
	3×50	1.500
	3×70	1.000
	3×95	5.500
	3×120	59.000
	3×150	
35 kV	3×120	
	3×150	15.000
	3×185	4.500

Iz tablice je vidljivo da je kod kabela 1 kV najčešće upotrebljavan presjek: 4×95 mm² Cu, 4×35, 4×16.

Kod 10 kV je najčešće upotrebljavan kabel: 3×120 mm² Cu, a kod 35 kV je najviše upotrebljavan presjek: 3×150 ² Cu.

Možemo dakle reći da distributivna poduzeća u Hrvatskoj pretežno upotrebljavaju navedene presjeke kabela i to bi se moglo smatrati nekom spontanom tipizacijom.

Prije nego što bi rezultate ankete o upotrebi energetskih kabela pokušali primijeniti za izbor kabela sa aluminijskim vodičima, potrebno je istaći da kod izbora ekvivalentnih presjeka bakrenih, odnosno aluminijskih vodiča nije dovoljno računati samo sa mogućim strujnim opterećenjem već treba uzeti u obzir i naprezanja od kratkog spoja. Aluminij je naime kod kratkog spoja nešto nepovoljniji nego bakar, što se vidi iz slijedeće tablice (prema podacima »Elektre«, Zagreb):

Tablica 4

Napon kV	Kabeli sa Cu vodičima		Ekvivalenti za al. kabele		
	Presjek mm²	Struja A/mm²	Presjek mm²	Termička struja A	Kratki spoj presjek mm²
1 kV	4×10	80	4×16	90	
	4×16	110	4×25	110	4×25
	4×25	135	4×35	130	4×35
	4×35	165	4×50	160	4×50
	4×50	200	4×70	195	4×95
	4×70	245	4×95	235	4×120
	4×95	295	4×150	310	4×150
	4×120	340	4×185	355	4×185
10 kV	3×25	110	3×35	110	
	3×35	135	3×50	130	
	3×50	165	3×70	160	3×95
	3×70	200	3×95	190	3×120
	3×95	240	3×150	255	3×150
	3×120	280	3×185	290	3×185
	3×150	320	3×240	340	3×240
35 kV	3×150	310	3×240	320	3×240

Iz tablice 3 dobili smo najviše upotrebljavane bakrene kabele u distributivnim poduzećima, te smo zaključili da se neki presjeci najviše upotrebljavaju. Ako za te presjeke odaberemo ekvivalentne presjeke od aluminija, prema tablici 4, dobijemo presjeke s aluminijskim vodičima, za koje možemo računati da će ih distributivna poduzeća ubuduće pretežno upotrebljavati:

Za 1 kV: 4×150, (4×95), 4×50, 4×25 mm² Al.
Za 10 kV: 3×185 i 3×95 mm² Al.
Za 35 kV: 3×240 mm² Al.

Konačno bi postavili pitanje, da li je kod 1 kV potreban isti presjek faznog i nul vodiča. Naši kabeli s aluminijskim vodičima trebaju zadovoljiti svim propisima pa i propisu o nulovanju; pretpostavljamo da će s vremenom sve niskonaponske mreže pa i kabelske prijeći na zaštitu nulovanjem. Kod toga se uvjeti ne bi smjeli pogoršati prema kabelima sa bakrenim vodičima. Izgleda da bi za kabel 1 kV bilo najpovoljnije odabrati presjek: 3×150+120 mm² Al, dok bi kod ostalih presjeka vodiči ostali isti kao što je prije navedeno.

Na kraju navodimo da se kod tih presjeka vodiča već radi o velikim vanjskim promjerima kabela, dakle o većem dopuštenom radiusu zakrivljenja i mnogo težem radu kod polaganja. Kod 35 kV i 10 kV moglo bi se i nadalje zadržati klasičan raspored vodiča. Kod 1 kV kabela, a naročito kod većih presjeka, trebalo bi razmotriti nije li ipak uputno napustiti zaštitnu čeličnu traku, te na njezino mjesto smjestiti nul-vodič, razumije se kao pojedine žice (ne kao traku) sa odgovarajućom izolacijom (polivinil) od tla u koji se polaže. Time bi se dobio lakši i savitljiviji kabel manjeg promjera, što je važno radi jednostavnijeg polaganja.

Naslov pisca: Branko Mrakovčić, dipl. ing., »Elektroprimorje«, Rijeka

ENERGETSKI KABELI S ALUMINIJSKIM VODIČIMA I IZOLACIJOM TE PLAŠTEM OD TERMOPLASTIČNIH MASA

Miralem Ibrahimpašić, Zagreb

U članku se iznose osnovna svojstva aluminija u usporedbi s bakrom, te primjena aluminija kao vodiča u energetskim kabelima u mnogim tehnički razvijenim zemljama, s posebnim osvrtom na primjenu termoplastičnih masa za izolaciju i plašteve kabela.

DK 621.315.2

Izolirani vodiči i kabeli koji su do sada proizvođeni za domaće tržište redovno su rađeni s bakrenim vodičima. Razloga za to bilo je više, ali su najvažniji:

— izvanredno dobra električna svojstva bakra,
— postojanje jugoslavenskih standarda za bakrene vodiče, kao i predviđanje jedino bakrenih vodiča u većini domaćih standarda za izolirane vodove i kabele,
— dobro uhodana tehnika montaže i spajanja,
— standardizirani spojni pribor,
— veliki interes potrošača i
— relativno dovoljne količine bakra na tržištu.

Međutim, u posljednje vrijeme bakar je u našoj industriji postao deficitaran i to nas prisiljava na zamjenu ove sirovine onakvom koja će moći tehnički kvalitetno, a i kvantitetno zamijeniti bakar. Takva sirovina je aluminij koji posljednjih deset godina u mnogim zemljama postaje veoma važan, te sve više potiskuje bakar u elektrotehničkoj industriji. Već od početka zapažena su dobra električna svojstva vodljivosti aluminija. Ako se tome dodaju ostala fizikalna i tehnološka svojstva, onda nam neće biti čudno da se već 1895. godine u Kaliforniji za izradu elektrovodiča upotrebljavao aluminij.

Prema studioznim procjenama obavljenim u SAD, na temelju poznatih rezervi rudnih ležišta i sadašnje potrošnje, ustanovljeno je da će rezerve ležišta bakrenih ruda zadovoljavati još za daljnjih 80 godina. Rudne rezerve za proizvodnju aluminija procijenjene su na ogromnu količinu od 2000 milijuna tona, a to znači da su sirovine za dobivanje aluminija praktički neiscrpive. I u našoj zemlji postoji solidna sirovinska baza za razvoj aluminijske industrije, te s obzirom na povoljnu perspektivu razvoja proizvodnje aluminija (pored sadašnjih kapaciteta, uskoro počinje izgradnja novog aluminijskog kombinata u Titogradu kapaciteta 50.000 t godišnje), to se samo po sebi nameće pitanje daljnje prerade aluminija, a time i preorijentacija nekih industrija na upotrebu ovog metala.

Svojstva aluminija

Aluminij je osvojio određena područja u elektrotehnici na temelju svojih specifičnih svojstava, kao što su:

— dobra električna vodljivost,
— mala specifična težina,
— dobra kemijska postojanost,
— velike mogućnosti tehnološke obrade valjanjem, prešanjem, vučenjem itd.

Vodljivost aluminija u prvom redu ovisi o apsolutnoj količini primjesa, zatim o njihovim međusobnim omjerima, pri čemu je od osobitog značenja odnos željeza i silicija. Taj odnos treba da bude: Fe/Si = 0,2 — 0,3/0,1%. Znatan utjecaj ima nadalje i strukturno stanje metala. Najniža je vodljivost kad su strane primjese potpuno u stanju krute otopine. Vodljivost raste sa stupnjem njihovog izlučivanja iz krute otopine, ali se na drugoj strani smanjuje kemijska otpornost.

Porastom stupnja hladne deformacije (provlačenja) opada vodljivost. Ovdje se isprepliće potreba određene električne vodljivosti s potrebnim mehaničkim svojstvima čvrstoće i istezanja uz uvjet ekonomične proizvodnje i upotrebe. Prestrogi zahtjevi u svakom slučaju otežavaju i poskupljuju proizvodnju.

Svoju kemijsku otpornost aluminij zahvaljuje sloju aluminijskog oksida debelom nekoliko desettisućinki milimetara, koji poput tanke i fine kožice čvrsto prijanja na površinu metala. Njegovo je zaštitno djelovanje to efikasnije, što se brže ponovo stvara na oštećenim mjestima. Kemijsku otpornost aluminija čistoće 99,5 nadmašuje samo još aluminij većeg stupnja čistoće, međutim, takav se zbog niskih mehaničkih vrijednosti češće ne upotrebljava.

Svojstva aluminija u odnosu na bakar

U tablici 1 dat je usporedni pregled osnovnih karakteristika aluminija čistoće 99,5 i bakra čistoće 99,9. Uz isti presjek i dužinu otpor aluminijskog vodiča je za 1,61 veći od otpora bakrenog vodiča. Zbog toga se za jednake otpore mora uzeti 1,61 puta veći presjek aluminijskog vodiča. Međutim, aluminij ima znatno manju specifičnu težinu od bakra, pa je odnos težina 3,3 puta u korist aluminija. Usporede li se, težinski, aluminijski i bakreni vodič iste dužine i istog otpora, vidi se da je vodič iz aluminija unatoč većem presjeku dva puta lakši od bakrenog vodiča.

Usporedni pregled karakteristika aluminija i bakra

Tablica 1

Redni broj	Karakteristike	Materijal	
		Al	Cu
1.	Specifična masa kod 20 °C g/cm³	2,70	8,90
2.	Specifični električni otpor kod 20 °C (mek. mat) om. mm²/m	0,0278	0,0172
3.	Temperaturni koeficijent otpora po 1 °C	0,00403	0,00393
4.	Linearni toplinski koeficijent istezanja po 1 °C	24° 10⁻⁶	17° 10⁻⁶
5.	Toplinska vodljivost kod 0 °C cal/cm. s °C	0,52	0,938
6.	Specifična toplina kod 0 °C cal/g °C	0,214	0,0928
7.	Temperatura taljenja 0 °C	658	1083
8.	Zatezna čvrstoća kp/mm² (mek mat.)	7—10	21—24
9.	Istezanje kod prekida % (mek mat.)	30—40	35—45
10.	Modul elastičnosti kp/mm²	6500	13000

Faktori, važni za uporedbu između vodiča od bakra i aluminija dati su pregledno u ovoj tablici:

	Al : Cu
Za jednak otpor	
omjer presjeka	1,61 : 1
omjer promjera (okrugli vodiči)	1,27 : 1
težinski omjer	0,42 : 1
Za jednaku struju i temperaturu	
omjer presjeka	1,39 : 1
omjer promjera	1,18 : 1
težinski omjer	0,42 : 1
Za jednak promjer	
omjer otpora	1,61 : 1
strujno opterećenje	0,78 : 1

Zamjena aluminija bakrom u drugim zemljama

Inostrano iskustvo zamjene bakra aluminijem pokazalo je da nema bojazni za brzi i što veći prelazak u kabelskoj industriji na proizvodnju i primjenu energetskih kabela s aluminijskim vodičima. Proizvodnja i upotreba takvih kabela jako je razvijena kako u zapadnim tako i u istočnim zemljama Evrope, a isto tako u SAD i Kanadi. Do široke primjene ovih kabela došlo je i zbog saznanja da je aluminij tehnički potpuno prikladan vodič ne samo s električnog, već i s mehaničkog i kemijskog gledišta, a uz to je odgovarajući kabel s aluminijskim vodičem znatno jeftiniji. Dakle on ima ekonomsku prednost pred klasičnim bakrenim kabelom, a taj momenat igra važnu ulogu u primjeni.

Tehnika montaže i spajanja

Tehnika montaže i spajanja energetskih kabela s aluminijskim vodičima je u potpunosti riješena te ne predstavlja nikakav osobiti problem, a time otpada i najveći dio prigovora protivnika primjene aluminija u energetskim kabelima. Općenito uzevši spajanje aluminijskih vodiča malo se razlikuje od spajanja bakrenih vodiča. Međutim, neka specifična svojstva aluminija zahtijevaju stanoviti oprez. Razvijeno je nekoliko načina spajanja aluminijskih vodiča koji daju dobar i trajan spoj, a to su:

— spajanje zavarivanjem,
— spajanje lemljenjem,
— spajanje utiskivanjem,
— spajanje vijcima i
— spajanje lijevanjem.

Spajanje aluminijske armature, koja može biti u obliku traka, profila ili okrugle žice, vrši se na sličan način kao spajanje žila. Svi ovi načini spajanja detaljno su obrađeni u stručnoj literaturi i pokazali su se kao dobri i pouzdani ako su savjesno i stručno izvedeni.

Propisi i standardi

Industrijski razvijene zemlje u potpunosti su razradile standarde za primjenu aluminija u elektrotehnici. U našoj zemlji još nisu stupili na snagu osnovni standardi za aluminijske vodiče za elektrotehničke svrhe, ali su pripreme završene i izrađeni nacrti standarda koji su podneseni Jugoslavenskom zavodu za standardizaciju na daljnji postupak. Također se radi na izmjeni, odnosno dopuni, već izišlih standarda za izolirane vodove i kabele s vodičima od bakra u toliko da se predvide i za aluminijski vodič. Na taj način će se omogućiti brže prodiranje na tržište izoliranih vodova i kabela s aluminijskim vodičima. Međutim, neki od postojećih jugoslavenskih standarda predviđaju za vodiče pored bakra i aluminij. Tako npr. standard JUS N. C5.220 II-1964, koji razmatra kabele s izolacijom i plaštem od termoplastičnih masa za napone do 10 kV, predviđa za vodiče pored bakra i aluminij. Isti standard određuje privremeno, dok ne stupi na snagu osnovni standard za aluminij, slijedeće vrijednosti za aluminijske vodiče:

Pregled maksimalno dozvoljenih omskih otpora (Prema preporukama IEC)

Tablica 2

Redni broj	Nazivni presjek vodiča mm²	Minimalni broj žica u vodiču	Maksimalni otpor vodiča kod 20° C	
			Ω/km jednožilni	Ω/km višežilni
1.	2,5	7	12,1	12,4
2.	4	7	7,55	7,70
3	6	7	4,99	5,09
4.	10	7	2,96	3,02
5.	16	7	1,87	1,91
6.	25	7	1,18	1,20
7.	35	7	0,851	0,868
8.	50	19	0,628	0,641
9.	70	19	0,435	0,443
10.	95	19	0,313	0,320
11.	120	37	0,248	0,253
12.	150	37	0,202	0,206
13.	185	37	0,161	0,164
14.	240	61	0,122	0,125
15.	300	61	0,0976	0,100

— specifični otpor 28,264 om mm²/km
— temperaturni koeficijent 0,00403 po °C na 20°C

Ujedno je određen i najmanji dozvoljeni presjek aluminijskog vodiča sa 4 mm².

Prema IEC preporukama (20 Central Office 125) iz oktobra 1964. godine dajemo informativno tabelarni pregled (tablica 2) maksimalno dozvoljenih omskih otpora kod 20°C, ovisno o nazivnim presjecima višežičnih aluminijskih vodiča koji se ugrađuju u kabele za fiksne instalacije.

Dozvoljeno strujno opterećenje

U tablicama 3 i 4 dato je dozvoljeno strujno opterećenje za kabele s aluminijskim vodičima i izolacijom iz PVC mase, pojedinačno položene u zemlji ili u zraku nad zemljom, uz pretpostavku temperature okoline 20°C i ovih ugrijanja vodiča kabela:

Naziv napona kV	Dozvoljena temperatura vodiča °C	Temperatura okoline °C	Povišenje temperature vodiča °C
1—6	70	20	50
10—20	60	20	40

Povišenje temperature koje nastaje kod određene jakosti struje ovisno je o uvjetima koji postoje za odvođenje topline nastale u kabelu. Pri datoj konstrukciji kabela unutrašnji toplinski otpor između vodiča i površine kabela zavisi jedino od specifičnog toplinskog otpora izolacije i zaštitnog pokrivača pa je zbog toga približno konstantan.

Odvođenje topline sa površine kabela na okolinu zavisi od mjesta i načina polaganja, a to se kod projektiranja mora uzeti u obzir. Pri tome treba uzeti u obzir:

— vrstu zemljišta i sadržaj vlage,
— povećanje specifičnog toplinskog otpora pri sušenju zemljišta kod punog opterećenja,
— opterećenje drugih kabela postavljenih u blizini.

Zbog toga su vrijednosti za strujno opterećenje (tablice 3 i 4) orijentacione i odnose se na trajni pogon. Ukoliko se polaže više energetskih kabela u istom rovu, moraju se vrijednosti za opterećenje smanjiti. Procentualno smanjenje dozvoljenog strujnog opterećenja za višežilne kabele, kad se nekoliko ovih polaže zajedno u zemlju sa razmakom oko 7 cm, dato je u tablici a), a u zraku nad zemljom u tablici b). Zavisnost dozvoljenog strujnog opterećenja od okolne temperature data je u tablici c).

a) *Nekoliko kabela položeno u zemlji sa razmakom oko 7 cm*

Broj kabela u rovu	2	3	4	5	6	8	10
Opterećenje u % od vrijednosti date u tabelama 3 i 4	90	80	75	70	65	62	60

Opteretivost energetskih kabela strujom opterećenja

a) Kabeli nazivnog napona 1 kV s aluminijskim vodičima temperatura okoline 20°C, pojedinačno polaganje

Tablica 3

Nazivni presjek vodiča mm²	Jednožilni		Dvožilni		3 i 4 žilni	
	u zemlji A	u zraku A	u zemlji A	u zraku A	u zemlji A	u zraku A
4	52	42	40	32	36	29
6	68	54	52	42	48	38
10	86	70	72	58	64	51
16	125	100	96	77	88	70
25	160	130	125	100	110	88
35	200	160	150	120	130	105
50	250	200	190	150	160	130
70	305	245	225	180	195	155
95	370	295	270	215	235	190
120	430	345	305	245	270	215
150	490	390	350	280	310	250
185	550	440	390	310	355	285
240	640	510	455	365	410	330
300	730	585	510	410	470	375
400	865	690	610	490	560	450

b) Višežilni kabeli nazivnog napona 6 i 10 kV s aluminijskim vodičima, temperatura okoline 20°C

Tablica 4

Nazivni presjek vodiča mm²	U = 6 kV		U = 10 kV	
	u zemlji A	u zraku A	u zemlji A	u zraku A
6	44	35	—	—
10	60	48	52	42
16	80	64	68	54
25	105	84	88	70
35	130	105	110	88
50	155	125	130	105
70	190	150	160	130
95	225	180	190	150
120	260	210	225	180
150	295	235	255	205
185	335	270	290	230
240	390	310	335	270
300	445	355	385	310
400	525	420	450	360

b) *Nekoliko kabela postavljenih u zraku nad zemljom jedan pored drugoga*

Razmak između kabela	Opterećenje u % od vrijednosti date u tablicama 3 i 4	
	3 kabela	6 kabela
Razmak jednak promjeru kabela	95	90
Kabeli se međusobno dodiruju	80	75

c) *Temperatura okoline različita od 20° C*

Temperatura okoline °C		5	10	15	20	25	30	35
Opterećenje u % za kabele	za napone do 6 kV	115	110	105	100	94	88	82
	za napone od 10 kV	120	113	107	100	93	85	76

Termoplastični materijali

Termoplastični materijali nailaze na sve širu primjenu u kabelskoj industriji, a među njima se naročito ističu polivinilklorid i polietilen. Poznato je da je uvođenje termoplastičnih materijala u ka-

belskoj industriji išlo dosta sporo, s jedne strane zbog nedovoljnog iskustva, a s druge strane i zbog rasprostranjenog mišljenja da je do primjene termoplastičnih materijala došlo zbog ratnih okolnosti i da oni nemaju zadovoljavajuću kvalitetu. Međutim, zahvaljujući intenzivnim istraživanjima u toku posljednjih godina, omogućena je proizvodnja termoplastičnih masa veoma dobrih kvalitetnih svojstava i očekivati je da će se razvoj primjene ovih masa u elektrotehnici i dalje nastaviti i da će u budućnosti biti još važnije nego što su to danas.

U našoj praksi najviše se upotrebljava polivinilklorid (PVC) kao izolacija, a isto tako i kao plašt, kod raznih vrsta kabela. Zahvaljujući svojim dobrim mehaničkim, električkim, termičkim i kemijskim osobinama, on sve više potiskuje klasične izolacione materijale i potpuno odgovara postavljenim zahtjevima pojedinih standarda. Sastav i vrste PVC masa za izolaciju i plašteve električnih vodiča i kabela, te njihova karakteristična svojstva i način provjeravanja kvalitete data su u jugoslavenskom standardu JUS N.A8.175. Osim toga, pojedinačni jugoslavenski standardi za izolirane vodove i kabele propisuju određena svojstva izolacije i plašteva iz termoplastičnih masa na gotovom proizvodu.

Kratak opis nekih tipova energetskih kabela

PPOO-A

Kabel se sastoji od okruglih odnosno sektorskih aluminijskih vodiča izoliranih PVC masom i međusobno použenih. Ispuna je iz gumene mješavine odnosno PVC traka kod sektorskih žila, a preko svega nalazi se vanjski plašt iz PVC mase.

PPOO/O-A

Kabel se sastoji od aluminijskih vodiča izoliranih PVC masom i međusobno použenih. Preko ispune prevučen je bešavni plašt iz PVC mase, koji s gornje strane obuhvaća i pocinčano čelično uže, koje kod raspona od 40 m daje provjes od 1,5%.

PP 41-A

Kabel se sastoji od aluminijskih okruglih, odnosno sektorskih vodiča, izoliranih PVC masom i međusobno použenih. Ispuna je iz gumene mješavine, odnosno PVC trake kod sektorskih žila. Preko ispune nalazi se omot od natron papira preko čega dolaze čelične trake i zajednički plašt iz PVC mase.

PP 45-A

Kabel se sastoji od aluminijskih okruglih, odnosno sektorskih vodiča izoliranih PVC masom i međusobno použenih. Preko ispune dolazi plosnata pocinčana čelična žica i otvorena zavojnica od pocinčane čelične trake i vanjski plašt iz PVC mase.

Važno je naglasiti da konstrukcije vodiča od aluminija mogu biti potpuno iste kao one od bakra. Međutim, lakša obradivost aluminija omogućava zbijanje ili kompaktiranje aluminijskog užeta kao vodiča. To se vrši u svrhu smanjenja promjera užeta, kako bi se smanjile njegove dimenzije, a time uštedjelo i na ostalim dodatnim materijalima.

Posebno je zanimljiv puni ili masivni vodič, koji može biti izveden i do najvećih dimenzija. Ovakav vodič je jedna jedina žica odgovarajućeg presjeka, bilo u okrugloj ili sektorskoj formi. Kabeli s ovakvim vodičima predstavljaju veliku prednost u upotrebi, jer se lako spajaju, a priključenje završetaka se obavlja jednostavnim prešanjem vodiča u oblik kabelske stopice.

Rezultati ispitivanja kabela tipa PP-41-A

Za ilustraciju svojstava izolacije i plašta naveo bih rezultate ispitivanja energetskog aluminijskog kabela tipa PP 41-A 10 kV, konstrukcije 3×35 mm²,

Usporedbene vrijednosti ispitivanja energetskog aluminijskog kabela PP 41-A, 3 x 35 mm, 10 kV

Tablica 5

Redni broj	Karakteristike	Propisane vrijednosti	Izmjerene vrijednosti
1.	Zatezna čvrstoća izolacije prije starenja	najmanje 160 kp/mm²	172
2.	Izduženje izolacije prije starenja	najmanje 180%	190
3.	Zatezna čvrstoća izolacije poslije starenja od 7×24 h na 80 °C	najviše ±20% od vrijednosti prije starenja	163
4.	Izduženje izolacije poslije starenja od 7×24 h na 80 °C	najviše ±20% od vrijednosti prije starenja	195
5.	Termoplastičnost izolacije	najviše 35%	4,8%
	Otpornost izolacije prema toplotnom udaru 2 h na 130 °C	skupljanje najviše 4%	3,2%
7.	Temperatura savitljivosti izolacije	2 h kod —5 °C	odgovara
8.	Otpornost izol. prema gorenju	najviše 30 s	10
9.	Zatezna čvrstoća plašta prije starenja	najmanje 160 kp/mm²	312
10.	Izduženje plašta prije starenja	najmanje 180%	260
11.	Zatezna čvrstoća plašta poslije starenja od 7×24 h 80 °C	najviše ±20% od vrijednosti prije starenja	287
12.	Izduženje plašta poslije starenja od 7×24 h na 80 °C	najviše ±20% od vrijednosti prije starenja	222
13.	Termoplastičnost plašta	najviše 35%	4,2%
14.	Otpornost plašta prema toplotnom udaru 2 h na 130 °C	najviše 4%	3,5%
15.	Temperatura savitljivosti plašta	2 h kod —5 °C	odgovara
16.	Otpornost plašta prema gorenju	najviše 30 s	8
17.	Naponska proba	ispitni napon 17 kV	odgovara
18.	Dielektrična čvrstoća:		
	a) prethodno ispitivanje	25 kV 5 min	odgovara
	b) glavno ispitivanje	10×24 h u vodi kod 60 °C i 16 kV =	odgovara

koji je proizveden i ispitan u tvornici električnih kabela »ELKA« u Zagrebu. Rezultati su dani u tablici broj 5, gdje su usporedo navedene propisane i izmjerene vrijednosti. Sva ispitivanja izvršena su prema JUS-u N.CO.030 — a ispitivanje dielektrične čvrstoće prema JUS-u N.C5.220.

Kako se vidi iz tablice 5, sve vrijednosti u potpunosti zadovoljavaju zahtjeve standarda. U vezi ispitivanja dielektrične čvrstoće izolacije pod utjecajem vlage na povišenoj temperaturi (tač. 18) spomenuo bih nekoliko riječi o načinu ispitivanja, budući da je ovo veoma važno, jer ukazuje na strukturu i sastav PVC masa; to je naročito važno za kabele, koji se polažu u zemlju i za kabele izložene veoma velikoj relativnoj vlažnosti.

Ispitivanja su:

a) prethodno ispitivanje

Iz komada kabela dužine oko 3 m pažljivo se izvade žile. Izvađene žile potope se u vodenu kupku temperature 60°C, tako da oba kraja vire iz vode najmanje po 20 cm. Poslije ležanja žila u vodi kroz period od 24 sata priključi se između vodiča i vode izmjenični napon od 25 kV u trajanju od 5 minuta. Zatim dolazi glavno ispitivanje.

b) glavno ispitivanje

Iste žile koje su izdržale prethodno ispitivanje podvrgnu se u istoj kupki s vodom pri temperaturi vode od 60°C istosmjernom naponu od 16 kV u trajanju od 10 × 24 sata, pri čemu ne smije nastupiti proboj.

Kako smo već spomenuli, rezultati ispitivanja kabela bili su potpuno u skladu sa zahtjevima standarda, a i dosadašnje iskustvo s kabelima koji su imali izolaciju i plašt od PVC masa pokazalo je da izvanredno dobro odgovaraju svrsi kojoj su namijenjeni.

Ekonomsko značenje primjene energetskih kabela s aluminijskim vodičima

Ekonomski razlozi govore u prilog primjene aluminija kao vodiča za energetske kabele:

1. Cijena gotovog kabela s aluminijskim vodičem vodljivosti odgovarajuće bakrenim je manja što se vidi iz priloženih tablica 6 i 7. U tablici 6 dat je usporedni pregled cijena za nekoliko različitih tipova energetskih kabela s bakrenim i aluminijskim vodičima, s izolacijom i plaštom od PVC mase, za nazivne napone do 1 kV. U tablici 7 dat je usporedni pregled cijena za nekoliko tipova energetskih kabela s bakrenim i aluminijskim vodičima za nazivne napone od 10 kV. Cijene su date prema cjeniku tvornice električnih kabela »ELKA« Zagreb.

2. Zbog nestašice bakra domaće tržište je veoma slabo snabdjeveno energetskim kabelima. Međutim, prelaskom na energetske kabele s aluminijskim vodičima mogla bi se proizvodnja ovih kabela znatno povećati i time podmiriti potreba tržišta, čiji se zahtjevi neprekidno povećavaju.

Usporedni pregled cijena energetskih kabela s bakrenim i aluminijskim vodičima

Cijene su date u novim dinarima po metru

a) Kabeli za nazivni napon od 1 kV

Tablica 6

Konstrukcija	Tipovi kabela za nazivni napon 10 kV					
	PPOO	PPOO–A	PP41	PP41–A	PP45	PP45–A
4×4 mm²	6,92	3,60	8,91	6,30	9,77	8,10
4×6	7,34	4,30	10,11	8,30	11,07	9,50
4×10	11,55	5,80	14,80	9,10	16,31	11,10
4×16	14,92	7,90	18,60	13,00	20,10	15,50
4×25	25,34	11,00	28,16	16,20	31,47	20,00
4×35	30,84	15,50	35,08	23,80	39,65	28,90
4×50	42,31	19,50	47,48	28,10	51,90	36,00
4×70	55,61	25,60	62,11	37,00	67,00	45,40
4×95	74,58	34,30	81,28	47,20	88,49	56,20
4×120	90,06	42,30	96,76	53,00	103,24	61,20
4×150	109,23	50,90	118,19	66,20	125,00	76,60
4×185	132,83	68,00	143,83	79,40	151,17	91,00
4×240	162,60	81,30	176,45	92,20	178,85	103,60
4×300	—	—	205,58	105,00	208,59	120,90
4×400	—	—	—	137,20	—	168,00

b) Kabeli za nazivni napon od 10 kV

Tablica 7

Konstrukcija	Tipovi kabela za nazivni napon 10 kV			
	PP 41	PP 41–A	PP 45	PP 45–A
3×10 mm²	18,22	15,10	20,47	16,00
3×16 ,,	21,78	16,90	25,38	18,00
3×25 ,,	29,70	20,60	34,60	21,80
3×35 ,,	39,57	28,90	42,54	30,40
3×50 ,,	53,09	37,20	56,32	39,20
3×70 ,,	68,46	45,50	73,23	47,90
3×95 ,,	81,77	52,00	87,38	54,70
3×120 ,,	96,38	59,60	105,73	62,00
3×150 ,,	116,76	69,10	127,33	71,90
3×185 ,,	—	80,90	150,32	84,20
3×240 ,,	—	97,50	175,99	101,30
3×300 ,,	—	110,80	—	115,60

3. Bakar koji bi se uštedio prelaskom na izradu vodiča od aluminija upotrijebio bi se u većoj mjeri za one proizvode kabelske industrije, gdje za sada ne dolazi u obzir zamjena aluminijem, a koji su također deficitarni na tržištu.

Zaključci

1. S tehničkog i ekonomskog gledišta nema zapreke za primjenu aluminijskih vodiča u energetskim kabelima.

2. Tehnika spajanja i montaže energetskih kabela s aluminijskim vodičima je riješena.

3. Standardi tehnički razvijenih zemalja u potpunosti su razradili primjenu aluminija u elektrotehnici te redovno predviđaju, pored bakrenih, i aluminijske vodiče za ugradnju u energetske kabele. Isto predviđaju i IEC preporuke.

4. Jugoslavenski standardi za primjenu aluminija za elektrotehničke svrhe su u pripremi, a neki od postojećih standarda već i sada predviđaju primjenu aluminijskih vodiča u energetskim kabelima.

PROIZVODNJA I POTROŠNJA ALUMINIJA U SVIJETU TE PERSPEKTIVNI RAZVOJ ALUMINIJSKE INDUSTRIJE KOD NAS

Milan Mikuličić, Zagreb

U članku je prikazan aluminij, njegov pronalazak, proizvodnja i potrošnja, koja u posljednje vrijeme zauzima sve važnije mjesto u svjetskoj industriji, a posebno u elektrodistribuciji.

DK 621.315

Ime aluminij je nastalo iz latinskog naziva za alaun (stipsa). Alumen je iza kisika i silicija treći elemenat po količini. U prirodi ne postoji kao metal, ali zato postoje aluminijski spojevi, posebno oksidi, u neiscrpnim količinama. Metalni aluminij poznat je tek oko 110 godina, a pronašao ga je danski fizičar i kemičar *Hans Christian Orstede*, koji je svoje otkriće objelodanio u danskoj Kraljevskoj akademiji znanosti 1852. godine u Kopenhagenu. Opreznim zagrijavanjem kalijevog amalgama sa aluminijevim kloridom slobodnim od vode i zaključno destilacijom žive proizvele su se aluminijske čestice u ostacima aluminijskog amalgama.

Friedrich Wohler uspio je 1845. tj. 7 godina ranije u Njemačkoj da proizvede nekoliko miligrama aluminijskih zrnaca, kod čega je umjesto aluminijevog amalgama koristio kalij.

Osnovu aluminijske industrije postavio je francuski kemičar S. T. *Claire Dewill* koji je po nalogu cara Napoleona III zbog vojnih interesa, da se taj novi metal iskoristi u vojne svrhe tražio put za jeftiniju proizvodnju aluminija u većim količinama. Godine 1854. mogao je ovaj kemičar prezentirati francuskoj Akademiji nauka, poboljšanu metodu dobivanja aluminija. Već u 1855. godini niti godinu dana kasnije ovome je kemičaru uspjelo proizvesti prvi blok aluminija, koji je bio izložen na Pariškoj svjetskoj izložbi (čistoća 96 do 97% aluminija). Usprkos zamjeni skupog kalija sa jeftinijim metalnim natrijem, kretali su se troškovi proizvodnje aluminija oko 2.400 maraka po kg, a prije otkrića *Dewilla* čak i do 4.500 maraka. U isto vrijeme radio je i kemičar francuskog porijekla *Robert Bunsen*, na razvoju proizvodnje aluminija putem elektrolize. Ovi pokusi nisu se mogli dovršiti i ostvariti zbog nedovoljnih snaga izvora električne energije, te su se u te svrhe koristili baterijama. Dinamo stroj u to vrijeme još nije bio pronađen. Kemičar *Dewille* počeo je godine 1850. u jednom predgrađu Pariza komercijalnu proizvodnju aluminija. Cijene su aluminiju počele naglo padati od 790 DM na 240 DM po kg, a već 1859. pale su na 150 DM po kg. Ukupna francuska proizvodnja aluminija u 1857. godini iznosila je jedva 27 kg. Godine 1886. svjetska proizvodnja aluminija dostigla je 16 tona. Tek pronalaskom dinamo stroja po *Werneru von Siemensu* stvorile su se mogućnosti za ekonomičnije dobivanje aluminija putem elektrolize.

Godine 1876. *von Siemens* je upoznao javnost sa svojom elektrolitskom peći za topljenje metala pomoću ugljenih četkica. Tek godina 1886. može se punim pravom smatrati godinom rođenja moderne aluminijske industrije. Pronalazač kemičar *Charles Martin Hall* dobio je aluminij putem elektrolize iz gline, koja je bila potopljena u rastopljenom kriolitu. Patent je prijavljen u Americi 23. februara 1866. godine, time je *Hall* dobio patent za Ameriku. U Evropi radio je na tom istom poslu francuski kemičar *Heroult* koji je također u to vrijeme dobio patent za Evropu, no oba pronalazača koji su radili na istom poslu nisu znali jedan za drugoga. Postupak *Hall-Heroult* predstavlja danas osnovnu produkciju aluminija u cijelom svijetu. Kao značajni daljnji dani na području dobivanja aluminija i tehničkog legiranja spomenuti su slijedeći datumi: 1892. godine dodijeljen je patent Austrijancu *Bayeru* za postupak dobivanja aluminijskog oksida iz boksita, siromašnog u željezu i siliciju, putem izlučivanja sa natrijskom lužinom. 1906. godine pronađena je legura dur aluminija (aluminij — bakar — magnezij), koja se je dala i kaliti i kako je poznato bila je osnova za gradnju skeleta Zeppelina.

---

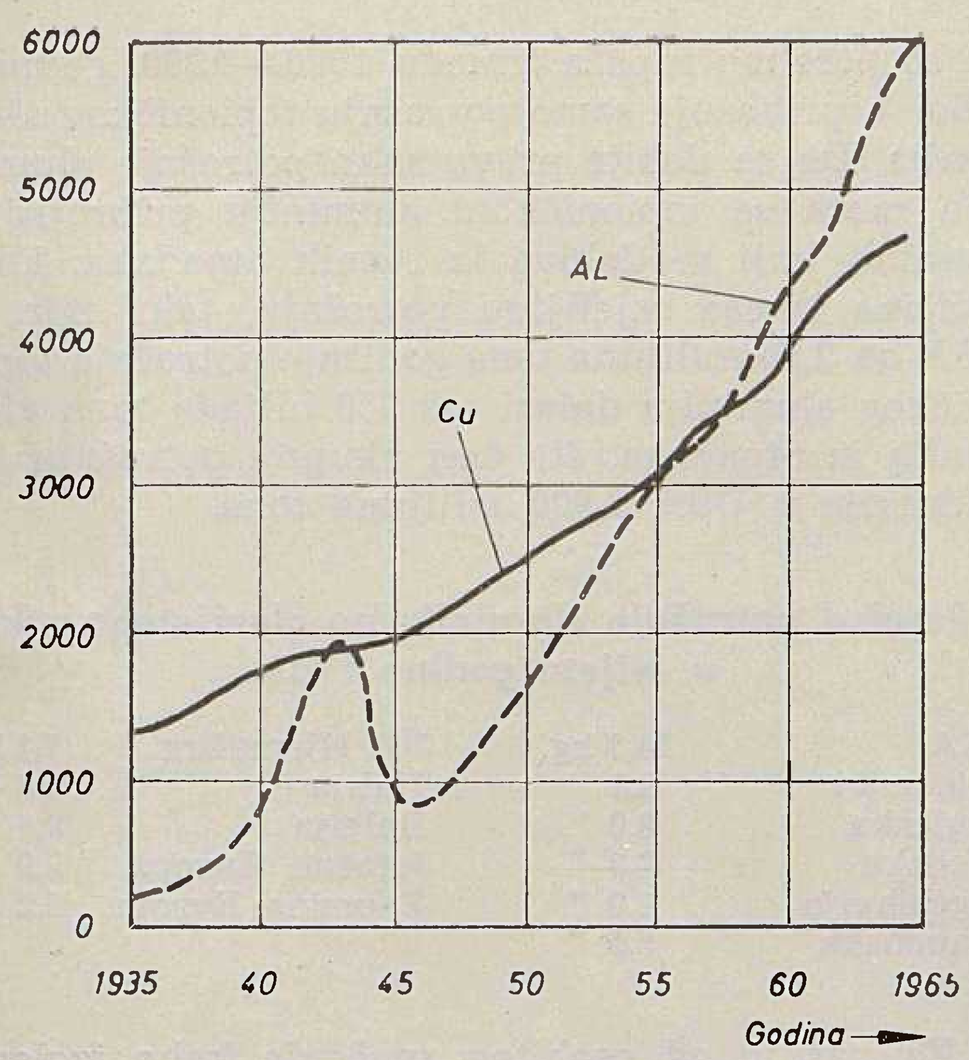
5. Zemlja se orijentira na razvoj snažne industrije aluminija, pa će se osigurati dovoljne količine aluminija iz domaćih izvora.

6. Zahvaljujući svojim veoma dobrim mehaničkim, električkim, termičkim i kemijskim karakteristikama, termoplastični materijali, koji se danas primjenjuju za izolaciju i plašteve energetskih kabela pokazali su, kako pri laboratorijskim ispitivanjima, tako isto tokom eksploatacije, svoja neosporno izvanredna svojstva te nailaze na sve veću primjenu.

Literatura

1. Artbauer: *Kabel und Leitungen* — Berlin 1961.
2. Kaiser: *Elektrotehnički priručnik* — Zagreb, 1964.
3. Tripalo: *Aluminij u elektrotehnici* B/VI
4. Relja: *Ključ za aluminij*, Zagreb 1963.
5. Knowlton: *Standard Handbook for Electrical Engineers*, New York 1957.
6. IEC 20 (Central Office) 125: *Recommendation for the Standardization of Nominal Cross-Sectional Areas and Composition of Conductors of Insulated Cables*, Ženeva 1964.
7. *Propisi* VDE 0271.
8. JUS N. C5. 220.
9. *Cjenik* »ELKA« Zagreb 1966.

Naslov pisca: Miralem Ibrahimpašić, dipl. ing. »Elka« tvornica kabela, Zagreb, Martićeva ul. 60.



Sl. 1. Svjetska proizvodnja topioničkog aluminija i bakra

Kratak prikaz svjetske proizvodnje topioničkog aluminija u zadnjih 10 godina

Na početku ovog stoljeća proizvodio se je aluminij u pet zemalja: USA, Njemačka, Francuska, Švicarska i Velika Britanija, i tada je (g. 1900.) svjetska produkcija iznosila oko 1.700 tona. U 1910. proizvodnja iznosi oko 8.500 tona, a već 1916. godine proizvodnja je porasla na oko 100.000 tona. Proizvodnja aluminija je u naglom porastu tako da već 1940. pred početak II svjetskog rata iznosi 1,000.000 tona od čega otpada na samu Njemačku 1/3 cjelokupne proizvodnje. Za vrijeme ratnih godina proizvodnja aluminija dostigla je proizvodnju od 2,000.000 tona i tako dostigla prvi puta svjetsku proizvodnju bakra.

Na koncu rata smanjila se je proizvodnja aluminija vrlo osjetno, ali se već u 1946. brzo oporavlja tako, da u 1952. postiže proizvodnju od 2,000.000 tona, a u 1955. godini oko 3,000.000 tona i tada stiže po drugi puta produkciju bakra.

U prijelazu iz godine 1964. na 1965. proizvedeno je u skoro 30 zemalja oko 6,000.000 tona topioničkog aluminija.

Na slici 2. prikazana je prosječna proizvodnja aluminija u najvažnijim zemljama. SSSR, USA i Kanada daju zajedno skoro 90% svjetske proizvodnje topioničkog aluminijuma. Francuska proizvodi 315.000 tona i ona je po redu drugi proizvođač aluminija u Evropi. Zatim slijedi Savezna Republika Njemačka sa 219.000 tona, Norveška sa 263.000 tona i Italija sa 115.000 tona. Italija je u snažnom razvoju i zadnjih pet godina je osjetno povećala svoju proizvodnju.

Unutarnji privredni razvoj i jačanje pozicija na svjetskom tržištu naše zemlje, zahtijevaju jedinstvenu i sinhroniziranu akciju, u pogledu najpovoljnijeg iskorištavanja svih proizvodnih i potencijalnih faktora. U tom cilju neophodno je stvoriti racionalnu koncepciju razvoja ove industrijske grane, koja polazeći od prirodnih i energetskih izvora, lokacionih i tehnološko-ekonomskih faktora, treba da omogući najekonomičniji razvoj ove grane djelatnosti.

Pregled kretanja proizvodnje i distribucije aluminija u svijetu po godinama i zemljama

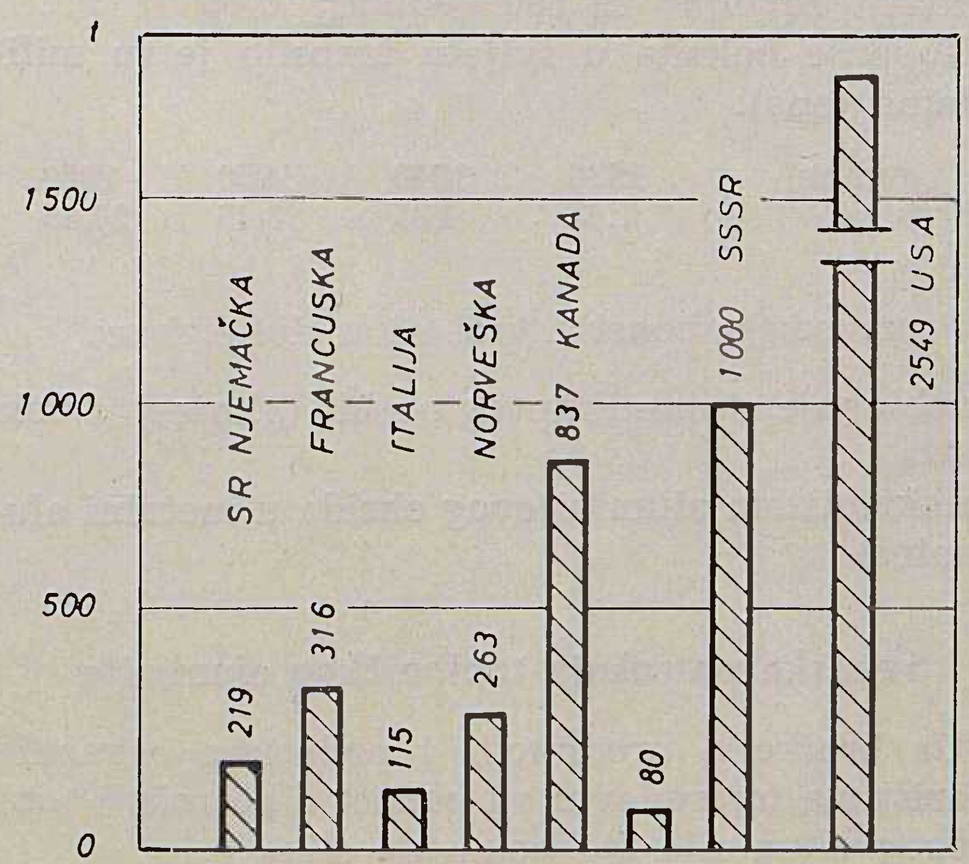
Zemlja	1961	1962	1963	1964	1965
	u tonama				
Kanada	75.000	83.200	93.800	100.800	116.100
SSSR i ostale zemlje	327.200	301.500	364.100	355.400	374.900
Engleska sa Komonveltom	139.600	133.600	145.700	174.100	163.000
U S A	129.300	211.400	258.000	232.200	339.100
Ukupno tona	671.100	729.700	861.600	862.500	993.100

Složenost elemenata, koji sačinjavaju jednu koncepciju izgradnje aluminijske industrije je vrlo velika. Posebno je važno naglasiti, da postoje neobično povoljne okolnosti za razvoj aluminijske industrije kod nas, gdje se nalaze bogata nalazišta boksita, čije se rezerve ocjenjuju na 200,000.000 tona rudače komercijalno sposobne za preradu kvalitete 55% AL 203 i 4% Si O_2, kao i snažni izvori jeftine hidroenergije sa preko 60 milijardi kWh. Da bi se proizvela 1 tona aluminija potrebno je utrošiti oko 17.000 kWh električne energije i oko 2 tone aluminijskog oksida (glinice).

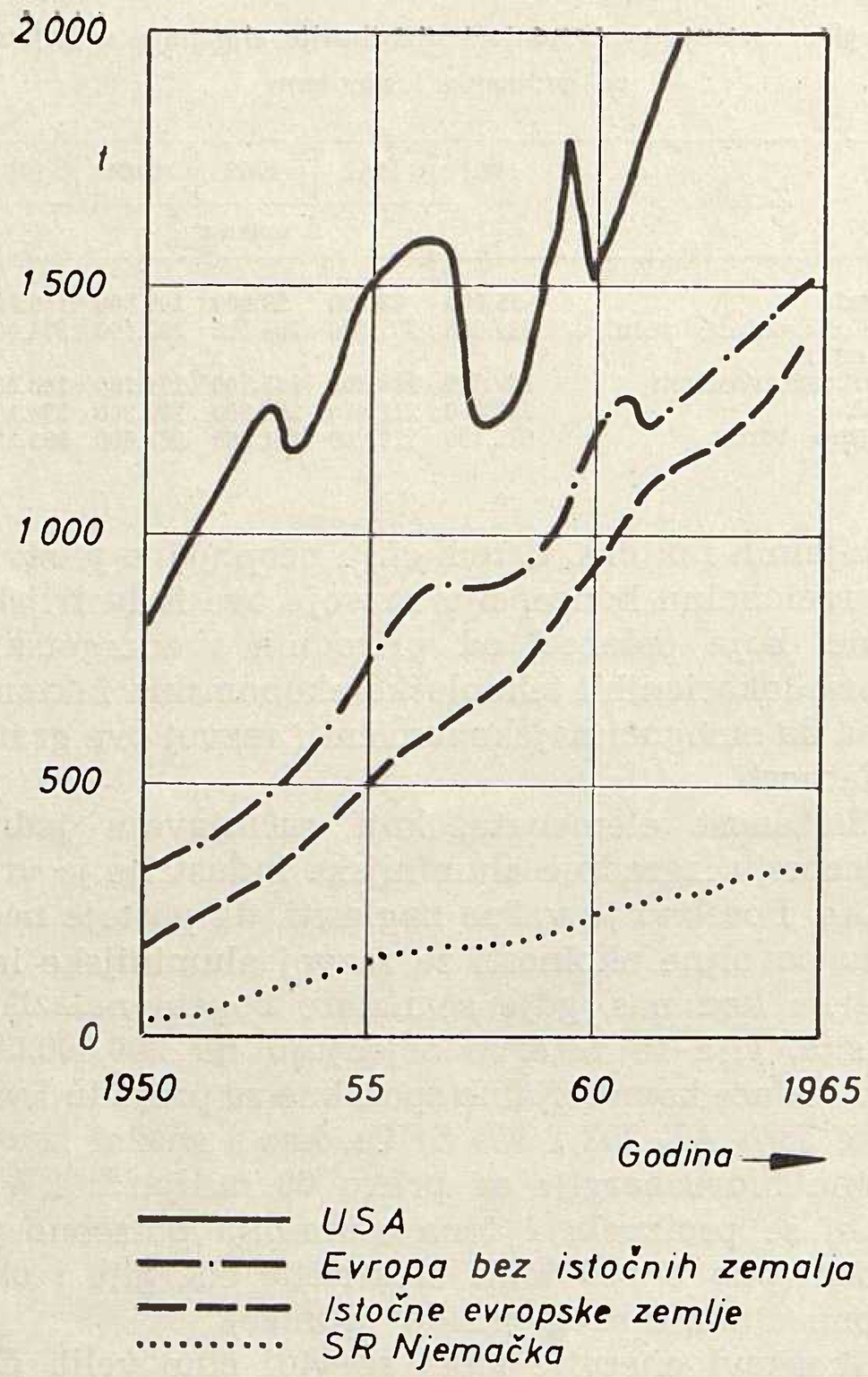
Troškovi energije kako se vidi čine velik dio ukupnih troškova proizvodnje aluminija. Kod predviđene proizvodnje aluminija u 1970. g. od oko 80.000 tona bit će potrebno osigurati 1.360,000.000 kWh.

Grubi pregled nalazišta boksita po zemljama u svijetu

U Evropi su glavna nalazišta boksita: u SSSR oko 400 milijuna tona, južna Francuska 250 milijuna tona, Mađarska 250 milijuna tona, Jugoslavija 200 milijuna tona, Grčka oko 80 milijuna tona.



Sl. 2. Proizvodnja aluminija u 1964. u najznačajnijim zemljama



Sl. 3. Iz ovih se krivulja vidi vrlo visoki potrošak posljednjih godina, a posebno potrošak u Sjedinjenim Američkim Državama

Ostale zemlje: Australija 2.5 milijarde tona, Kamerun 900 milijuna tona, Argentina 600 milijuna tona, Indija oko 1 milijardu tona kao i neispitana velika nalazišta u Narodnoj Republici Kini. Danas se računa da cjelokupne svjetske rezerve u boksitu iznose oko 12 milijardi tona.

Kod 4—5 tona boksita po jednoj toni aluminija utvrđena je rezerva od 2,5 milijarde tona aluminija iz boksita, što je prema sadašnjoj godišnjoj potrošnji dovoljno za 300 godina.

Kopanje boksita u svijetu iznosilo je (u milijardama tona):

godine	1930	1940	1950	1960
tona	1.65	4,35	8,45	27,35

Proizvodnja boksita vrši se u dvije faze:

a) dobivanjem aluminijevog oksida (glinice) iz boksita.
b) elektrolizom aluminijevog oksida u metalni aluminij.

Svjetska potrošnja topioničkog aluminija

Uz brojke o produkciji i podacima o raznim nalazištima mjerodavni su podaci o potrošnji topioničkog aluminija što pokazuje slika 3.

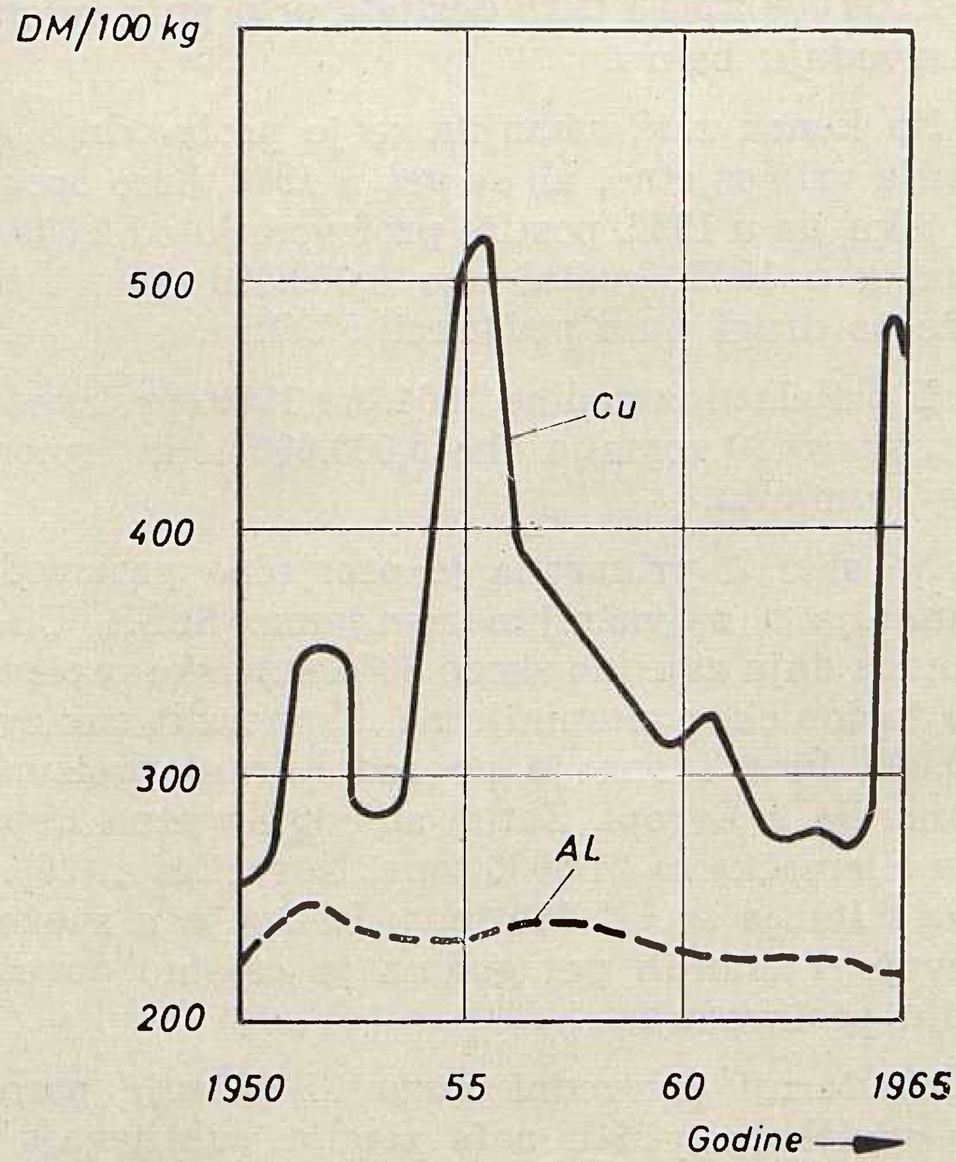
Krivulja pokazuje i vrlo veliku neravnomjernost uslovljenu konjukturnim i drugim uplivima, što se posebno zapaža između 1956.—1960. godine. Slika 3. prikazuje samo potrošnju topioničkog aluminija. Da se dobije prava slika potrošnje aluminija mora se topioničkom aluminiju pribrojiti i aluminij koji se dobiva iz raznih otpadaka, koje količine iznose osjetljivu potrošnju, tako npr. u USA na 2,35 milijuna tona godišnje potrošnje topioničkog aluminija dolazi još 550 hiljada tona aluminija iz otpadaka, što čini ukupnu potrošnju od aluminija u USA 2,900 milijuna tona.

Pregled potrošnje aluminija po glavi stanovnika u svijetu godine 1963.

USA	14,7 kg	SR Njemačka	7,1 kg
Švicarska	9,1 ”	Italija	2,8 ”
Engleska	8,0 ”	Belgija	3,0 ”
Švedska	7,3 ”	Istočna Evropa	2,9 ”
Jugoslavija	1,9 ”	Zapadna Evropa	5,2 ”
Francuska	5,5 ”		

Za nas je od osobitog značenja kako izgleda potrošnja aluminija u elektroindustriji. Od 1950. godine do 1963. godine u Saveznoj Republici Njemačkoj potrošnja je porasla od 10.350 tona na 63.400 tona, a od toga je upotrebljeno za gole aluminijske vodiče u 1963. godini 24.000 tona prema 6.600 tona u 1950. godini. U USA je 1963. godini iznosio ukupan potrošak aluminija u elektroindustriji oko 320.000 tona.

Ako povežemo ove pojave u svijetu s položajem naše zemlje u međunarodnoj podjeli rada, a imajući u vidu osnovne uvjete za razvoj ove industrijske grane onda se mora priznati, da nismo iskoristili sve mogućnosti za brži i snažniji razvoj u ovom pravcu. Kombinacijom navedenih osnovnih faktora omogućila bi se domaća prerada vlastite



Sl. 4. Razvoj cijena od 1950. do 1965. za elektrolitski bakar i za aluminijske vodiče u SR Njemačkoj

sirovine aluminija u više faze proizvodnje, što treba da bude osnovna baza i postavka svake zemlje u razvoju, a posebno naše zemlje.

No i pored ovakovih idealnih mogućnosti, naša zemlja je još uvijek prisiljena, da uvozi aluminij. Ovo je rezultat nesinhroniziranog industrijskog razvoja i zaostajanja aluminijske industrije iza drugih bazičnih grana. Svestrana upotreba aluminija u odnosu na druge metale usko je povezana s razvojem metalo-prerađivačke industrije, mašinogradnje, elektroindustrije, brodogradnje, transportnih sredstava, građevinarstva itd.

U sadašnjem i perspektivnom razvoju te domaćim viškovima, naša zemlja dolazi u povoljan odnos u međunarodnoj razmjeni, smanjuje se izvoz jeftinog boksita, a pojačava izvoz aluminija i aluminijskih prerađevina. Potrošnja aluminija u svim granama industrije, treba da bude još intenzivnija, posebno kod saobraćaja, građevinarstva, brodogradnje, zanatstva, trgovine itd. a naročito kod prehrambene industrije. Poznato je, da je prehrambena industrija veliki potrošač ambalažnog materijala, čije se potrebe kreću oko 156.000 tona i ako od toga uzmemo, da samo 10% participira aluminij proizlazi da prehrambena industrija postaje potrošač aluminija za oko 15.000 tona godišnje.

Pretpostavlja se, da će industrijska proizvodnja aluminija u razdoblju od 1964. do 1970. dostići potrošnju od oko 80.000 tona, te da će se postojeća potrošnja aluminija po glavi stanovnika od 1,9 kg povećati u 1970. godini na 4 kg. Ovim povećanjem naša bi se zemlja približila nivou potrošnje aluminija po stanovniku u Evropi u 1963. godini.

Na bazi izložene koncepcije industrije aluminija u našoj zemlji, godišnja potrošnja elektroenergije za aluminij iznosila bi u 1970. godini 4 puta više nego u 1964. godini. Današnji sistem snabdijevanja aluminijske industrije elektroenergijom nije garantirao aluminijskoj industriji konstantne količine i kvalitete energije, što je jedan od bitnih uvjeta rada ove industrije. Poznata je činjenica, da se energija u aluminijskoj industriji upotrebljava uglavnom kao sirovina, a ne kao pogonska energija, koja se bez većih šteta može reducirati, kao što je to slučaj u drugim granama industrije.

Zbog sve veće nestašice bakra na svjetskom tržištu pa i kod nas, sve se više primjenjuje upotreba aluminija u svijetu a to će se i kod nas dogoditi, posebno u elektroprivredi i distribuciji. Poznato je, da su sve istočne zemlje (SSSR, Poljska, Mađarska i ČSSR) kao i neke zapadne zemlje napustile upotrebu elektrolitskog bakra i sve vodiče zamijenile aluminijskim vodičima. Jugoslavenska združena elektroprivreda i elektrodistribucija trebaju godišnje golih aluminijskih vodiča, kabela i ostalih aluminijskih profila oko 20 do 25.000 tona. Svakako je elektroprivreda životno zainteresirana, da si ovaj važan materijal za izgradnju novih objekata, kao i za održavanje kabelske mreže i mreže dalekovoda, osigura i da konačno normalno teče njegovo snabdijevanje, što do sada nije bilo uvijek moguće postići.

Pregled razvoja cijena aluminija na svjetskom tržištu

Uz čisto tehnički razvoj aluminija nas posebno još interesira i razvoj cijena. Kod razmatranja razvoja aluminija naznačeni su troškovi proizvodnje. U slici 4. prikazan je razvoj cijena u periodu od 1950. godine do danas i uspoređen s razvojem cijena bakra za isti period. Ovo razdoblje najbolje ilustrira, zašto su mnoge industrije u svijetu prešle masovno od bakra na aluminij. Od jedne relativno niske cijene porasla je cijena od 1950. godine nesrazmjerno visoko. Ona je dostigla svoj vrhunac te godine poskupivši za preko 500 DM po kg. Godine 1965—1966. cijena je aluminija opet nešto porasla. Sadašnje cijene* kreću se na svjetskom tržištu po toni: boksitu 8—10 $, glinici 80—90 $, čistom aluminiju 500—550 $ i alučeličnoj užadi 650—680 $.

Zaključak

Sve veća nestašica bakra u svijetu i na svjetskom tržištu ubrzala je rješenje zamjene bakra aluminijem i masovne primjene aluminija u svim industrijskim granama, a posebno u elektroprivredi. Elektroprivreda je jedan od većih potrošača aluminija u svojim potrebama energetskih kabela, gole aluminijske užadi, aluminijskih profila kao i aluminijskih izoliranih vodiča.

Izgradnjom domaćih izvora aluminijske industrije postigli bi se slijedeći efekti: a) zamjenom bakra aluminijem postigle bi se ogromne uštede u bakru, osigurale dovoljne količine kritičnih materijala kao što su kabeli, aluminijska užad, aluminijski profili itd. b) nestala bi potreba za uvozom metalnog aluminija i time znatna ušteda u devizama, i c) za razvoj aluminijske industrije u narednih 8 godina, predviđa se ukupna proizvodnja oko 1,7 milijardi kWh, samo na području Dalmacije. Proizvodna cijena uz otplatu na 15 godina sa kamatama od 7%, za ove energetske objekte iznosit će na pragu elektrane 1,95 starih dinara po kWh. Ako pretpostavimo, da će u današnjim uvjetima privređivanja buduća cijena obuhvatiti još 44% doprinosa umanjenih za izgradnju, tada bi ova cijena iznosila na pragu elektrane 2,74 stara dinara po kWh.

Pretpostavljajući iskustveno, da troškovi prijenosa na razdaljinu od 150 km iznose 0,60 Din/kWh, to bi proizvodna cijena, kao prodaja franco prag velepotrošnje, iznosila 3,34 Din/kWh.

Naslov pisca: Milan Mikuličić, Poslovno udruženje elektrodistributivnih poduzeća SRH, Zagreb, Proleterskih brigada 37

* (Prema časopisu »DRAHT-WELT« 10/1965. i časopisu »Aluminium Limited« 38 Annuel Report 1965.)

ŠAVREMENA DALEKOVODNA ZAŠTITA NA »BLOCKING-PRINCIPU«

Rasto Močnik, Ljubljana

Opisana je mogućnost usavršenja distantne zaštite primjenom »blocking-sistema«, kojim su štićeni s osnovnim vremenom ne samo dalekovodi po čitavoj dužini, nego i sabirnice. Preduvjet za primjenu tog sistema su sigurne visokofrekventne veze za prijenos zaštitnih signala i odgovarajući distantni releji.

DK 621.315.1:621.316.9

Za zaštitu prijenosnih mreža visokih i najviših napona danas se gotovo isključivo upotrebljavaju distantni releji zbog svojih poznatih odlika, kao što su velika brzina djelovanja, velika sposobnost osiguranja selektivnosti i sl. Ipak se ponekad javljaju u elektroenergetskim sistemima u pogledu zaštite zahtjevi, kojima distantni releji ne mogu udovoljiti, pa je u takvim slučajevima potrebno pronaći druga rješenja odnosno upotrijebiti druge principe zaštite. Jedna od bitnih osobina distantne zaštite je poznata činjenica, da distantni releji štite osnovnim (najkraćim) vremenom samo oko 80% dužine dalekovoda, dok su preostalih 20% dužine i sabirnice susjednog postrojenja štićeni sa II vremenskim stepenom, koji može biti u izvjesnim slučajevima (a koji se u praksi javljaju kod nepovoljne konfiguracije mreže, npr. ako iza nekog dugog voda slijedi vrlo kratak vod) čak iznad jedne sekunde. Zaštita voda po cijeloj njegovoj dužini s osnovnim vremenom kod standardne distantne zaštite uopće nije moguća. Za postizavanje tog cilja neophodna su dodatna sredstva, koja su obično vrlo skupa i komplicirana. Jedna od mogućnosti, koja se dosta upotrebljava na vodovima 220 kV — prije svega zbog primjene ponovnog uključivanja — je povezivanje distantnih releja na oba kraja voda pomoću visokofrekventne sprege (»Mitnahmeschaltung«). Kog tog načina impuls onog distantnog releja, koji isključuje u I stepenu, djeluje osim na isključenje vlastite sklopke preko VF veze bilo na isključenje sklopke na suprotnom kraju voda, bilo na produženje I stepena suprotnog distantnog releja od 80% na 120% dužine voda. Na taj način su kvarovi na čitavoj dužini voda isključeni u vrlo kratkim vremenima, koja su samo za vlastito vrijeme trajanja prijenosa VF impulsa (a to je nekoliko desetina ms) veća od osnovnog vremena distantne zaštite.

Spomenuti princip koji zahtijeva skupe VF uređaje za prijenos zaštitnih signala, doduše rješava problem zaštite dalekovoda po čitavoj dužini, ali ne donosi nikakvo poboljšanje u pogledu zaštite sabirnica. Postoji međutim jedno vrlo interesantno rješenje, koje uz prenošenje zaštitnih signala pomoću VF uređaja omogućava ne samo zaštitu dalekovoda po čitavoj dužini, nego i zaštitu sabirnica susjednih postrojenja s osnovnim, tj. najkraćim vremenom distantnih releja. Taj sistem primjenjuje austrijska elektroprivreda u svojoj kruto uzemljenoj 220 kV mreži, a njegovo uvođenje bilo je uvjetovano postojećim tamošnjim tehničkim propisima, koji zahtijevaju isključenje jednopolnih kvarova u čitavoj uzemljenoj mreži, dakle ne samo na čitavoj dužini vodova, nego i na sabirnicama, u vremenu ispod 150 ms, dakle u osnovnom vremenu distantne zaštite. Zaštita po tom principu vrlo je uspjela, a zasniva se na primjeni »blocking-principa«, koji će ovdje biti protumačen. Za djelovanje takove zaštite moraju biti ispunjeni slijedeći uvjeti:

1. — da je u mreži uvedeno jednopolno ponovno uključenje*,
2. — da postoji pouzdana VF veza između distantnih releja na oba kraja voda,
3. — da su za zaštitu upotrebljeni distantni releji, koji omogućuju produženje I stepena od 80% na 120% impendancije (dužine voda).

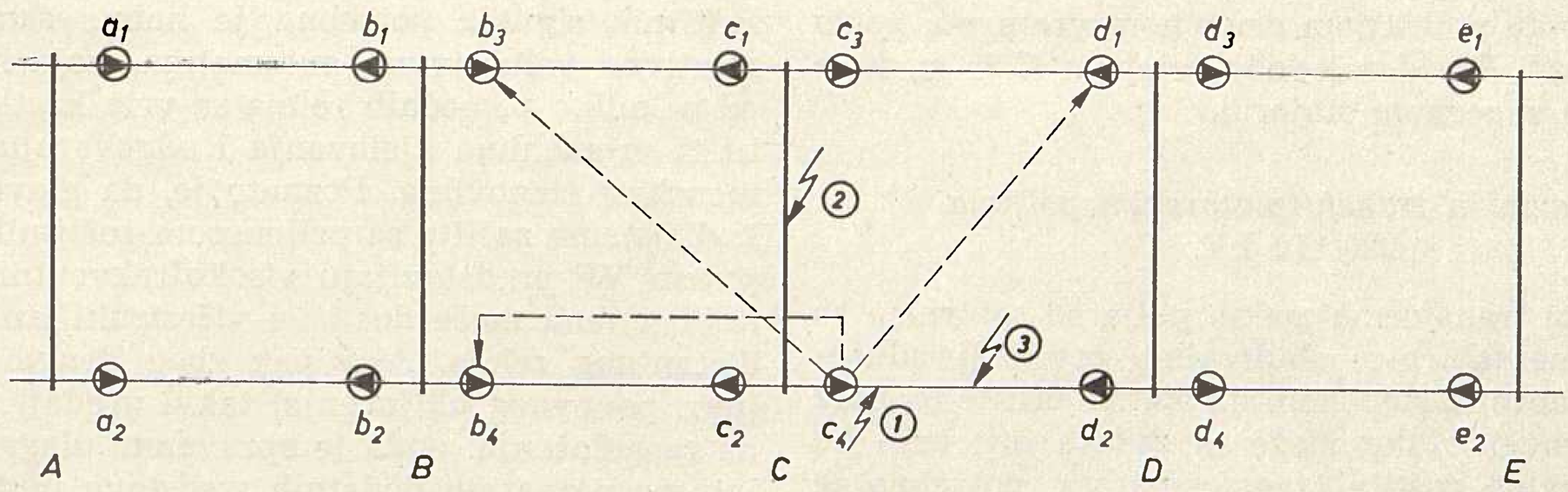
Zaštita radi sa dva načina prekapčanja područja (produženja) I stepena distantnog releja: brzo prekapčanje (BP) izvodi se kod jednopolnih smetnji istovremeno sa proradom distantnog releja, a sporo prekapčanje (SP) izvodi se kod višepolnih smetnji s neznatnim vremenskim zatezanjem (od 100 do 150 ms). Prekapčanje prvog stepena se blokira, čim stigne blokirni impuls (BI) iz suprotnog rasklopnog postrojenja. BI šalje svaki distantni relej istovremeno s isključenjem, i to svim susjednim distantnim relejima svih dalekovoda, koji su priključeni na sabirnice tog postrojenja, osim neposredno suprotnome releju. BI se ne prenosi relejima vlastitog postrojenja kao ni relejima vodova, koji vode iz susjednih postrojenja u slijedeća.

Rad zaštite kod jednopolnih kvarova je slijedeći (sl. 1.):

1. *Kod kvara između C i D u tački 1* (u blizini sabirnica C) isključuje odmah rele c_4 u C u osnovnom vremenu, ne čekajući prekapčanje I stepena, i istovremeno s isključenjem šalje blokirni impuls (B) svim susjednim relejima u B i D (tj. relejima d_1, b_3 i b_4) osim neposredno suprotnome releju (tj. releju d_2 u D). Relej d_2, kojemu leži kvar u području II stepena, nije primio BI, zbog čega istovremeno sa proradom izvodi brzo prekapčanje (BP) prvog stepena na 120% dužine voda i isključuje kvar također u osnovnom vremenu. Svi ostali releji u B i D, koji djeluju kod kvara, istovremeno sa prorađivanjem produžuju I stepen, ali se zbog prijema BI ponašaju na jedan od ova dva načina:

a) ako je BI stigao iz C pravovremeno, tj. dok su releji d_1, b_3 i b_4 doduše već produžili I stepen, ali nisu još isključili, BI odmah anulira produ-

* Uz odgovarajuću modifikaciju taj sistem je nesumnjivo moguće upotrijebiti i kod tropolnog ponovnog uključenja.



Sl. 1. Djelovanje zaštite kod jednopolnih kvarova

ženje, čime je spriječeno isključenje tih releja. Produženje prvog distantnog stepena ostaje blokirano, doklegod je prisutan BI. Pošto smo pretpostavili u tački 1. jednopolni kvar, u C i D se sprovodi jednopolno ponovno uključenje, nakon čega se uspostavlja normalno stanje, ukoliko je kvar bio prolaznog karaktera. Ukoliko se radi o trajnom kvaru, zaštita ponovno proradi na opisani način time, što se u C i D sprovodi definitivno tropolno isključenje.

b) ako je BI iz C stigao do releja d_1, b_3 i b_4 sa izvjesnim zakašnjenjem, moguće je da su ti releji već isključeni. BI u tom slučaju opet djeluje na anuliranje produženja I stepena, ali zbog zakašnjenja nije spriječio isključenje sklopke. Zbog toga releji d_1, b_3 i b_4 sprovode jednopolno ponovno uključenje (koje ne ometa selektivnost zaštite), a BI ostaje u tom slučaju prisutan još cca 2 sekunde. Ukoliko je kvar na dionici C—D bio prolazan, tako da je ponovno uključenje u C i D bilo uspješno, deblokira se nakon 2 sekunde BP, čime se releji d_1, b_3 i b_4 vrate u položaj mirovanja. U slučaju trajnoga kvara prilikom ponovnog uključivanja ponovno prorade svi releji: rele c_4 isključuje odmah definitivno u osnovnom vremenu, rele d_2 sprovodi BP i također isključuje definitivno u osnovnom vremenu. Releji d_1, b_3 i b_4 prorađuju, ali ne isključuju, pošto je kod njih BP još blokirano, a do SP ne dolazi, pošto je kvar u međuvremenu bio definitivno isključen. Releji d_1, b_3 i b_4, koji zbog zakašnjenja BI isključuju i sprovode ponovno uključenje, također šalju BI svojim susjednim relejima u A, E i C, ali je to bez utjecaja na rad zaštite, pošto kvar ni sa produženjem ne leži u području I stepena tih releja.

2. *Jednopolni kvar na sabirnicama postrojenja C* (tačka 2).

Svi releji u B, C i D prorade i sprovode produženje I stepena. Svi releji B i D isključuju u osnovnom vremenu, pošto od releja u C nije stigao BI, pa u C nijedan od releja c_1, c_2, c_3 i c_4 (za koje je kvar u zapornom smjeru) nije isključio. U B i D sprovodi se jednopolno ponovno uključenje, a ako je kvar trajne prirode i definitivno tropolno isključenje. Releji d_1, d_2, b_3 i b_4 prilikom isključenja daju BI relejima u A i E, ali je to bez utjecaja na rad zaštite.

3. *Jednopolni kvar u sredini dionice C—D* (tačka 3).

Pošto je kvar za oba releja c_4 i d_2 u području I stepena, oba releja isključuju odmah u osnovnom vremenu, ne čekajući da se sprovede BP. Prilikom isključenja pošalju oba releja BI susjednim relejima u B i E, gdje prouzrokuju blokiranje BP tih releja. Ukoliko je kvar trajne prirode, releji c_4 i d_2 nakon neuspješnog ponovnog uključenja isključuju tropolno definitivno.

4. *Višepolni kvar u tački 1 u blizini sabirnica C.*

Kako je u početku naglašeno, sistem radi samo sa jednopolnim ponovnim uključenjem. Višepolne smetnje isključuju se tropolno definitivno, zbog čega mora biti selektivnost u tom slučaju apsolutno osigurana. To se postiže primjenom sporog prekapčanja (SP) područja prvog stepena distantnih releja kod višepolnih kvarova. Kod kvara u tački 1 prorade svi releji u B, C i D, ali ne sprovode brzo produženje I stepena (BP), pošto se radi o višepolnom kvaru, dok je sporo produženje (KP) u međuvremenu sigurno već blokirano od BI, koje je odaslao rele c_4. Taj rele je naime isključio odmah u I stepenu, ne čekajući produženje I stepena, i poslao BI relejima d_1, b_3 i b_4, ali ne i releju d_2. Taj rele nesmetano sprovodi sporo produženje I stepena i isključuje u nešto povišenom osnovnom vremenu (0,25 do 0,35 sek), a što je ipak znatno niže od uobičajenih vremena II distantnog stepena.

5. *Višepolni kvar na sabirnicama u C* (tačka 2).

Svi releji u B, C i D prorade i sprovode sporo produženje I stepena. Releji b_3, b_4 i d_1, d_2 isklju-

čuju u nešto povišenom osnovnom vremenu, pošto nisu primili BI od nijednog releja u C (a za koje je kvar u zapornom smjeru).

6. *Kvarovi u transformatorskim poljima* 220/110 kV.

Otcjepi transformatorskih polja od sabirnica su kao i same sabirnice obuhvaćeni prvim (produženim) distantnim stepenom distantne zaštite na gore opisani način. Kako može ta zaštita biti brža od diferencijalne zaštite transformatora, potrebno je spriječiti, da bi sabirnice prilikom kvara u transformatorskom polju ostale bez napona zbog isključenja distantnih releja u susjednim postrojenjima analogno kao kod kvarova na samim sabirnicama. Zbog toga je potrebno da i diferencijalni rele prilikom prorade dade blokirni impuls distantnim relejima u susjedna postrojenja, čime se sprečava produženje prvih stepena tih releja. Ukoliko taj impuls nešto zakasni, u susjednim postrojenjima se sprovodi ponovno uključenje, koje je sigurno uspješno, pošto je diferencijalni rele u vremenu beznaponske pauze nesumnjivo već isključio defektni transformator. Kako mora diferencijalni rele u slučaju kvara što prije odaslati BI, to se za odašiljanje tog signala ne može upotrijebiti impuls za isključenje diferencijalnog releja (zbog vremenskog zatezanja), nego se koristi proradni kontakt diferencijalnog releja. Pomoću male adaptacije (jednog dodatnog vremenskog člana i releja na nultu struju) može se postići isključenje jednopolnih kvarova na sabirnicama u vrlo kratkim vremenima i sa strane transformatora.

Opisani sistem zaštite omogućuje dakle isključenje svih kvarova na čitavoj dužini dalekovoda i na sabirnicama u vrlo kratkim vremenima, i to jednopolnih u osnovnom vremenu distantne zaštite, a tropolnih u tek nešto povišenom osnovnom vremenu. Očito je, da to predstavlja značajan napredak u zaštiti elektroenergetskih sistema, a što se pozitivno odražava naročito na:

— poboljšanje stabiliteta mreže
— dozvoljenu visinu napona dodira i koraka u blizini dalekovodnih stupova i u visokonaponskim rasklopnim postrojenjima
— dozvoljeni utjecaj na vodove slabe struje
— obim štete kod kvarova (naročito na sabirnicama).

Potrebno je napomenuti, da uz gore navedene pretpostavke zaštita na »blocking-principu« ne iziskuje velike troškove. Dodatno odgovarajućim distantnim relejima i VF uređajima za prijenos zaštitnih signala potrebna je naime samo jedna relativno jednostavna automatika, koja se sastoji od nekoliko pomoćnih releja sa vrlo kratkim vlastitim vremenima djelovanja i odgovarajućim vremenskim članovima. Poznato je, da glavni trošak kod sistema zaštite sa prijenosom zaštitnih signala putem VF predstavljaju visokofrekventni uređaji, kojih cijena može dostići i višestruki iznos cijene distantnog releja. Ako pak zbog drugih potreba (npr. ponovnog uključenja) takvi uređaji već stoje na raspoloženju, onda je opravdano ulaganjem relativno neznatnih dodatnih sredstava postići savršeniji sistem zaštite.

Postavlja se pitanje, da li je moguće u jugoslavenskoj 220 kV mreži primijeniti opisani sistem u onim dijelovima mreže, gdje se predviđa upotreba VF aparatura za prijenos zaštitnih signala (npr. za ponovno uključenje). U načelu je to moguće bez daljnjega postići dodavanjem spomenute jednostavne relejne automatike. Ne smijemo, međutim, izgubiti iz vida, da taj sistem stavlja visoke zahtjeve na sigurnost i besprijekornost rada svih upotrebljenih uređaja (visokofrekventnih aparatura, distantnih i pomoćnih releja, učinskih sklopki itd.), a koji u našoj mreži u uobičajenim uvjetima najčešće nisu ispunjeni. Kao uzgredan problem napominjemo napajanje VF uređaja, koje se danas vrši iz mreže 220 V izmjeničnog napona s prekapčanjem na akumulatorsku bateriju preko pretvarača u slučaju nestanka (ili pada) izmjeničnog napona. Prespajanje na bateriju, međutim, prouzrokuje prekid rada VF uređaja za nekoliko sekundi, pa takav način napajanja nije upotrebiv kod VF aparatura za zaštitne svrhe. Za te aparature potrebno je osigurati stalno i neprekidno napajanje (npr. iz akumulatorske baterije putem pretvarača). Taj primjer neka posluži kao ilustracija, na kojim se sve područjima pojavljuju problemi na putu suvremenijoj zaštiti naših mreža. Moderne zaštite — među koje se ubraja i gore opisani sistem — nesumnjivo traže kao preduvjet jedan određeni tehnički nivo u prijenosnoj mreži. Ako taj nivo danas kod nas još ne zadovoljava, to ne može biti nesavladiva prepreka za rad na usavršavanju zaštite, jer smo nesumnjivo u stanju, da zalaganjem naših stručnih kadrova ostvarimo uvjete za rješavanje i takvih složenijih zadataka na području zaštite.

Literatura:

H. Stimmer: *Kombinierter Leitungs- und Sammelschienenschutz für 220 kV mit Distanzrelais in Dreirelaisschaltung und TfH-Steuerverbindungen.*

Naslov pisca: Rasto Močnik, dipl. ing., Poslovno združenje energetike SRS, Ljubljana, Hajdrihova 2.

PRIMJENA PODATAKA MJERENJA UTJECAJA OPASNOSTI PRI IZBORU ZAŠTITNIH MJERA

Miljenko Krešić, Zagreb

U energetskim mrežama s krutim uzemljenjem zvjezdišta transformatora teku, u slučaju jednofaznog dozemnog spoja, vrlo jake homopolarne komponente struje. Te struje izazivaju opasne napone na telekomunikacionim vodovima koji, uz ostale faktore, ovise i o sastavu tla. U članku je opisan način proračuna specifičnog otpora tla iz podataka mjerenja utjecaja, kao i metoda proračuna razmještaja odvodnika prenapona u svrhu zaštite telekomunikacionog voda.

DK 621.316.9

Uvod

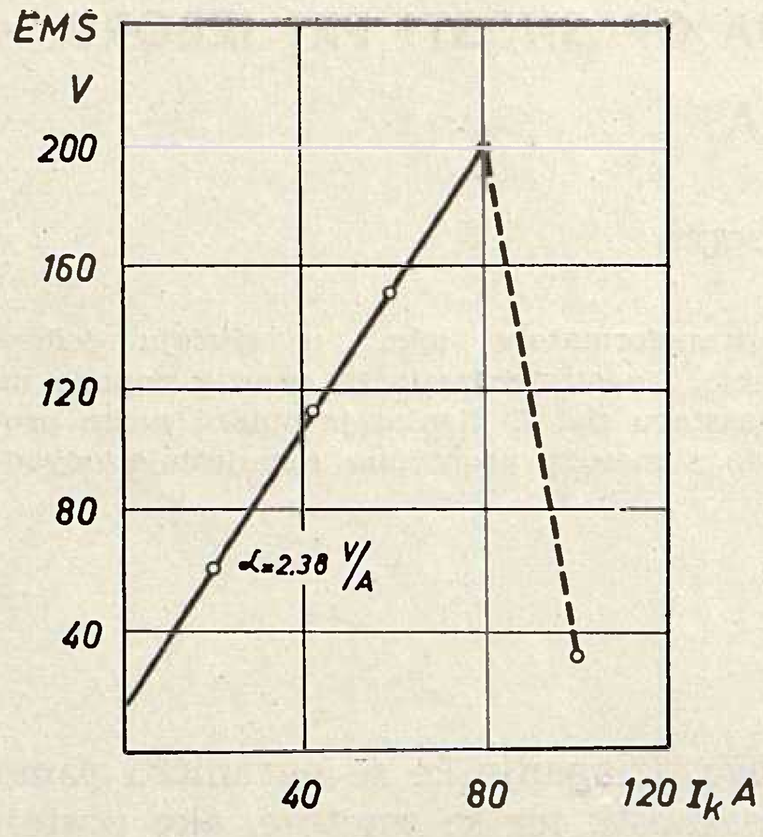
Proširenjem visokonaponske mreže sve se češće susrećemo s problemima perturbacija. Činjenica je, da se visokonaponski vodovi konstruiraju na suvremen način dok su se, na žalost, u tehnici prijenosa informacija još uvijek zadržali nadzemni vodovi kao prijenosni mediji. Takvo stanje neminovno potencira ionako tešku situaciju, ali ujedno uvjetuje primjenu radikalnih mjera zaštite. S modernizacijom telekomunikacionih prijenosnih sistema i medija, zaštitu neće više uvjetovati proširenje mreže visokog napona, već će telekomunikacioni uređaji i kabeli biti konstruirani i izvedeni na takav način, da zaštita, onakva kakva se danas primjenjuje, neće biti potrebna. Potrebno je napomenuti, da se trase vodova visokog napona danas odabiru prema uvjetima za gradnju dalekovoda, a rijetko se kad, jer to nije moguće, uzimaju u obzir trase tt vodova, koje često zbog konfiguracije terena, ili nekih drugih uvjeta prolaze istim pravcem na izvjesnoj udaljenosti (npr. DV Kraljevac — Mostar, DV Senj — Vinodol, DV Nikšić — Titograd, DV Nikšić — Bileća itd.). Upravo taj razlog uvjetuje primjenu modernih sredstava prijenosa informacija.

U današnjim uvjetima projektant je postavljen pred zadatak da uz sve proračune, koji su vezani za dalekovod kao jakostrujnu instalaciju, izradi i elaborat utjecaja konkretnog voda visokog napona na postojeće telekomunikacione vodove. On se pri tome služi već ustaljenom metodom proračuna prema još uvijek važećim jugoslavenskim propisima i na temelju dobivenih rezultata proračuna odlučuje se na način zaštite. Pri proračunu se, jasno, prave neke pretpostavke, koje se odnose na specifičan otpor zemljišta i struju jednofaznog dozemnog spoja. Praksa je pokazala, da je u većini slučajeva ocjena terena sa stanovišta vodljivosti netačna, a s time u vezi je i kriva vrijednost specifičnog otpora zemljišta, dok je kod ocjene struje jednofaznog dozemnog spoja sporno, da li računati sa maksimalnim ili sa smanjenim iznosom struje. Ovim se člankom želi podsjetiti na način proračuna i određivanja zaštitnih mjera, koje se do sada u elaboratima nije primjenjivalo, a prema iskustvu daje pouzdanije rezultate. Sva su razmatranja izvršena u duhu preporuka CCITT-a, novog prijedloga jugoslavenskih propisa i novih VDE propisa. Osim toga, izlaganje će se ograničiti samo na utjecaj opasnosti, jer se smetnje, ako postoje, mogu spriječiti primjenom odgovarajućih prijenosnih sistema i sklopova.

Mjerenje utjecaja opasnosti

Ne ulazeći u metodologiju mjerenja, spomenut ćemo da je mjeren inducirani napon na žtt vodu Nikšić — Titograd za slučaj kada je dalekovod 220 kV Titograd — Grančarevo bio uzemljen u Titogradu, a napajan jednofazno iz HE Dubrovnik. Mjerenja su vršena u Nikšiću na žtt vodu, koji je bio uzemljen u Titogradu. Rezultati mjerenja pokazuju, da je inducirani napon na žtt vodu u linearnom odnosu sa strujom kroz dalekovod, te se prema tome naponi za realne vrijednosti struja mogu dobiti ekstrapolacijom. Neznatna odstupanja od linearnosti mogu se protumačiti kao rezultat subjektivne pogreške očitanja, s jedne strane ampermetra, a s druge voltmetra, kao i neistovremenosti očitanja. Teoretski se može očekivati, da za struju $I_k = 0$ bude i inducirani napon jednak nuli. Iz slike 1 se međutim vidi da postoji neki pogon, koji vjerojatno potječe od drugih izvora (npr. dalekovoda 35 kV) u normalnom pogonu. Na žtt vodu su se nalazili priključni odvodnici prenapona, koji namjerno nisu isključeni, kako bi se u slučaju eventualne prorade odvodnika ustanovio stepen zaštite. Potrebno je napomenuti, da su odvodnici na žtt vod postavljeni bez posebnih proračuna na mjesta, koja su se pokazala kao najprikladnija za montažu. Povećanjem struje kroz dalekovod došlo je do prorade odvodnika. Na slici se vidi diskontinuitet u porastu napona (trenutak prorade odvodnika), ali gradijent porasta napona nakon prorade odvodnika nije poznat, jer nije postojala mogućnost za daljnje povećanje struje dalekovoda. Za ovaj slučaj gradijent porasta napona iznosi 2,38 V/A, a do paljenja odvodnika je došlo kod cca 200 V. U tom momentu je napon pao na vrijednost od cca 30 V.

Nakon izvršenog mjerenja utjecaja moglo bi se uz izvjesne pretpostavke preći odmah na izbor zaštite. U većini se slučajeva primijenila zaštita odvodnicima prenapona, koji su u jednakim razmacima porazmješteni duž telefonskog voda na dionicama ne većim od 430 V induciranog napona.

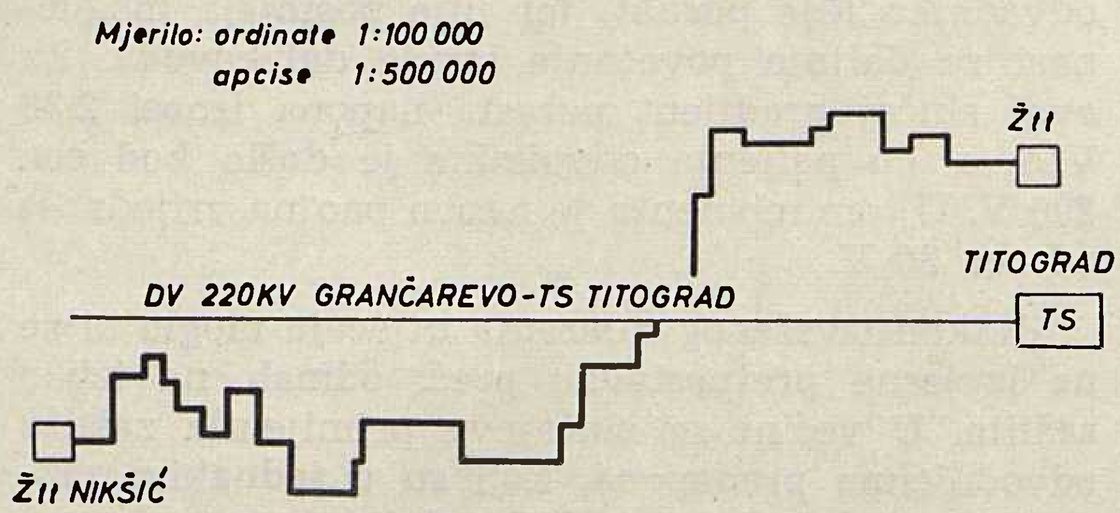


Sl. 1. Inducirani napon kao funkcija struje jednopolnog dozemnog spoja

To je redovito rješenje s većim brojem odvodnika nego što je potrebno, a osim toga se u tom slučaju odvodnici postavljaju u jednakim razmacima, što također nije ispravno. Da se odvodnici razmjeste na ispravan način potrebno je, prije svega, izračunati specifični otpor zemljišta, nakon čega će se računati parcijalni inducirani naponi po dionicama, a s tim u vezi i međusobni razmak odvodnika.

Karakteristike dalekovoda i tt voda

Dalekovod 220 kV Titograd — Trebinje ima čelično zaštitno uže, srednja visina vodiča nad zemljom iznosi 20 m, dok srednja visina vodiča žtt voda nad zemljom iznosi 6 m. Žtt vod prolazi trasom jednokolosječne željezničke pruge, koja se u dogledno vrijeme neće elektrificirati. Kao realan faktor redukcije šina može se uzeti 0,8, što s faktorom redukcije zemnog užeta 0,95 iznosi 0,76. Faktor 0,8 je uzet prema najnovijim VDE propisima. U proračunu će se računati sa faktorom 0,8. Trasa dalekovoda i žtt voda dužine 35,79 km prikazana je na slici 2. Odsječci žtt trase predstavljaju projekciju stvarne trase na trasu dalekovoda, a broj odsječaka je dovoljno velik da se cijela trasa dovoljno tačno aproksimira. Tok struje jednofaznog dozemnog spoja prikazan je na slici 3. Intenzitet struje odgovara uvjetima povezane mreže 110 kV



Sl. 2. Prikaz trase žtt voda Nikšić—Titograd u odnosu na dalekovod 220 kV Grančarevo—Titograd

s priključnim svim izvorima. To su uvjeti koje propisuje VDE, a preporuča CCITT, iako je malo vjerojatno da će do takvog stanja u mreži doći, jer je to s energetsko ekonomskog stanovišta nelogično. S obzirom na to, da je struja određena na temelju gornje pretpostavke, tj. na temelju najnepovoljnijeg stanja u mreži, svaka realna struja I_k će biti manja.

Proračun specifičnog otpora zemljišta

Iz slike 1 se vidi da je gradijent porasta napona $\alpha = 2{,}38$ V/A. Uvrstimo li to u formulu

$$E = \omega M I_k \cdot k \quad \text{V}$$

dobijemo

$$\frac{E}{I_k} = 2{,}38 = 314\, M\, 0{,}8$$

a odavde

$$M = \frac{2{,}38}{314 \cdot 0{,}8} = 9450\ \mu\,\text{H}$$

Budući da je duljina paralelnog vođenja 35,79 km, onda je

$$M' = \frac{9450}{35{,}79} = 264\ \mu\,\text{H/km}$$

Iz izraza za M ćemo izračunati specifični otpor zemljišta. Formulu je izveo Haberland iz izraza Polačeka i Karsona, a daje približno iste rezultate kao i izraz Kostenka (ruska literatura):

$$M = \ln\left(1 + \frac{6{,}10^5}{pd^2}\right) \cdot 10^{-7} \quad \text{H/m}$$

$$pd = d\sqrt{\frac{f}{\rho}} \qquad d = \sqrt{a^2 + (b - c)^2}$$

Ovdje je:

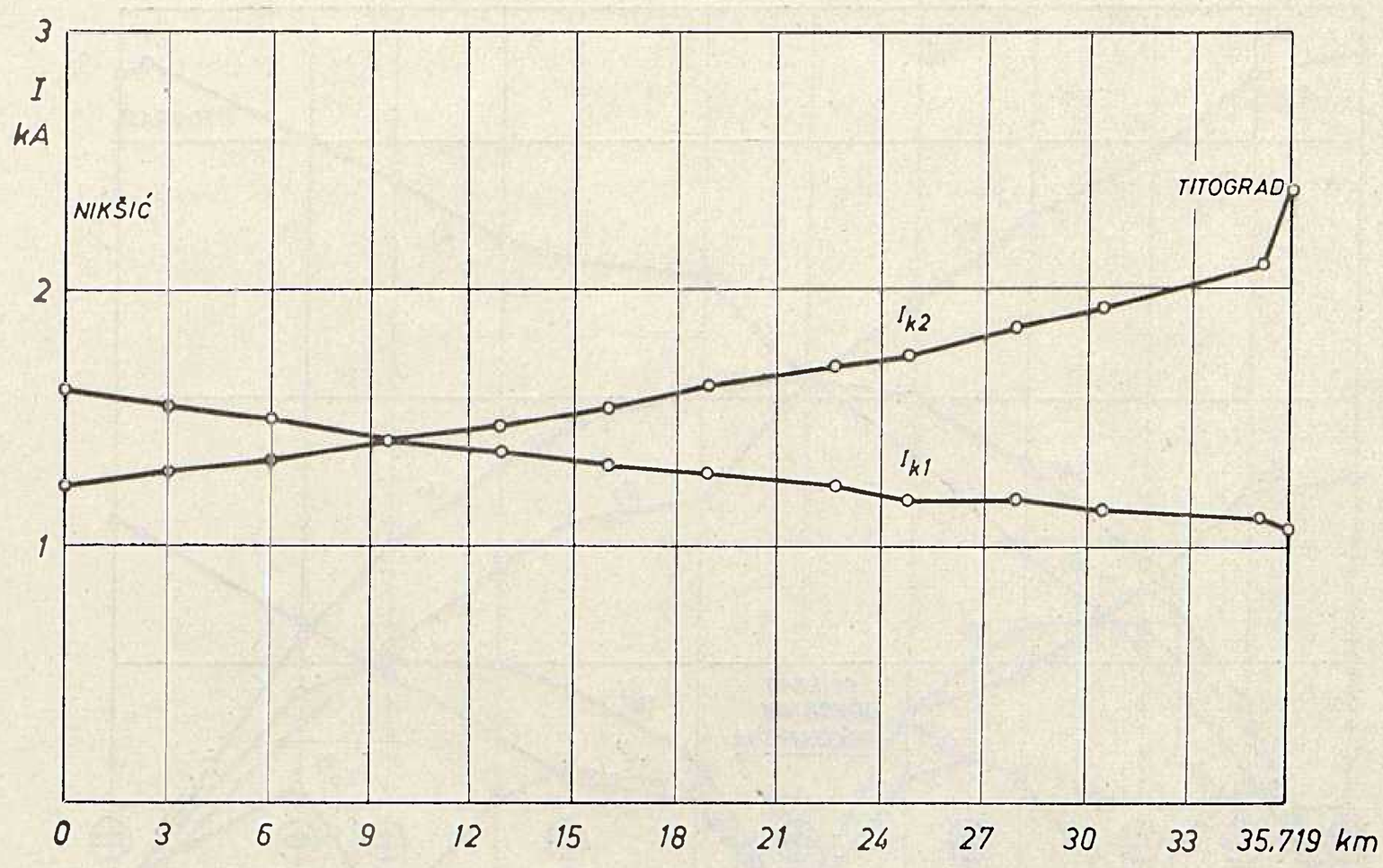
a — horizontalni razmak među jednožičnim vodovima
b — visina voda koji smeta (nad zemljom)
c — visina smetanog voda (nad zemljom)
ρ — specifični otpor zemljišta
f — frekvencija

Uvrstimo li vrijednosti dobijemo:

$$264 \cdot 10^{-9} = 10^{-7} \ln\left(1 + \frac{6 \cdot 10^5}{pd}\right)^2$$

odavde je: $p_d = 212$, a uz prosječnu udaljenost tt voda od dalekovoda $\alpha = 1090$ m, dobivamo: $\rho = 1320\ \Omega$m.

Ova vrijednost predstavlja prosječan specifičan otpor za cijelu trasu od 35,79 km. Budući da trasa ne prolazi kroz područje istog geološkog sastava, potrebno je prema sastavu zemljišta odrediti specifični otpor za pojedine dionice. Na području između Nikšića i Titograda, na terenu kojim prolazi trasa dalekovoda i tt linije, nalazimo različite sastave tla. Razlikujemo aluvij oko Nikšića, a dalje do Danilovgrada teren sačinjavaju dolomitski vapnenci gornje krede i trijasa. To su krute i vodopropusne stijene, tako da se padavine vrlo brzo



Sl. 3. Tok struje jednofaznog dozemnog spoja

gube u podzemlju. Treći dio trase prema Titogradu spušta se prema terasi rijeka Morače i Zete, koju sačinjavaju krupnozrnati šljunak izmiješan sa pjeskovitim šljunkom i pijeskom, te ilovača i crvenica. Ovi su sedimenti prilično neravnomjerno raspoređeni, nekad jako vezani, nekad nevezani, a jako vodopropusni. Iako je to područje prema službenim statističkim podacima jedno od najbogatijih u SFRJ u pogledu oborina, vlažnost terena je vrlo mala zbog jake vodopropusnosti. Čak za slučaj jakih oborina ne dolazi do formiranja potoka, a voda se skuplja u dubljim slojevima zemlje. Upotrebom funkcije M_0 (x) u preporukama CCITT uz poznati geološki sastav može se cijela trasa podijeliti na tri dionice, mjereno od Nikšića prema Titogradu, sa specifičnim otporima:

$\rho_1 = 1000\ \Omega m$	$l_1 = 2{,}8$ km
$\rho_2 = 1524\ \Omega m$	$l_2 = 17{,}73$ km
$\rho_3 = 937\ \Omega m$	$l_3 = 15{,}27$ km

Tome odgovaraju međuinduktiviteti:

$M_1 = 1060\ \mu H$	$M_1' = 380\ \mu H/km$
$M_2 = 5050\ \mu H$	$M_2' = 320\ \mu H/km$
$M_3 = 2900\ \mu H$	$M_3' = 190\ \mu H/km$

Za određivanje gornjih vrijednosti upotrebljeni su praktični podaci o specifičnom otporu zemljišta iz elektroprivrede Švicarske, Švedske i SSSR-a, odnosno dobiveni rezultati su uspoređeni s podacima navedenih elektroprivreda.

Može se utvrditi da je za podjednaki geološki sastav zemljišta dobiven specifični otpor istog reda veličina. Kako se u našem slučaju radi o relativno kratkim dionicama paralelizma, neće biti bitne razlike u induciranim naponima, ako se proračun izvede s prosječnim specifičnim otporom, umjesto sa parcijalnim, ali se kod većih dionica razlike između ρ_2 i ρ_3, svakako moraju uzeti u obzir.

Proračun razmještaja odvodnika

Imajući u vidu gore navedene rezultate, konfiguraciju terena, međusobni položaj vodova i trase drugih vodova, odlučeno je da se za zaštitu od eventualnih prenapona primijene plinski odvodnici. Odvodnike treba razmjestiti tako, da ni u jednoj tački voda, mjereno prema zemlji, ne postoji napon veći od onog dozvoljenog našim propisima, u našem slučaju 430 V trajno. Kao što je naprijed navedeno, proračun mora dati minimalan broj odvodnika za dane uvjete. To je potrebno zbog relativno visoke cijene uzemljenja u odnosu na cijenu samog odvodnika.

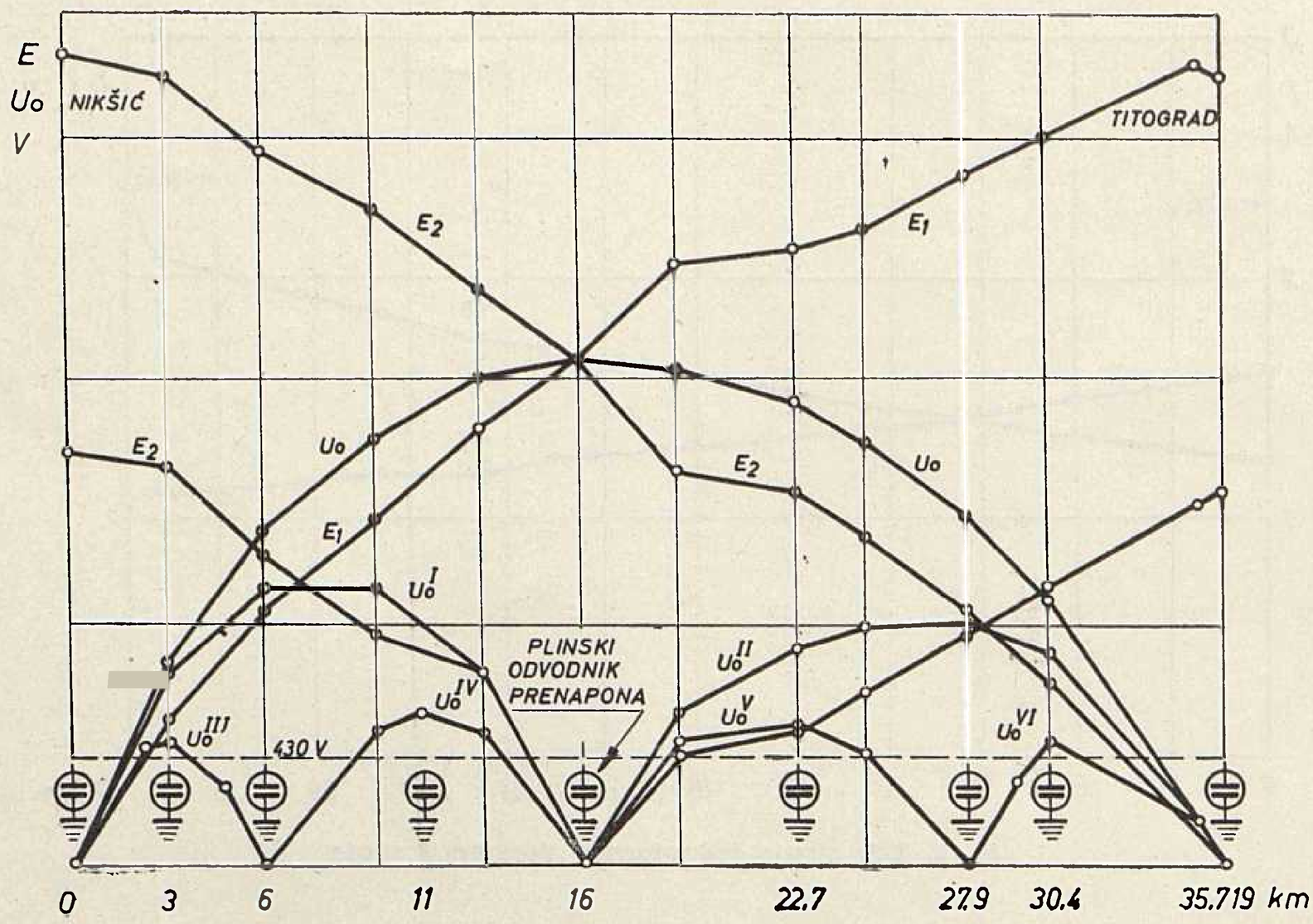
Proračun razmještaja odvodnika izvodi se općenito na slijedeći način:

Promatrajmo dva voda, prvi je vod visokog napona napajan s oba kraja, a drugi je tt vod štićen na krajevima odvodnicima čiji je razmak »l« (slika 4). Ako je na vodu visokog napona došlo do dozemnog spoja na udaljenosti l_1 onda će prema tom mjestu teći struje I_k' i I_k''. Struja I_k' će u tt vodu na duljini l_1 inducirati napon E_1, a struja I_k' na duljini l_2 napon E_2 (pretpostavljamo da je E_1 veće od E_2). Bude li u tom slučaju napon na krajevima tt voda, gdje su postavljeni odvodnici veći od napona paljenja odvodnika, oni će proraditi i kroz tt vod će preko odvodnika i zemlje kao povratnog voda poteći struja

$$I_0 = \frac{E_1 - E_2}{2\,R_z + 2\,R_0 + Z_n \cdot l} \qquad (1)$$

gdje je

R_z — otpor uzemljenja odvodnika
R_0 — unutrašnji otpor odvodnika za vrijeme vođenja
Z — impedancija voda vodič — zemlja (po jedinici dužine u km)



Sl. 4. Rezultati proračuna razmještaja odvodnika prenapona

Označimo li sa U_0 napon u bilo kojoj tački tt voda prema zemlji, onda za ovaj slučaj možemo napisati:

$$U_0 = E_1 - I_0 (Z_n l_1 + R_z + R_0) \quad \text{i} \qquad (2)$$

$$U_0 = E_2 + I_0 (Z_n l_2 + R_z + R_0) \qquad (3)$$

Uvrstimo li u jednadžbu 2 ili 3 izraz za I_0 (1) dobijemo:

$$U_0 = E_2 + \frac{E_1 - E_2}{2 R_z + 2 R_0 + Z_n \cdot l} (Z_n l_2 + R_z R_0)$$

Uz pretpostaku, da su otpori uzemljenja i unutarnji otpor odvodnika mali u odnosu na impedanciju voda vrijedi:

$$U_0 = \frac{E_1 l_2 - E_2 l_1}{l} \qquad (4)$$

Pomoću ovog izraza izračunate su vrijednosti za krivulje na slici 4. Proračun je izveden uz pretpostavku da je kritični napon 430 V i račun je ponavljan tako dugo dok vrijednost napona U_0 nije pala ispod te granice. Na taj način su dobivene krivulje U' U'' U''' U^{iv} U^{v} U^{vi}. U dijagram su također ucrtane vrijednosti podužnog induciranog napona. Proračun se može znatno ubrzati primjenom nomograma koji se može naći u odgovarajućoj literaturi.

Odvodnici se postavljaju u tačkama $U_{0\,max}$. Pri proračunu je potrebno uzeti dovoljno velik broj odsječaka voda, tako da tačnost raspodjele odvodnika bude zadovoljavajuća. Kao što se iz slike 4 vidi za osiguranje žtt voda potrebno je postaviti odvodnike na slijedećim udaljenostima mjereno od Nikšica: 0, 3, 6, 11, 16, 22,7, 27,9, 30,4 i 35,719 km. Iz slike se također vidi da nije neophodno potrebno postavljati odvodnike upravo u tačkama $U_{0\,max}$, već su dozvoljena izvjesna odstupanja, koja su ovisna o naponu paljenja odvodnika. Ne smije se, dakle, odvodnik postaviti tako daleko od mjesta u kojem naponu U_0 ima tjeme, da napon prema zemlji na tom mjestu bude manji od napona paljenja odvodnika. Prema tome granice su strogo određene, ali tolerancije nisu naročito oštre. Svako postavljanje odvodnika na mjesto koje ne odgovara proračunu mora se u nastavku proračuna uzeti u obzir, jer se slika raspodjele napona bitno mijenja. Na kraju je potrebno napomenuti, da za dobro djelovanje zaštite, mora svakako biti ispunjen uvjet da otpor uzemljenja odvodnika bude mnogo manji od impedancije voda.

Zaključak

Primjena kvalitetnih odvodnika prenapona predstavlja efikasno osiguranje telekomunikacionih vodova od prenapona, ukoliko se izvrši proračun razmještaja odvodnika. Računskom se metodom, na temelju rezultata mjerenja, mogu ustanoviti one komponente u proračunu za koje se obično čine netačne pretpostavke. Postavljanje odvodnika na krivo mjesto je praktički isključeno, a ako se to radi, onda se to čini svjesno. Minimalan broj odvodnika za dani slučaj osim svega uslovljuje manji broj uzemljenja, a time i jednostavnije održavanje.

Literatura:

C C I T T — Directives 1963.
V D E — 1965.
M i h a j l o v — *Vlijanije vnešnih elektromagnetnih polej na cepi pravodnoj svjazi i zaščitnije meroprijatija* 1959.
K l e w e — *Interference between power systems and telecommunication lines* 1958.
JUS B.A4.150 geološka karta.
Mjerenja na žtt vodu Titograd, Nikšić 1965.

Naslov pisca: Miljenko K r e š i ć, dipl. ing., Udružena elektroprivreda Hrvatske — Zagreb, Proleterskih brigada 37.

Stanje prijenosa istosmjernom strujom visokog napona danas u svijetu

U časopisu »Energija« br. 9—10 od 1961. godine izašao je opširan članak (Markovčić: Prijenos velikih snaga istosmjernim sistemom vrlo visokog napona) o prijenosu istosmjernom strujom visokog napona. Tom je prilikom iznesen historijat tog problema, tehnički osnovi, kao i aktuelno stanje u svijetu. U međuvremenu učinjen je daljnji napredak. Neki su uređaji završeni, a novi su u stadiju gradnje ili projekta, pa će stoga u ovom prikazu biti izneseno najnovije stanje na području te tehnike prijenosa, prema podacima iz literature.

Kod istosmjernog voda nema induktivnih padova napona, nema struja nabijanja, a niti skin-efekta. Vod ima samo dva vodiča, pa je zbog toga znatno jeftiniji od trofaznog. Međutim, zbog presmjerivačkih uređaja krajnje su stranice kod istosmjernog prijenosa vrlo skupe. Upravo zbog toga je ovaj sistem jeftiniji od trofaznog tek kod velikih daljina prijenosa kad može niža cijena voda doći do punog izražaja. Prijenos istosmjernom strujom visokog napona nadzemnim vodom dolazi dakle u obzir kod velikih snaga i velikih udaljenosti. Mišljenja o snagama i daljinama gdje su troškovi prijenosa istosmjernim i trofaznim sistemom podjednaki, a iznad kojih je istosmjerni sistem povoljniji, mnogo se razilaze.

Prema nekima (SSSR) granična snaga leži negdje između 300 i 400 MW a granična daljina iznosi 600 i 700 km. Međutim, prema podacima Komiteta CIGRE br. 10, u Parizu 1966. za snage 1000 do 2000 MW granična daljina je tek 1000 km.

Ako je pak u pitanju prijenos kabelom, istosmjerni je prijenos ekonomičan već kod daljine od nekoliko desetaka kilometara. Istosmjerni kabel ima slabiju izolaciju od trofaznog, nema dielektričnih gubitaka, a niti struja nabijanja. Stoga se kabel s masom može kod istosmjerne struje upotrijebiti do nekih ±250 kV.

Kod polaganja visokonaponskog kabela u vodi prednost prijenosa istosmjernom strujom naročito je velika. Kod trofaznog sistema već se kod kraćih dionica javlja potreba kompenzacije struja nabijanja pa treba ugraditi u trasu kompenzacione uređaje, a ako se odabere uljni kabel trebale bi se također ugraditi posude za izjednačivanje. To naravno kod polaganja u vodi nije moguće izvesti, pa istosmjerni kabel postaje ekonomičan već kod nekih 25 km prijenosne daljine.

Interesantno je napomenuti, da je na zasjedanju CIGRE 1966. izneseno mišljenje talijanskih stručnjaka da bi se uljni istosmjerni kabel mogao primijeniti za prijenos pod vodom čak do dužine do 80 km. Također i na kopnu, gdje su potrebni dulji kabelski prijenosi, u obzir dolazi istosmjerni sistem. Npr. u slučaju kad se u centar konzuma velikih gradova trebaju dovesti velike snage, a nema slobodnog prostora za trase nadzemnih vodova.

Naročito je interesantna upotreba istosmjerne veze dvaju nezavisnih trofaznih elektroenergetskih sistema. Ona ima nekoliko vrlo značajnih prednosti:

— Sistemi mogu imati različite frekvencije i mogu voziti posve nezavisno.
— Snaga razmjene u istosmjernoj vezi može se regulirati po volji, neovisno o radu trofaznog sistema.
— Regulacijom na mrežici presmjerivača moguće je vrlo brzo mijenjati snagu razmjene, što je osobito važno u momentu kvara u sistemu.
— Struje kratkog spoja ne prenose se iz jednog sistema u drugi. Istosmjerna veza pojačava sistem, ali ne povećava struje kratkog spoja. To je interesantno također kod uklapanja novih velikih elektrana. Kog toga osim što se ne povećavaju struje kratkog spoja, postoji mogućnost ubacivanja energije na više mjesta direktno u distributivnu mrežu.

U SSSR-u vrše se istraživanja tzv. hibridnog prijenosa tj. istovremenog prijenosa istosmjerne i trofazne struje istim vodom. Namjera je kod toga, da se iskoriste dobre strane oba prijenosa sistema. Da bi se dobila praktična iskustva, eksperimentira se na jednom vodu 110 kV. Hibridni prijenos imao bi slijedeće prednosti:

— Duž voda mogu se vršiti priključci kao kod normalnog trofaznog voda, što kod istosmjernog prijenosa nije moguće zbog poteškoća isklapanja.
— Mogu se iskoristiti postojeći vodovi. U SSSR-u smatraju da bi svi njihovi vodovi do uključivo 220 kV, mogli biti upotrebljeni za hibridni prijenos bez preinake.
— Bolje je iskorištena izolacija. Budući da se izolacija vodova dimenzionira prema manevarskim prenaponima, a oni su kod hibridnog prijenosa jednaki onima kod trofaznog sistema, izolacija može ostati nepromijenjena.

Međutim, ovakva pulsirajuća struja ima svojih mana i to naročito u pogledu opterećenja transformatora istosmjernom komponentom struje i izolacije zvjezdišta transformatora.

Gledajući problem s tehničke tačke gledišta danas se smatra da je istosmjerni prijenos pogonski dovoljno siguran, premda se još vrše svestrana istraživanja. Danas kao usmjerivač odnosno presmjerivač (mutator) isključivo je u upotrebi živin mutator. Ima međutim izgleda da ga zamijene suhi ventili npr. tiristori.

Prenaponska zaštita istosmjernim odvodnicima prenapona nije još potpuno riješena, a također treba riješiti problem zagađivanja izolatora. Potpuno je još otvoren problem istosmjernih prekidača. Njihova se upotreba može izbjeći kod prijenosa, gdje postoje

Prijenosi istosmjernom strujom u svijetu

Uređaj	KAŠIRA	GOTLAND	DONBAS	LA MANCHE	SARDINIJA	N. ZELAND	JAPAN	KONTI SKAN	VANCOUVER	PACIFIC I	PACIFIC II	KINGSNORTH
Krajnje stanice	*Kašira Moskva*	*Västervik Visby*	*Volgograd Donbas*	*Lydd Echinghen*	*Codrongianos S. Dalmazio*	*Benmore Haywards*	*Sakuna —*	*Göteborg Alborg*	*Arnott Stratford*	*Dalles Sylmar*	*Dalles Mead*	*Kingsnorth Beddington Willesden*
Ulazak u pogon	1950	1954	1964	1961	1966	1965	1965	1965	1967-69	1968	1971	1970
Prijenosna snaga MW	30	20	720	160	200	600	300	250	78-312	1440	1440	940
Napon kV	200	100	±400	±100	200	±250	2 × 125	250	130-260	±400	±400	±266
Struja A	150	200	900	800	1000	1200	1200	1000	600-1200	1800	1800	1200
Dalekovoda km	112	—	473	—	290	575	—	86	41	1330	1330	—
Kabela km	(112)	96	—	64	116	42	—	87	28	—	—	82

samo početna i krajnja presmjerivačko-transformatorska stanica. U tom slučaju istosmjerne sklopke nisu potrebne, jer se prekidanje može vršiti kontrolnim uređajem na mrežici mutatora, odnosno sklopkama na trofaznoj strani. Međutim, ako se želi formirati mreža s odcjepima, prekidači su neophodni.

Upotreba zemlje kao jednog od vodiča bilo u normalnom naponu bilo u kvaru također se još istražuje zbog sticanja iskustva o smetnjama.

Na problemima istosmjernog prijenosa vrlo visokog napona intenzivno je radilo još prije rata i za vrijeme rata nekoliko vodećih evropskih elektrotehničkih tvornica (u Švedskoj, Švicarskoj i Njemačkoj), dok Amerika tada nije pokazivala interes za ovu vrstu prijenosne tehnike. Nakon rata naročito se afirmirala u gradnji mutatorskih stanica švedska tvornica ASEA. Ona je izgradila prvi na svijetu istosmjerni prijenos preko mora (96 km) na liniji otok Gotland — švedsko kopno. Uređaj je stavljen u pogon 1954.

S obzirom na golema prostranstva, u Sovjetskom Savezu također su nakon rata počela opsežna ispitivanja istosmjerne prijenosne tehnike, pa je već 1950. stavljen u pogon pokusni smjerni prijenos Kašira—Moskva, dužine 112 km.

U Njemačkoj su istosmjerni prijenosni uređaji u ratu dijelom propali, a dijelom bili demontirani. Njemačka industrija najnovijeg vremena nije na tom polju ništa radila. No nakon svestranih analiza došlo se u Njemačkoj do zaključka da bi trebalo nastaviti rad i to sjedinjenim silama. Osnovana je stoga radna zajednica triju velikih poduzeća, BBC, AEG i Siemens koja je u ispitnom centru Mannheim-Rheinau instalirala pokusni usmjerivačko-presmjerivački uređaj. Njemački časopisi najavljuju objavljivanje njemačkih uspjeha na polju istosmjernog prijenosa.

Glavni podaci o istosmjernim prijenosima, koji se industrijski koriste, dani su u preglednoj tabeli. U tabelu su uneseni prijenosi koji su u pogonu kao i oni u gradnji. Uz naziv prijenosa pod kojim je poznat, unesene su krajnje stanice, godina ulaska u pogon, maksimalna snaga koja se prenosi u MW, te na koncu pogonski istosmjerni napon, struja i dužina trase prijenosa.

Kod nekih je napon dan s oznakon ± što znači, da se prijenos vrši pomoću dva vodiča, dok tamo gdje te oznake nema, kao povratni vodič služi zemlja odnosno more.

Kao što se iz tabele razabire, neki od prijenosa su kabelski, neki nadzemni, a neki pak kombinirani.

O prvom kabelskom prijenosu ispod mora na otok Gotland i prvom sovjetskom prijenosu nadzemnim vodom (Kašira—Moskva) već je govoreno. Na temelju iskustava stečenih ovim, razmjerno malim uređajima, građeni su daljnji slični uređaji mnogo veće snage.

Prijenos Volgograd — Donbas ulazi u pogon 14 godina nakon spomenutog prvog sovjetskog istosmjernog prijenosa. Njime se već prenosi velika snaga od 720 MW. Taj uređaj ima biti preteča budućim uređajima kojima bi se prijenos električne energije vršio na daljine reda veličine tisuću i više kilometara.

Prijenos između Francuske i Engleske, preko kanala La Mancha već od 1961. radi potpuno pouzdano.

Ovime nije samo riješen problem energije između Engleske i kontinenta, već je također riješeno pitanje elastičnog povezivanja dvaju jakih elektroenergetskih sistema. Snaga razmjene može se po volji regulirati bez obzira na frekvenciju i rad svakog od sistema.

Istosmjerni prijenos Korzika — Sardinija — Italija je mješoviti kabelsko-nadzemni prijenosni uređaj, gdje kao povratni vodič služi more.

Sličan tome je također i prijenosni uređaj na Novom Zelandu, samo što je prijenosna snaga tri puta veći. Zadatak mu je da iz hidroelektrana na jugu prenosi energiju na sjever otoka.

Vrlo interesantan je istosmjerni uređaj Sakuna u Japanu kojim se ne vrši prijenos energije, već povezivanje dvaju elektroenergetskih sistema različitih frekvencija (50 H_z i 60 H_z).

Prijenos Konti — Skan (Kontinent — Skandinavija) ima zadatak da omogući izmjenu električne energije između mreže visokog napona na Jutlandu (koja je povezana s evropskom mrežom) i Švedske. Dužina trase iznosi 173 km od čega je polovina u kabelu. Elastična veza dvaju sistema i u ovom je slučaju velika prednost.

Projekt Vancouver gradi se u etapama i ima za cilj prijenos električne energije s kanadskog kopna na otok Vancouver. Snaga prijenosa bit će povećavana u tri etape. U prvoj će se etapi moći prenijeti 78 MW, zatim 155 MW i konačno 312 MW. Predviđa se da bi prva etapa ušla u pogon 1969.

Američki istosmjerni prijenos na pacifičkoj obali koji je u gradnji, pravi je prijenos velikih snaga na velike udaljenosti. Izgradile bi se dvije istosmjerne linije podjednake dužine (1330 km), svaka s prijenosnom snagom od maksimum 1440 MW. Linije bi povezivale sjeverni dio pacifičke obale gdje su smještene velike hidroelektrane s južnim dijelom gdje su pretežno termoelektrane. Jedna bi linija počela u stanici The Dalles (Oregon), a završila u blizini Los Angelesa. Druga bi pak linija počela u istoj stanici, a završila kod hidroelektrane Hoover Dam. Predviđeno je da prva linija uđe u pogon 1969.

Na koncu još treba spomenuti projektirani istosmjerni uređaj u Londonu. Vrlo su interesantni razlozi koji su naveli britanske stručnjake da se veza između termoelektrana Kingsnorth i Londona izvede istosmjernim sistemom. Ovo će biti prvi istosmjerni uređaj na svijetu koji će služiti za pojačanje trofaznog sistema. Istosmjerna je veza umetnuta u trofaznu mrežu i s njom će paralelno raditi vodovi 132 kV.

Kalkulacije su doduše pokazale da je ovakvo rješenje za 2,7 milijuna funti skuplje, ali se smatra da su prednosti tolike da se poskupljenje isplati. Glavne bi prednosti bile slijedeće:

- Mogućnost regulacije snage koja se prenosi, bez obzira na paralelne vodove i rad sistema.
- Mogućnost dovođenja snage u centar konzuma u dvije tačke distributivne mreže tj. u stanice Beddington i Willesden. Prva je stanica vezana na plus pol i zemlju, a druga na minus pol i zemlju.
- Priključak novog agregata od 500 MW u termoelektrani Kingsnorth neće imati nikakva utjecaja na povećanje struja kratkog spoja u sistemu.
- Dobiva se prilika da stručnjaci u Vel. Britaniji steknu potrebna iskustva.

Ovime bi bio dan kratak pregled sadašnjeg stanja tehnike istosmjernog prijenosa prema izlaganju različitih inozemnih časopisa i izvještaja Studijskog komiteta CIGRE br. 10 za prijenos energije istosmjernom strujom vrlo visokog napona iz 1966.

Boris Markovčić, dipl. ing.

Novo u razvoju prijenosa električne energije najvišim naponima

U više navrata bilo je u časopisu Energija referirano o prijenosima najvišim naponima u svijetu.* U ovom je članku učinjen osvrt na najnovije podatke, prvenstveno one koji su iznijeti na konferenciji CIGRE u Parizu 1966, kako bi čitaoci bili obaviješteni o najnovijim dostignućima s područja prijenosne tehnike najviših napona.

Sovjetski Savez, kao što je poznato, odabrao je slijed najviših napona 330, 500 i 750 kV. Malobrojni vodovi koji su bili izgrađeni za napon 400 kV pregrađeni su na 500 kV. Prvi vod tog napona ušao je u pogon 1959. godine, povezujući Volgograd i Moskvu. Već početkom 1965. iznosila je dužina mreže 500 kV 8075 km, od čega je još 988 km bilo provizorno pod 200 kV. (Vidi »Energija« 3—4, 1965.) Broj transformatorskih stanica iznosio je 25. Tokom 1965. izgrađeno je daljnjih 2.000 km vodova i 13 stanica. Za naponski nivo 750 kV čine se velike pripreme. Za sada je u pogonu samo eksperimentalna dionica Konakovo—Moskva dužine 90 km, koja služi za sticanje iskustava (»Energija« 9—12, 1964.). Sovjetski stručnjaci smatraju da će biti uskoro moguće izgraditi trofazne prijenosne linije čak napona 1200 kV.

Pred 13 godina stavljen je u Americi u pogon prvi vod napona 345 kV, a danas je već u pogonu, gradnji ili planu, računajući USA i Kanadu, 1.900 km vodova 700 kV, 16.000 km vodova 500 kV i oko 10.000 km vodova 345 kV. Međutim, već se vrše eksperimenti za uvođenje trofaznog sistema nominalnog napona 1000 kV. Mreže napona 500 kV vrlo su raširene u Americi. Već 13 velikih američkih kompanija ima izgrađene ili planirane mreže tog napona. Za sada

---

* Vidi:

Energija 1—2, 1963. Razvoj i perspektive mreža najviših napona

Energija 3—4, 1963. Daljnja izgradnja njemačkog sistema 380 kV

Energija 9—12, 1964. Prijenos 735 kV u Kanadi
Eksperimentalni vod 750 kV Konakovo—Moskva

Energija 3—4, 1965. Vodovi najviših napona u SSSR-u
Švicarska je stavila u pogon svoj prvi prijenos 380 kV.

je pod naponom 750 kV samo jedan vod u Kanadi koji je ušao u pogon listopada 1965.

Za opskrbu glavnog grada Venezuele, Caracasa, projektira se prijenosni vod 400 kV na dužini trase od 570 km. Ovim bi se vodom prenosila hidroenergija iz hidroelektrane Guri na rijeci Caroni (pritok rijeke Orinoco). Elektrana bi se izgrađivala u etapama pa se predviđa da bi do 1971. imala snagu oko 1000 MW, a 1976. čak 1920 MW. Još su daljnja proširenja moguća, ali realizacija nije sigurna. Uzimajući potrošak okoline, višak koji bi trebalo prenositi iznosio bi 1971. godine 470 MW, 1976 već 1040 MW, a 1986. godine 2200 MW. Predviđa se da bi za konačnu etapu trebalo izgraditi tri trojke 400 kV, koje bi zadovoljile kad bi se u njih ugradili serijski kondenzatori. Odabrani su vodiči s dva alučel-užeta u snopu, presjeka 2×525 mm^2.

U Latinskoj Americi, u Argentini, projektira se još prijenosni sistem 500 kV. Time bi se povezale hidroelektrane Cerros Colorados i El Chochon sa Buenos Airesom. Izgradile bi se dvije trojke, svaka dužine oko 1050 km. Početna snaga prijenosa iznosila bi 1100 MW s mogućnošću povećanja na 3000 MW. U prvoj etapi ne bi na cijeloj dužini bilo nikakvih priključaka, osim neke rasklopne međustanice koje su potrebne zbog povećanja sigurnosti pogona. Najjeftinije bi bilo da se izgradi jedna trojka 700 kV, no zbog sigurnosti bolje je izgraditi dvije paralelne linije, a u tom slučaju dolazi u obzir napon 500 kV. I ovdje se studira mogućnost prijenosa istosmjernom strujom, ali je ta varijanta odbačena prvenstveno zbog pomanjkanja iskustva u prijenosu istosmjernom strujom na velike udaljenosti. Daljnje povećanje prijenosa snage bit će izvršeno bilo ugradnjom serijskih kondenzatora, bilo izgradnjom paralelnih vodova. Za vodiče su odabrani snopovi sa četiri užeta po fazi. Zaštitna užeta bit će čelična, a činit će zaštitni kut od 10^0. S obzirom na mogućnost da se izvede dobro uzemljenje, vod se smatra praktički potpuno sigurnim od atmosferskih prenapona.

Potreba povišenja prijenosnog napona javila se također i u Japanu. Do sada najviši napon u toj zemlji bio je 275 kV, no nagli porast potrošnje i poteškoće u polaganju novih trasa nadzemnih vodova tražili su prijelaz na više napone. Razmatrani su naponi 400, 460 i 500 kV, a prihvaćen je najviši između njih. Najaktuelniji je prijelaz na viši napon u području glavnog grada Tokija, gdje se predviđa da će oko 1975. trebati u područje grada prenijeti 3300 MW. Prvi vod 500 kV na tom području već je sagrađen (63 km do transformatorske stanice Bose), ali je još u pogonu sa 275 kV. Vodovi će se graditi s vodičima u snopu 4×410 Ač i dva alučelna zaštitna užeta. Izolacija voda predstavljala je u danim okolnostima poseban problem, jer vod prolazi u neposrednoj blizini mora pa se na izolatore talože slojevi soli. Osim toga, vrlo važni su bili i meteorološki uvjeti, jer se vod nalazi u području tajfuna. Da se dobiju potrebna pogonska iskustva obavljena su opsežna ispitivanja zasoljenja izolatora, efekta korone i preskoka na izolatorima.

Na kraju treba spomenuti da je i mala Švicarska stavila u pogon svoje prve dalekovode 400 kV. Premda je prvi vod za mogućnost prijelaza na taj napon izgrađen već 1932, Švicarska prelazi od 154 kV na napon 220 kV tek 1953, a na napon 400 kV ujesen 1964. Prva dionica mreže koja je stavljena u pogon s ovim najvišim naponom bila je veza Tavanasa — Sils — Breite, ukupne dužine 155 km.

B. Markovčić

Regulacija toplovodne ogrjevne mreže u Moskvi

U jednom moskovskom rejonu uveden je automatizirani dispečerski uređaj za toplu vodu koja je provedena ispod zemlje radi grijanja prostorija u tom dijelu Moskve. Djeluje na principu teleautomatike.

Na nevelikom pultu nalazi se niz dugmadi i signalnih svjetlosnih uređaja. Iznad njega, na zidu, nalazi se šema podzemnih toplotnih cijevi koje provode toplu vodu u stanove i poduzeća. Primijenjeni sistem povezuje u jedinstvenu cjelinu složene instalacije međustanica koje reguliraju kretanja tople vode u cijevima. Teleautomatski uređaji su stalno u toku »događaja« u cijevima za provođenje tople vode. Oni tačno znaju koliko ima vode u cijevima, kakva joj je temperatura i pod kakvim pritiskom teče ispod ulica, tako da tehničari i inženjeri u svakom trenutku mogu donositi potrebne odluke da bi režim dobave tople vode tekao uredno.

Čim se na teleautomatskom dispečeru upali svjetlosni signal i začuje alarmno zvono, to je za stručnjake znak da je na nekoj cijevi opao pritisak vode. Dispečer otkriva slabu tačku u mreži i utvrđuje za koliko je pritisak vode opao ispod dozvoljenog minimuma. O tome se odmah obavještava odgovarajuće pogonsko mjesto koje obavlja potrebnu intervenciju, i ubrzo, teleautomatski dispečer posebnim svjetlosnim signalima saopćava dežurnom inženjeru da je sve opet u najboljem redu.

Ova probna eksploatacija teleuređaja u Moskvi pokazala je da se oni mogu veoma dobro upotrijebiti za upravljanje podzemnim toplim rijekama koje prenose do 20.000 kubičnih metara tople vode na sat. Teleautomatski dispečer je povećao stabilnost rada toplotne mreže i umanjio gubitke vremena, potrebnog za brigu oko podzemnih uređaja i iznalaženja kvarova na cijevima.

(Prema: »Nedelja«, Moskva)

Udio zemnog plina u ukupnoj potrošnji energije SAD. Na temelju podataka »Gas Data Book« American Gas Association, raste udio zemnog plina u ukupnoj potrošnji energije SAD. Istodobno, u strukturi potrošnje zemnog plina, konstantno raste potrošnja domaćinstva i obrta.

Razvoj potrošnje i proizvodnje zemnog plina u SAD

Godine	Udio zemnog plina u ukupnoj potrošnji energije %	Godišnja proizvodnja zemnog plina Mlrd m³	Udio domaćinstva i obrta u potrošnji zemnog plina %
1956	23,4	306	41,2
1957	24,8	323	41,6
1958	26,5	323	43,2
1959	27,6	351	42,4
1960	28,3	369	43,1
1961	29,0	379	43,8
1962	29,5	385	44,5
1963	29,7	418	43,8

Veličinu potrošnje zemnog plina u SAD najbolje će ilustrirati isti indikatori nekih evropskih država s najrazvijenijom potrošnjom zemnog plina:

Razvoj potrošnje i proizvodnje zemnog plina u nekim državama Evrope 1962. godine*

Države	Udio zemnog plina u ukupnoj potrošnji energije %	Godišnja proizvodnja zemnog plina Mlrd m³	Udio domaćinstva i obrta u potrošnji zemnog plina %
SR Njemačka	0,6	0,96	31,8
Nizozemska	2,0	0,52	29,0
Francuska	4,8	5,10	25,1
Italija	11,7	7,65	18,4

Na ubrzani razvoj potrošnje zemnog plina šireg područja mogu utjecati samo velepotrošači, a to su industrija i termoelektrane, jer se samo za velepotrošača rentiraju investicije u izgradnji potrebnih plinovoda.

Struktura potrošnje energetskih goriva u termoelektranama nekih evropskih zemalja. Osnovno energetsko gorivo termoelektrana je ugljen. Međutim, u termoelektrane sve više prodiru ekonomičnija goriva kao loživo ulje i plin. Struktura potrošnje energetskih goriva u termoelektranama neke zemlje zavisi i od strukture njenog energetskog potencijala.

* Austria Ferngas Ges.m.b.H. Wien — Dr.Ing. F. Huber: ÖZE 9/1965.

Struktura potrošnje energetskog goriva u termoelektranama nekih evropskih država 1963. godine*

Država	Kameni ugljen	Mrki ugljen	Loživo ulje	Proizvedeni plin	Zemni plin	Ukupno
Austrija	3,8	47,9	23,7	0,2	24,4	100
Francuska	62,8	1,2	14,4	11,3	10,3	100
Italija	6,4	6,0	72,0	5,2	10,2	100
Nizozemska	69,7	—	27,6	2,0	0,7	100
SR Njemačka	60,2	30,0	5,6	3,7	3,5	100

Austrija ima najveći udio zemnog plina u energetskoj potrošnji termoelektrana promatranih zemalja. Termoelektrane Austrije utrošile su 1963. godine 429,5 milijuna m³ odnosno 29,4% ukupne potrošnje zemnog plina u zemlji. Rezerve zemnog plina Austrije iznose 25 mlrd m³ odnosno 3,6 hiljada m³ po glavi stanovnika (uzevši u račun 7 milijuna stanovnika).

Rezerve zemnog plina u Nizozemskoj. Prema zadnjim istražnim bušenjima rezerve zemnog plina u Nizozemskoj iznose 1100 milijarda m³. Ove nedavno pronađene rezerve zemnog plina u Nizozemskoj dvostruko su veće od rezervi zemnog plina ostalih zemalja EEC (The European Economic Community — Evropska Ekonomska Zajednica) u kojoj npr. rezerve Francuske iznose 250 mlrd m³, rezerve SR Njemačke 180 mlrd m³, rezerve Italije 140 mlrd m³ — dok je proizvodnja zemnog plina Nizozemske 2,5 puta veća od ukupne proizvodnje zemnog plina zemalja EEC.

Prije kratkog vremena Nizozemska je sklopila više ugovora za izvoz više milijarda m³ zemnog plina i to s belgijskim poduzećem Distrigaz i raznim poduzećima SR Njemačke kao Ruhrgas, Thyssengas, Gasunion i GVS u koju svrhu će se izgraditi plinovodna mreža do područja Ulma. Projekt »HOLLANDGAS« predviđa trasu od Groningena (nalazište zemnog plina) preko Frankfurta i Karlsruhe do Ulma.

Moguće je i povezivanje potrošačkog područja Sjeverne Francuske, Švicarske, Bavarske i Austrije s ovim plinovodnim sistemom pogotovo ako se u toku daljnjih istražnih bušenja povećaju sadašnje rezerve zemnog plina u Nizozemskoj. Plinovodni projekt »MEUROGAS« predviđa trasu London, Bruxelles, Karlsruhe, München, Salzburg, Graz, Zagreb i dalje. Taj plinovod polazi iz Saudijske Arabije.

Kod današnjih dostignuća razvoja tehnike transport zemnog plina u Evropi na udaljenost od 1000 do 1500 km ne predstavlja više nikakav problem. U SAD, Kanadi i SSSR-u transportira se zemni plin na udaljenosti i preko 2000 km pa do 4000 km i to po konkurentnim cijenama u odnosu na ostale oblike energije.

D. Feöcze

* Austria Ferngas Ges.m.b.H. Wien — Dr.Ing. F. Huber: ÖZE 9/1965.

KONSTATACIJE I ZAKLJUČCI SA SAVJETOVANJA PREDSTAVNIKA ELEKTROPRIVREDE SRH, ODRŽANOG 10 II. 1967. U ZAGREBU

U organizaciji Republičkog odbora sindikata radnika industrije i rudarstva uz suradnju Privredne komore SRH, CK SKH i poslovnih udruženja Udružene elektroprivrede SRH i elektrodistribucije, održano je 10. II 1967. godine savjetovanje o problematici elektroprivrede SRH. Savjetovanju je prisustvovao veći broj predstavnika svih elektroprivrednih poduzeća i pogona, a rasprava se odnosila na aktuelne probleme provođenja novih odnosa u elektroprivredi nakon donošenja Osnovnog zakona o elektroprivredi te saveznog i republičkog zakona o izgradnji i financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata, povezano s reorganizacijom elektroprivrede do koje je došlo nakon primjene Osnovnog zakona, i s provođenjem intencija privredne i društvene reforme.

Osnovna pitanja o kojima se najviše raspravljalo na savjetovanju, a koja su bila istaknuta u materijalu i uvodnom izlaganju na savjetovanju bila su:

— problematika proširene reprodukcije u elektroprivredi,
— društveno-ekonomski odnosi u elektroprivrednim organizacijama,
— organizacija elektroprivrede,
— aktivnost društveno-političkih organizacija.

Na savjetovanju je imenovana komisija za zaključke, koja na osnovu materijala, uvodnog izlaganja i diskusije daje slijedeće

Konstatacije i zaključke:

1. Osnovno i najvažnije pitanje daljnjeg razvoja elektroprivrede i društveno-ekonomskih odnosa u njoj, koje je dominiralo i na samom savjetovanju je financiranje proširene reprodukcije.

U skladu s republičkim Zakonom o izgradnji i financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata do 1970. godine donesen je putem poslovnog udruženja Udružene elektroprivrede jedinstveni srednjoročni program izgradnje elektroenergetskih objekata kao i utvrđeni izvori sredstava za realizaciju tog programa.

Također je na osnovu vlastitih planova distributivnih poduzeća putem poslovnog udruženja elektrodistribucije utvrđen plan izgradnje i potrebnih sredstava za financiranje izgradnje objekata za razvod i distribuciju električne energije u skladu s predviđenim porastom potrošnje elektroenergije, kao i mogućnost distributivnih poduzeća da realiziraju takve planove.

Konstatirano je da postoje krupne poteškoće u realizaciji planova koji bi osigurali predviđene količine elektroenergije. Osnovni uzrok ovakvog stanja je nedostatak potrebnih sredstava za njihovu realizaciju. Također se ističe da je program proizvodnje i prijenosa s jedne strane, te razvoda i distribucije s druge strane nedovoljno usklađen u pogledu zajedničkog razvoja i financiranja razvoja, iako se na usklađivanju tih planova počelo zajednički raditi.

Postojeće stanje u pogledu osiguranja potrebne količine i kvaliteta elektroenergije nije zadovoljavajuće, jer je ispod stvarnih potreba privrede. U novim uvjetima elektroprivreda će morati pored zadataka na povećanju proizvodnje rješavati i problem osiguranja kvaliteta elektroenergije, u okviru kupoprodajnih odnosa s potrošačima.

Dosadašnje stanje u elektroprivredi uvjetovalo je da nedostaju određeni ekonomski instrumenti koji snagom ekonomske nužde upućuju elektroprivredu na zauzimanje aktivnijeg stava u odnosu na svoj razvoj i da još nisu prebrođena shvaćanja po kojima je razvoj elektroprivrede stvar društva i ostale privrede. U tom smislu elektroprivreda treba da utvrdi takve instrumente koji će uvjetovati materijalni položaj radnika u elektroprivredi razvojem same elektroprivrede.

2. Kao osnovni problem u osiguranju sredstava za financiranje proširene reprodukcije isticano je da je cijena elektroenergije ispod nivoa koji bi osigurao predviđeni obim ulaganja, iako je otvoreno pitanje u kom obimu treba putem viših cijena osigurati povećana sredstva za proširenu reprodukciju, jer problem cijena treba promatrati u sklopu cjelokupnog razvoja privrednog sistema.

Cijena elektroenergije nije usklađena s cijenom elemenata reprodukcije elektroenergije, i nije usklađena s općim paritetom cijena proizvoda i usluga.

U distribuciji je problem cijene potenciran dosadašnjim razvojem, koji je bio u velikoj mjeri izvan utjecaja same distribucije, što se odrazilo na povećane troškove razvoda i distribucije. Dio osnovnih sredstava elektrodistribucije, i to uglavnom mreže niskog napona, izgrađen je društvenim akcijama raznih odbora za elektrifikaciju, besplatnom radnom snagom pa i besplatnim davanjem materijala i drugih usluga. Na taj način ta sredstva su evidentirana u poslovnim knjigama sa djelomičnim vrijednostima. To je utjecalo na niske nerealne troškove sredstava rada, a u uvjetima »zidanja cijene« imalo je za posljedicu depreciranu cijenu električne energije na mreži razvoda i distribucije. Sada prilikom revalorizacije osnovnih sredstava u distribuciji bit će obuhvaćena i ta sredstva što će povećati njene troškove.

U vezi s problemom nedostatka sredstava postoji mogućnost da se izlaz traži u povećanju cijena kao i u većem angažiranju elektroprivrede da putem poslovnih aranžamana prikuplja i osigurava potrebna sredstva prvenstveno od zainteresiranih potrošača kao i na drugi način. Nadalje, postoji mogućnost intenzivnijeg korištenja unutrašnjih rezervi u elektroprivredi i to putem usavršavanja organizacije rada u okviru samih poduzeća i elektroprivrede u cjelini, efikasnijim korištenjem sredstava, te realnijom poli-

tikom raspodjele dohotka u skladu s poslovnim rezultatima. Postavlja se i potreba da elektroprivreda utvrdi takve kriterije poslovanja da dođe do punog izražaja ekonomska amortizacija kao osnovni element proste reprodukcije, tj. da se onemogući prelijevanje dijela amortizacije u dohodak i da se na taj način realnije utvrđuje i vrši raspodjela ostvarenog dohotka.

U realizaciji programa izgradnje neophodno je osigurati veću koordinaciju u pogledu redoslijeda izgradnje i u zajedničkom financiranju izgradnje. Zbog toga je potrebno utvrditi stimulativne kriterije za najracionalnije ulaganje sredstava, kako unutar elektroprivrede SRH, tako i u odnosu na susjedne republike.

Isticano je da rješenje navedenih problema ovisi u znatnoj mjeri o aktivnosti samih poduzeća. Potrebno je da se poduzeća u većoj mjeri nego do sada angažiraju neposredno i putem svojih udruženja na traženju odgovarajućih rješenja, a za određene probleme šireg značaja kao što je npr. problem cijena da traže angažiranje i zajedničko rješavanje i sa strane faktora van elektroprivrede, uz odgovarajuće prijedloge koji bi imali u vidu rezultate i posljedice predloženih rješenja.

U cilju skladnog razvoja elektroprivrede i ostalih grana energetike koji bi se zasnivao na potrebama i mogućnostima naše privrede neophodno je što prije utvrditi energetski bilans za dulje razdoblje. Ističe se da nedostatak energetskog bilansa čini ozbiljne poteškoće u utvrđivanju politike razvoja pojedinih izvora energije i njihovog tretmana. Razrada tog bilansa je u toku, te je potrebno da se radne organizacije iz djelatnosti energetike uključe i angažiraju u tom radu, kako bi se bilans što prije donio.

3. Poslije reorganizacije elektroprivrede stvoreni su uvjeti za primjenu ekonomskih principa poslovanja u međusobnim odnosima poduzeća Udružene elektroprivrede. Kao osnovna pitanja iz ovog područja ističu se:

— raspodjela zajedničkog ukupnog prihoda združenih poduzeća,
— raspodjela ostvarenog dohotka.

Pri raspodjeli zajedničkog ukupnog prihoda u pojedinim poduzećima poslije reorganizacije i dalje se primjenjuju ranija rješenja iz administrativnog perioda (normativi troškova poslovanja i dohotka), koja ne omogućavaju dosljednu primjenu principa raspodjele prema rezultatima rada, jer su bazirana na određenom budžetskom sistemu financiranja, a ne na sistemu dohotka vezanog uz poslovne rezultate. Takvi odnosi omogućuju da pojedina stvarno nerentabilna poduzeća ne posluju s gubitkom, tako da ne osjećaju posljedice svog objektivno nerentabilnog poslovanja, što se negativno odražava na raspodjelu dohotka i osobnih dohodaka tih poduzeća.

Rješenje ovog problema treba tražiti kroz energetsko-ekonomsku valorizaciju elektroenergije, i na taj način objektivizirati veličinu dohotka za svako poduzeće neovisno o njegovim konkretnim troškovima i uvjetima privređivanja. Na taj način treba riješiti i ekonomske odnose kod termo i hidroelektrana na bazi stvarne vrijednosti elektroenergije. Valorizacija elektroenergije pozitivno će utjecati na investicione odluke pri izgradnji elektroenergetskih objekata, jer će podsticati izgradnju najracionalnijih objekata. Združeno poduzeće Split počelo je rješavati svoje unutarnje odnose na bazi valorizacije snage i energije.

Kod raspodjele dohotka i osobnih dohodaka osnovni problem u elektroprivredi je nedostatak objektivnih mjerila i kriterija raspodjele. Na tom području nije poslije reorganizacije došlo do bitnijih promjena u odnosu na ranije stanje.

U elektroprivredi je u cjelini u prošloj godini došlo do znatnog porasta proizvodnje i produktivnosti rada, ali zahvaljujući povećanju proizvodnje jedino u HE Senj, dok je kod drugih poduzeća proizvodnja stagnirala ili se smanjila. Istovremeno je kod svih poduzeća došlo do povećanja osobnih dohodaka i to po relativno ujednačenim stopama rasta. Pri tome treba uzeti u obzir da je ostvarena proizvodnja elektrana i spremnost postrojenja jedan od faktora produktivnosti rada, a drugi dio ovisi o funkcioniranju i proizvodnji sistema kao cjeline. To se odnosi i na ekonomičnost poslovanja pojedinih elektrana. Ta međuzavisnost odnosa djelomično čini poteškoće kod objektivizacije mjerenja poslovnih rezultata, ali ne opravdava postojeće odnose raspodjele koji u velikoj mjeri nisu bazirani na poslovnim rezultatima.

U novim uvjetima kada je jedan od osnovnih zadataka elektroprivrede povećanje proizvodnje, što se može ostvariti uglavnom novim izvorima, potrebno je utvrditi takve kriterije i mjerila raspodjele dohotka koji će uzeti u obzir veličinu učešća pojedinih poduzeća u financiranju izgradnje novih objekata, jer je to glavni uvjet za povećanje produktivnosti rada u elektroprivredi u cjelini i u elektroprivrednim organizacijama pojedinačno. To bi trebao biti jedan od osnovnih stimulansa za ulaganje sredstava u izgradnju, radi povećanja dohotka i osobnih dohodaka. Do sada nisu još utvrđeni kriteriji za dugoročno proširenu reprodukciju, zbog čega se i dešava da se sredstva za osobne dohotke izdvajaju neovisno o osiguranju sredstava za investicije. Takvih pojava ima i sada kod donošenja završnih računa, što se ne može ocijeniti pozitivno s obzirom na obaveze i zadatke elektroprivrede u odnosu na svoj razvoj i razvoj ostale privrede.

U vezi s rješavanjem unutrašnjih ekonomskih odnosa pred elektroprivredne organizacije se postavlja zadatak da putem ugovora i normativnih akata utvrđuju takve odnose koji će osigurati najracionalniju eksploataciju postojećih kapaciteta i maksimalnu zainteresiranost za izgradnju novih. Ta rješenja treba tražiti na osnovu stručnih obrada pojedinih problema, s obzirom na visok nivo tehnološke povezanosti elektroprivrednih organizacija u procesu proizvodnje, pirjenosa i distribucije elektroenergije.

Poslije odvajanja distribucije iz Zajednice elektroprivrede 1963. godine i ekonomskog osamostaljenja distributivnih poduzeća došlo je do jačanja ekonomskih odnosa unutar distributivnih poduzeća. U tom pogledu u distribuciji su nađena neka rješenja koja stimuliraju pojedina poduzeća na racionalnije poslovanje nego ranije, iako i u distribuciji na tom području predstoje još krupni zadaci da se nađu objek-

tivna mjerila prema kojima će dohodak ovisiti u najvećoj mjeri o ostvarenim rezultatima rada.

4. Nova organizacija elektroprivrede pokazala je u dosadašnjem razdoblju određene pozitivne tendencije, prvenstveno u traženju adekvatnih ekonomskih rješenja između združenih poduzeća, iako takva rješenja još nisu u većoj mjeri nađena i primijenjena. Kod utvrđivanja međusobnih odnosa za 1967. godinu došli su do većeg izražaja ekonomski elementi nego ranije, tj. u povećanom efektu zajedničke eksploatacije učestvuju svi partneri koji su svojim radom omogućili veće efekte.

U unutarnjoj organizaciji združenih poduzeća evidentno je da je potrebno i moguće učiniti napore na objedinjavanju određenih zajedničkih poslova, jer se sadašnjom unutrašnjom podjelom rada dupliraju određeni poslovi na nivou združenih poduzeća i organizacija u sastavu, što je posljedica ranije organizacije kad su elektrane organizaciono predstavljale posebna poduzeća.

Može se konstatirati da postojeća organizacija elektroprivrede nije optimalna i da će u slijedećem razdoblju dolaziti do potreba jačanja poslovne suradnje i integracione povezanosti unutar elektroprivrede i to kako u sferi proizvodnje i prijenosa tako i između proizvodnje i prijenosa te distribucije. Osnovni pokretač za takve procese bit će uspostavljanje adekvatnih ekonomskih odnosa, koji treba da utvrde zajedničke interese svih grupacija u rješavanju problematike elektroprivrede, koja kao grana ima niz problema koji traže zajednička rješenja. Nosioci poslovnog povezivanja i integracionih procesa treba da budu osnovne elektroprivredne organizacije na određenim područjima, tj. proces treba da se odvija od neposrednih proizvođača prema višim nivoima, kao posljedica ekonomskih interesa zainteresiranih poduzeća.

5. U novim uvjetima jačanja ekonomskih elemenata u poslovanju elektroprivrede, kao i jačanju uloge elektroprivrednih poduzeća u rješavanju njene problematike, osobito razvoja, znatno se proširuje područje djelatnosti društveno-političkih organizacija. Paralelno s jačanjem samoupravnih odnosa u elektroprivredi, jača i njena obaveza da se što odgovornije postavlja prema izvršenju svojih zadataka u odnosu na ostalu privredu i društvo.

Navedeni i drugi problemi elektroprivrede rješavat će se utoliko brže ukoliko će se jače na njima angažirati progresivne snage u organima upravljanja i društveno-političkim organizacijama. Bilo bi potrebno da društveno-političke organizacije u svim poduzećima u programima rada utvrde svoje zadatke na iniciranju i rješavanju problematike svojih poduzeća i elektroprivrede kao cjeline, i da se angažiraju na njihovom provođenju.

Te organizacije treba da se bore za nove odnose u elektroprivredi pokrenute Osnovnim zakonom o elektroprivredi i privrednom reformom, tj. da se bore za jačanje uloge i odgovornosti elektroprivrede u rješavanju njenih osnovnih zadataka.

Sindikalne organizacije trebaju svoju unutarnju organizaciju uskladiti sa svojim zadacima i angažirati cjelokupno članstvo na rješavanju aktuelnih problema i ostvarenju zadataka koji stoje pred elektroprivredom.

S obzirom na zaostajanje neposrednog samoupravljanja u radnim jedinicama i raspodjele prema rezultatima rada u elektroprivredi, društveno-političke organizacije treba da se u najvećoj mjeri angažiraju na bržem rješavanju te problematike, i da preko organa upravljanja traže rješenja koja će biti u skladu s našim cjelokupnim samoupravnim sistemom i ulogom i zadacima elektroprivrede u privrednom sistemu.

8. Savjetovanje je obuhvatilo širok krug značajnih pitanja elektroprivrede. Time je ukazano na najvažnije probleme koje bi trebalo naknadno razmotriti odvojeno, uz suradnju zainteresiranih predstavnika elektroprivrednih organizacija i ostalih faktora, kao i stručnih institucija i pojedinaca koji treba da predlažu odgovarajuća rješenja.

DRUŠTVENE DOBRE VIJESTI

Poslovno udruženje rudnika ugljena

Na inicijativu Savjeta rudnika uglja Savezne privredne komore osnovano je 16. siječnja ove godine u Beogradu Poslovno udruženje rudnika uglja. Grupa od devet naših velikih ugljenokopa potpisala je ugovor o osnivanju Poslovnog udruženja rudnika uglja sa sjedištem u Beogradu. Članovi udruženja su: Istarski ugljenokopi »Raša« — Labin, Rudnik uglja Kreka, Tito-Banovići, Srednjebosanski rudnici, Rudnik uglja Zagorje ob Savi, Rudnik lignita Velenje, zatim Industrijsko-energetski kombinat Kostolac, Rudarsko-kemijski kombinat Kosovo-Obilić i Resavsko-Moravski ugljeni bazen »Rembas« — Resavica.

Zadatak novoosnovanog udruženja je da se kroz užu poslovnu suradnju stvore uslovi ekonomičnije i rentabilnije proizvodnje, te zajednička suradnja u pitanjima naučno-istraživačkih radova, realizacija plana modernizacije rudnika, kao i uklapanje ugljenokopa u privredni sistem, a posebno u sisteme energetike. U današnjoj privrednoj situaciji ugljenokopi su stavljeni pred važan problem plasmana uglja i udruženje će pristupiti radu na traženju hitnih i efikasnih rješenja pitanja plasmana uglja naših ugljenokopa.

Poslije potpisivanja ugovora o zajedničkoj suradnji preko Poslovnog udruženja, izabran je upravni odbor. Na prvoj sjednici upravnog odbora izabran je za predsjednika Miloš Milaković, generalni direktor rudnika Kreke. Za zamjenika predsjednika upravnog odbora izabran je Veljko Ivošević, generalni direktor Industrijsko-energetskog kombinata-Kostolac koji će privremeno vršiti i dužnost direktora Biroa udruženja.

(I. R.)

Kretanje indeksa cijena proizvođača obuhvaća samo one grane djelatnosti industrije, koje su povezane s elektroprivredom, zbog toga što je snabdijevaju električnom opremom, što troškovi preuzete električne energije predstavljaju značajnu veličinu u vrijednosti ukupnog prihoda i jer spadaju u energetiku.

Indeksi cijena proizvođača

Tablica 1.

	1966/1965	jan. 1967/1965	jan. 1967/jan. 1966	jan. 1967/dec. 1966
Proizvodnja el. energije	111	111	100	100
Proizvodnja ugljena	108	108	98,2	99,1
Proizvodnja nafte	97	97	100	100
Crna metalurgija	120	120	100	100
Obojena metalurgija	125	128	105	100
Elektroindustrija	107	110	105,8	100
Kemijska industrija	108	110	103,9	101
Ind. građevnog materijala	113	114	100,8	100,9
Proizvodnja i prer. papira	104	104	101	100

U 1966. godini kao i u januaru 1967 godine nije došlo do promjena cijena u proizvodnji električne energije i nafti, te u crnoj metalurgiji. Najveći porast od 5,8 % pojavio se u elektroindustriji, zatim obojenoj metalurgiji 5 %, kemijskoj industriji 3,9 %, proizvodnji i preradi papira 1 %, te industriji građevnog materijala 0,8 %. U odnosu na decembar 1966. cijene su lagano porasle u januaru mjesecu u kemijskoj industriji i industriji građevnog materijala. Nasuprot tome u proizvodnji ugljena registriran je daljnji lagani pad cijena, koji se je pojavio već tokom 1966. s manjim oscilacijama.

Indeksi cijena na malo

Tablica 2.

	1966/1965	jan. 1967/1965	jan. 1967/jan. 1966	jan. 1967/dec. 1966
Električna energija	128	128	—	100,0
Drvo za ogrjev	111	112	—	100,9
Lignit	123	127	—	100,7

U siječnju 1967. došlo je do laganog porasta cijena drva za ogrjev i ugljena (lignita).

Indeksi troškova života

Tablica 3.

	1966/1965	jan. 1967/1965	jan. 1967/jan. 1966	jan. 1967/dec. 1966
Ukupni	123	132	107,3	103,1
Ishrana	120	129	104,0	103,2
Duhan i piće	137	139	103,8	101,5
Odjeća i obuća	125	135	113,5	102,2
Stanarina, voda i dr.	131	159	122,4	121,4
Ogrjev i osvjetljenje	121	124	99,0	100,8
Pokućstvo	118	124	106,9	101,6
Higijena	129	141	114,6	102,1
Kultura i razonoda	126	133	109,0	100,8
Saobraćaj i PTT	125	131	106,5	102,3
Ostala roba	122	130	105,7	102,4
Usluge	129	146	115,9	109,8

Troškovi života su imali u čitavoj svojoj strukturi tendenciju porasta, osim u pogledu troškova ogrjeva i osvjetljenja. Najveći porast troškova odnosi se na stavku »stanarina, voda i dr.« u iznosu od 22,4 % koja je u siječnju 1967. naprama prosincu 1966. porasla za daljnjih 21,4 %. Za njom slijedi stavka »higijena« sa 14,6 odnosno 2,1 %, pa »odjeća i obuća« sa 13,5 odnosno 2,2 %, »kultura i razonoda« sa 9,0 odnosno 0,8 %, »saobraćaj i PTT« itd. Ukupni troškovi života su u 1966. porasli za 23 %, dok se je u siječnju 1967. tendencija porasta i dalje zadržala. U strukturi troškova brži je rast troškova »usluga« od »robe«.

Realna primanja su u razdoblju od siječnja do studenoga 1966. porasla ukupno za 11 %. Po strukturi su u privredi porasla za 12 %, a u neprivrednim djelatnostima 6 % u odnosu na isto razdoblje u 1965.

Nominalna primanja su imala u istom vremenu viši porast te su ukupno porasla za 36 %, u privredi za 37 %, u industriji za 35% a izvan privrede 29 %.

B. Tilić

Suradnja proizvođača i potrošača električne energije u SR Srbiji

Nedostatak potrebnih financijskih sredstava za izgradnju i dovršenje velikih elektroenergetskih objekata, ponukao je poslije donošenja Osnovnog zakona o elektroprivredi Združeno elektroprivredno poduzeće Srbije da zatraži pomoć privrednih poduzeća, potrošača električne energije. Predloženo je oročavanje sredstava za dovršenje objekata u izgradnji, uz garanciju o urednoj isporuci električne energije po kvantitetu i kvalitetu. Uz navedene garancije pojavilo se pitanje reda prioriteta u redukcijama u slučaju većih kvarova ili nepovoljnih hidroloških prilika, što je za sada propisano, kao i pitanje naknade štete za neisporučeni kilovatsat takvim poduzećima.

Ovaj korisni oblik međusobne suradnje ugovoren je sa više poduzeća, kao npr. »Zorka« u Šapcu sa vremenom vraćanja sredstava kroz 12 godina, zatim »Hemijskom industrijom« Pančevo, također s povratom kroz 12 godina, rudarsko-topioničarskim bazenom Bor, te sa osam elektrodistributerskih poduzeća u ukupnom iznosu od oko 70 milijuna novih dinara. Predstoji neposredno ugovaranje daljnjih 60 milijuna novih dinara sa drugim poduzećima, među kojima se, pored četiri elektrodistributivna poduzeća, nalaze i velepotrošači električne energije »Fabrika kablova« — Svetozarevo, »Viskoza« — Sevojno, »Željezara-Smederevo« i »Trepča«.

Slični oblici suradnje između pojedinih potrošača i elektrana ostvaruju se u SR Sloveniji i SR Makedoniji.

B. Tilić

Elektroprivreda Bosne i Hercegovine nudi viškove električne energije Sloveniji, Austriji i Italiji

Predstavnici privrednih komora Slovenije i Bosne i Hercegovine raspravili su ovih dana mogućnosti suradnje na području energetike.

Prijedlog privrednika Bosne i Hercegovine, koji se odnosio na mogućnosti suradnje među elektroprivredama u cilju rješavanja problematike deficitarnosti električne energije u Sloveniji, kao i na niz drugih krupnih problema iz oblasti energetike, koji stoje pred privredama jedne i druge republike, izazvao je u krugovima privrednika Slovenije najveću pažnju. Radi se, naime, o viškovima električne energije sa kojima računa elektroprivreda Bosne i Hercegovine poslije 1969. godine, kada prestaje važiti zakonski obavezan energetski bilans.

Prema kalkulacijama s kojima su u ovim razgovorima nastupili predstavnici BiH, ti viškovi bi se kretali oko 3,5 milijarde kWh električne energije godišnje.

Što se tiče osnovnog problema — prijenosa električne energije, iako se već nalazi u gradnji dalekovod Jablanica—Zagreb, čiju izgradnju do granica republike financira BiH, predloženo je da financiranje njegove izgradnje prema Zagrebu i dalje prema Sloveniji, preuzmu Slovenija i Hrvatska. Pošto bi na taj način postali suvlasnici osnovnih sredstava, računa se da bi otpali i troškovi transporta električne energije, što bi moglo utjecati i na njenu cijenu, odnosno cjelokupnu rentabilnost.

Osim toga privrednici BiH su zainteresirani i za plasman svojih viškova elektroenergije preko Slovenije u susjedne zemlje Austriju i Italiju.

B. B.

VJESTI S GRADILIŠTA

Ubrzati program izgradnje DV 220 kV

Upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede na sjednici održanoj sredinom siječnja 1967. razmotrio je problem izgradnje visokonaponske mreže 220 kV

U pogledu izgradnje mreže 220 kV konstatirano je da odobreni objekti u 1964., 1965. i 1966. godini nisu ni započeti. Zaostajanje izgradnje uslijedilo je zbog nedovoljnih sredstava za učešće. Naime, Jugoslavenska investiciona banka donijela je jednostranu odluku da financiranje izgradnje već odobrenih dalekovoda stavi van snage.

Prema novoj odluci Jugoslavenska investiciona banka davat će samo 20 %, a investitori 80 % ukupnih sredstava. Raniji uvjeti financiranja izgradnje dalekovodne mreže 220 kV predviđali su da učešće banke iznosi 60 %, a investitora 40 %.

Neizgrađeni su slijedeći planirani dalekovodi 220 kV: Jablanica — Jajce — Zagreb, Senj — Matulji — Divača — Ljubljana, zatim Kakanj — Vardište (Bajina Bašta), Titograd — Kosovo i Kosovo — Skopje II.

Ovi dalekovodi imaju širi jugoslavenski značaj zbog svoje važnosti za stabilnost sistema i sigurnost opskrbe potrošača električnom energijom i treba ih što prije dovršiti.

Jugoslavenska elektroprivredna zajednica postavila je zahtjev da se primijene oni uvjeti koji su vrijedili kad je donesena odluka o njihovoj izgradnji.

Postavljen je nadalje zahtjev da Jugoslavenska investiciona banka učestvuje i u buduće u izgradnji sličnih magistralnih dalekovoda jugoslavenskog značaja sa 60 % sredstava. Sredstva se moraju osigurati pravovremeno, kako se ne bi zaostajalo u realizaciji planiranog programa izgradnje dalekovodne mreže 220 kV i onemogućilo plasman energije iz postojećih i novih izvora.

I. R.

HE Podpeć — puštena u probni pogon

Hidroelektrana Podpeć na Limu puštena je u ožujku ove godine u probni pogon. Novosagrađena hidroelektrana ima dva agregata po 18 MW, odnosno ukupno 36 MW, a godišnje će proizvoditi 260 milijuna kWh električne energije. To je protočna hidroelektrana s malim akumulacionim jezerom.

Bez obzira na instaliranu snagu i godišnju proizvodnju u energetskom sistemu elektrana predstavlja značajnu vrijednost.

To je praktično treća po redu hidroelektrana u sistemu Limskih elektrana (prve dvije su Kokin Brod i Bistrica), a u planu je predviđena gradnja još jedne ili dviju hidroelektrana u tom sistemu. Na taj se način akumulacija prve elektrane koristi u čitavom sistemu i proizvodi veoma kvalitetna i jeftina energija. Gradnja takvih elektrana u sistemu jednog toka, sve se više prakticira, jer se postiže višestruko korištenje snage vode i stabilnost čitavog energetskog sistema.

Puštanje u probni pogon HE Podpeć i kasnije njeno kompletno uključivanje u elektroenergetski sistem utjecat će na opće poboljšanje energetske situacije.

I. R.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica DK) i prilagođeni za izrezivanje i lijepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 621.316.5:621.311.1.027.876.5
Schaltprobleme und Schaltgeräte in Höchstspannungsnetzen
P. Baltensperger
E. u. M. 83 (1966) No 4, 230—235

DK 621.316.5.015.3:621.311.1
Betrachtungen zum Problem der Schaltüberspannungen in Höchstspannungsnetzen
H. Glavitsch
BBC Mitt. 53 (1966) No 4/5, 267—278

DK 621.316.5.015.3:621.316.933.4
Begrenzung von Schaltüberspannungen durch Ableiter und Einfluss der Netzparameter auf die Ableiterbeanspruchung
E. Sarbach
BBC Mitt. 53 (1966) No 4/5, 291—297

DK 621.316.5.064.31
Zur Ermittlung der transienten wiederkehrenden Spannung in symmetrischen Dreiphasensystemen
G. Köppl
BBC Mitt. 53 (1966) No 4/5, 311—325

DK 621.316.57.064.45
Neue Druckluftschalterreihe für höchste Anforderungen an Spannung und Leistung
J. Schneider
BBC Mitt. 53 (1966) No 4/5, 298—310

DK 621.316.9
Centralised Network Control
G. W. Aylott
Electrical Review 178 (1966) No 15, 558—560

Electrodes for EHV DC Transmission in a Metropolitan Area
S. G. Pann
IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems,

DK 621.316.9:621.316.35:621.38
Vol. PAS-85/1966, No 3, 260—264
Elektronischer Sammelschienenschutz
H. Haug
BBC Mitt. 53 (1966) No 4/5, 326—339

DK 621.316.91:621.315.62+621.316.933
Isolatoren und Ableiter bei verschiedenartigen Spannungsbeanspruchungen
A. Fischer
ETZ-A 87 (1966) No 2, 40—46

DK 621.316.925
Geräte mit F6-Modulation zum Übertragen von Netzschutzignalen über Hochspannungsleitungen
R. Bartsch
Elektrizitätswirtschaft 65 (1966) No 3, 82—86

DK 621.316.93
Beanspruchung der Isolation durch Überspannungen
W. Waste
ETZ-A 87 (1966) No 2, 56—64

DK 621.316.932
Neue Erkenntnisse zur Frage der Notwendigkeit von Lichtbogenschutzarmaturen für 220 kV-Netzsysteme
H. Bernhard
Energietechnik 16 (1966) No 5, 219—226

DK 621.316.933.6:621.395.74
Der Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Überspannungen
G. Purt
ETZ-B 18 (1966) No 2, 41—44

DK 621.317.331:621.316.993
Probleme beim Messen des Erdungswiderstandes
H. Neumann
ETZ-B 18 (1966) No 3, 72—76

DK 621.317.333.6:621.315.61.015.53
Die Isolierung bei Verschmutzung und Regen
G. Reverey
ETZ-A 87 (1966) No 2, 46—52

DK 621.317.71:004.64
Die wirtschaftliche Bedeutung des Fehlers von Elektrizitätszählern
H. Hochrainer
ÖZE 19 (1966) No 5, 213—223

DK 621.317.772
Ein Messgerät mit direkter Anzeige des Phasenwinkels
G. Neugebauer
Energietechnik 16 (1966) No 3, 132—135

DK 621.331.3.025
Vnešnie perenaprjaženija na elektropoezde peremennogo toka
K. B. Aleksandrov
Električestvo 86 (1966) No 2, 14—18

DK 621.391.3
Vlijanie korotkih zamykanij linii elektroperedači na zatuhanie vysokočastotnyh kanalov svjazi po etoj linii
G. V. Mikuckij
Električestvo 86 (1966) No 5, 61—67

DK 621.398:621.316
Einsatz von Netzkommandoanlagen in einem ausgedehnenden Überlandnetz
H. Mühlethaler
Bull. SEV 57 (1966) No 4, 161—165

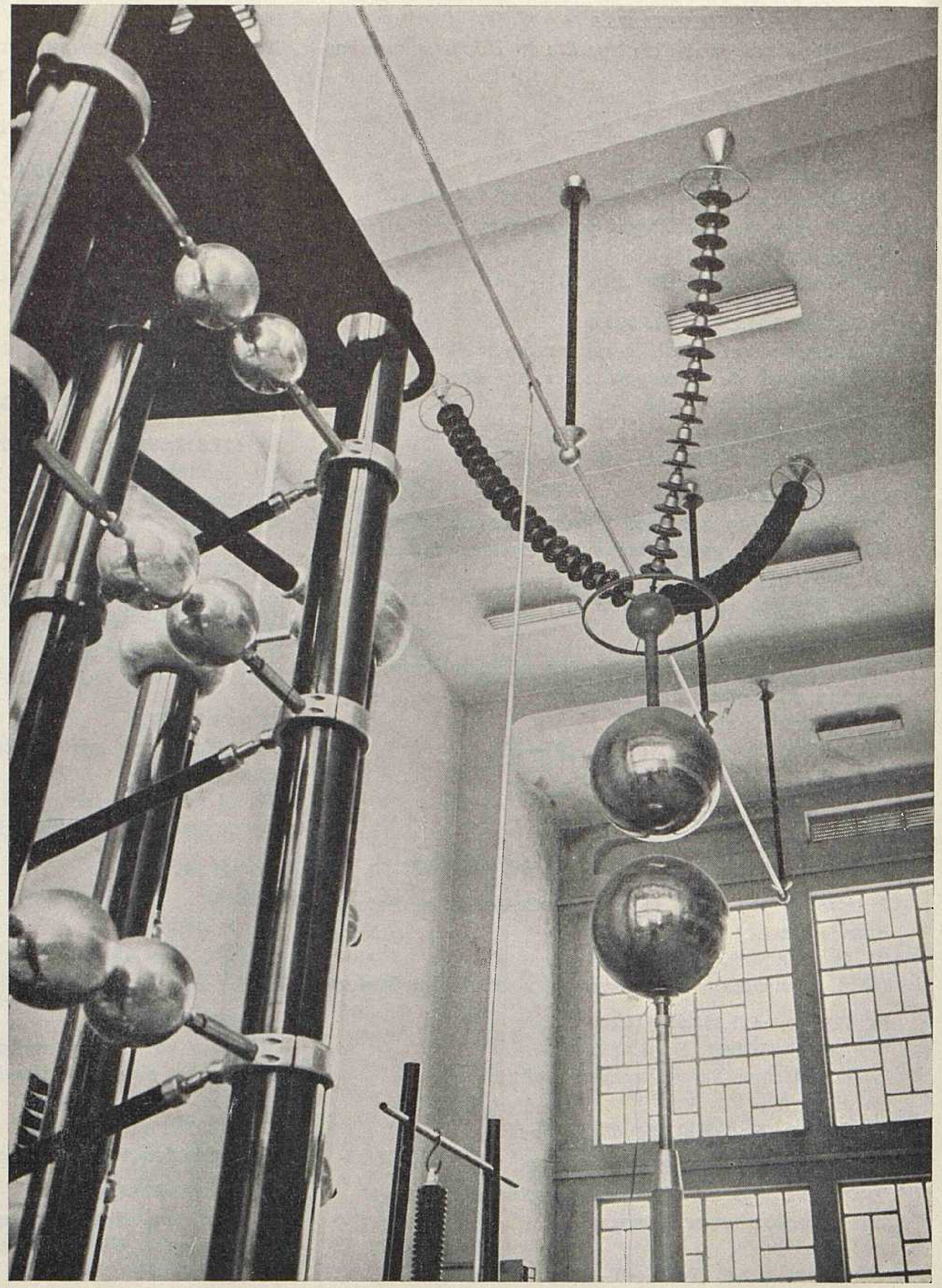
DK 621.398:621.316
Erfahrungen mit Netzkommandoanlagen
U. Meyer
Bull. SEV 57 (1966) No 3, 125—131

DK 628.336.71
Fachheft Müllverbrennung IV — Schlammveraschung
BWK 18 (1966) No 5, 213—268

Ivan Šimurina

VISOKONAPONSKA ISPITIVANJA I MJERENJA

- ispitivanja elektrotehničke opreme za 110, 30, 10, 6 kV-ne i niskonaponske mreže sa visokim naponima pogonske frekvencije, te udarnim naponima u svrhu preuzimanja, kontrole i mjerenja karakteristika
- pojedinačna i tipska ispitivanja izolatora, odvodnika prenapona, kabela, mjernih i učinskih transformatora, učinskih sklopki, primarnih i sekundarnih releja, izolacionih materijala, niskonaponskih aparata, te sve ostale opreme
- ispitivanja prototipova proizvoda elektroindustrije, te izdavanje atesta za ispitani proizvod
- ispitivanja za Znak kvalitete instalacionog materijala, strojeva, pribora i svih vrsta električnih aparata
- ostala električna ispitivanja u industriji i po narudžbi izrada elaborata o poboljšanju industrijskih električnih pogona
- izrada svih vrsti ispitnih aparatura kao što su na pr.: uređaj za ispitivanje kabela nakon polaganja, uređaj za ispitivanje primarnih i sekundarnih releja, indikator polariteta, aparatura za mjerenje napona koraka i dodirnog napona itd.
- izrada elaborata i davanje stručnih mišljenja o svim problemima elektrotehničke opreme i njene ugradnje



OBAVLJA ZA ELEKTROPRIVREDU, ELEKTROINDUSTRIJU I OSTALE INDUSTRIJE

Laboratorij za visoki napon i jaku struju

INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU, ZAGREB ULICA PROLETERSKIH BRIGADA 37 Telefoni: 513-822, 511-455

IN MEMORIAM

MARIO GOLUŠIĆ

Iako se u poduzeću »Elektrojug« subotom ne radi, direktor Mario ne bi nikad propustio, a da ujutro ne navrati u ured, pregleda stiglu poštu i interesira se kod dežurnog osoblja, kakva je situacija u poduzeću i pogonima, treba li negdje njegova pomoć, intervencija ili savjet i istom bi tada, uvjerivši se da je sve u redu, krenuo na odmor, uglavnom na more, na ribe.

Tako je bilo i toga dana, u subotu 18. veljače. Obavio je nekoliko telefonskih razgovora i uputio se da će na more, ali je u zadnji čas osjetio, da mu nije baš najbolje, pa se vratio kući. Osjetio je bol oko srca. Brza liječnička intervencija, bolnica, njega i pažnja nisu pomogle. U nedjelju 19. veljače ujutro srce mu je prestalo kucati. Srčani infarkt. Direktor poduzeća »Elektrojug« Mario Golušić bio je mrtav.

Mario Golušić rođen je 18. ožujka 1915. u Slanom kod Dubrovnika. Za stare Jugoslavije već ga rano vidimo u redovima napredne omladine. Članom SK postaje 1. ožujka 1942. Za vrijeme rata u prvim je borbenim redovima, talijanski ga okupatori hapse i zatvaraju, ali se u podesnom času prebacuje na oslobođeni teritorij, a odanle u zbjeg u El Shatt u Egiptu.

Poslije oslobođenja vraća se u domovinu, gdje mu se povjeravaju razne odgovorne dužnosti. Bio je: sekretar Mjesnog komiteta SK u Dubrovniku, tajnik Narodnog odbora općine, predsjednik Gradskog odbora, politički sekretar Gradskog i Općinskog komiteta SK, predsjednik Kotarskog narodnog odbora Dubrovnik, narodni zastupnik Sabora Hrvatske itd. Od 1. siječnja 1958. pa do smrti nalazi se na položaju direktora poduzeća »Elektrojug« Dubrovnik, a istodobno je i predsjednik Turističkog društva kotara Dubrovnik, te potpredsjednik Turističkog društva Hrvatske.

Dolaskom na dužnost direktora poduzeća »Elektrojug« Dubrovnik, radni elan, sposobnost i snalažljivost druga Maria Golušića došli su do punog izražaja i s njime je započela stvarna izgradnja i elektrifikacija cijelog područja kotara Dubrovnik. U tom je radu drug Golušić bio inicijator svih akcija, lično prisutan na svakom mjestu, shvativši kao sin ovoga kraja da je elektrifikacija podloga svakog daljnjeg razvoja, a naročito turističkog, da je to osnova za gospodarski preobražaj sela i za bolji život svakog čovjeka toga kraja. Prerana smrt zatekla ga je na kraju ovog posla, jer se mogu na prste izbrojiti zaseoci, koji nijesu dobili električnu struju.

Uporedo s time rasli su i problemi i zadaci, naročito potreba rekonstrukcije i proširenja kapaciteta postojećih postrojenja na području grada. I ovaj posao završen je, zaslugom Maria Golušića, na vrijeme i kako treba. Na svim je tim poslovima drug Golušić bio u prvim redovima, uporno nastojeći da se sve završi u pravo vrijeme.

S ovim su rasli i organizacioni problemi, problemi kadrova, rješenja stambenih pitanja, standarda članova kolektiva. Drug Golušić je zajedno s kolektivom s velikim uspjehom riješio i ta pitanja. Treba istaći, da je nakon njegove prerane smrti ostalo veoma malo problema na rješavanju standarda ljudi iz poduzeća, koji ne bi bili riješeni. Zbog ovakovog samoprijegornog i nesebičnog rada kolektiv ga je u nekoliko navrata predlagao za najviša radna odlikovanja. Zbog svega toga, kao i zbog njegove prisnosti, plemenitosti, humanizma i topline cijeli ga je kolektiv neobično volio i poštovao.

Mario Golušić sahranjen je u ponedjeljak 20. veljače 1967. na Boninovu. Sprovod mu je bio veličanstven, kakav se u Dubrovniku odavna ne pamti. Tu su istom došli pravo do izražaja osjećaji poštovanja, zahvalnosti i privrženosti, koju su za njega osjećali svi, koji su bilo izravno bilo neizravno dolazili s njime u doticaj. Prisutni su bili, osim mnogih građana grada Dubrovnika, mještani Župe, Konavala, Primorja, Pelješca, Korčule, Lastova, Mljeta, Šipana, Lopuda i drugih mjesta, jer su svi osjećali što su s njime izgubili. Na sprovod su došli i predstavnici političkih i društvenih organizacija, Skupštine općine Dubrovnik i Trebinje, kao i elektroprivrednih organizacija iz Zagreba, Sarajeva, Titograda, Mostara, Splita, Šibenika, Zadra te Svetozareva.

Mario Golušić ostat će nam svima u trajnoj uspomeni!

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE STUDENI I PROSINAC 1966.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5 — 9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. 1966.	287.875	58.580	1.935	19.821	289.810	78.401	— 91.816	106.587	— 32	382.950
2. 1966.	288.747	40.974	2.060	17.142	290.807	58.116	— 66.362	40.045	— 320	322.286
3. 1966.	316.991	45.544	1.771	21.597	318.762	67.141	— 72.141	53.680	— 2.065	365.377
4. 1966.	291.102	23.046	1.846	19.394	292.948	42.440	— 52.713	54.081	— 2.198	334.558
5. 1966.	304.002	19.891	1.700	19.748	305.702	39.639	— 35.354	16.685	— 37	326.635
6. 1966.	193.487	47.252	1.071	16.535	194.558	63.787	+ 5.779	69.427	— 33	333.518
7. 1966.	121.190	54.343	953	19.967	122.143	74.310	+ 92.649	20.276	— 142	309.236
8. 1966.	138.400	72.560	996	26.019	139.396	98.579	+ 103.361	2.633	— 294	343.675
9. 1966.	175.229	53.819	775	30.884	176.004	84.703	+ 69.602	23.075	— 41	353.343
10. 1966.	228.596	49.616	1.357	32.125	229.953	81.741	+ 25.040	4.712	— 5.700	335.746
11. 1966.	340.291	31.963	2.131	26.670	342.422	58.633	— 45.555	3.542	— 13.801	345.241
12. 1966.	423.845	35.251	2.253	29.296	426.098	64.547	— 76.216	8.188	— 10.677	411.940
Ukupno 1 — 12. 1966.	3,109.755	532.839	18.848	279.198	3,128.603	812.037	— 143.726	402.931	— 35.340	4,164.505

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece studeni i prosinac 1966.

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik[3]	216,0	—	27.424	134.246	—	83,0	—				
		Vinodol-Fužine	78,9	12.521	22.461	153.410	66,8	120,3	81,6	22,0	38,4		
		Gojak	48,0	27.844	34.109	235.226	103,7	94,2	91,8	80,5	95,5		
		Ozalj	5,1	3.009	2.784	25.379	157,7	108,2	98,4	84,3	73,3		
		Senj		123.708	125.232	770.176	—	—	—	85,9	—		
		Peruća	42,0	2.599	18.493	135.677	—	10,3	85,5	8,5	59,1		
		Kraljevac	67,0	25.754	31.511	104.886	261,5	147,2	48,7	53,3	63,2		
		Split	224,0	129.117	146.171	1,445.927	149,6	92,2	90,3	79,9	87,6		
		Manojlovac	20,5	13.456	13.660	137.810	136,6	94,1	101,3	91,2	90,1		
		Jaruga	5,3	2.193	2.000	33.341	—	—	111,0	55,3	48,8		
	TE	Zagreb — TO Žitnjak	64,0	15.930	18.215	289.211	88,7	98,9	90,0	34,4	38,3	3.745	3.740
		Zagreb	10,0	—	—	14.811	—	—	185,0	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	6.426	7.137	139.840	42,3	52,3	81,3	24,7	26,6	4.247	4.439
		Vlaška	8,0	—	512	13.990	—	14,5	42,5	—	8,6	—	5.373
		Rijeka	7,2	—	—	404	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	1.169	1.425	18.266	52,5	96,1	62,8	10,8	11,5		
		Sladorana — Županja	7,08	2.785	2.941	13.241	133,3	—	180,2	54,6	55,8		
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	2.247	2.324	25.567	132,1	123,7	98,9	51,1	52,0		
		Željezara — Sisak	5,5	3.406	2.687	37.410	100,7	99,8	97,7	83,1	65,6		

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1965. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta
[3] Dio od 23 % proizvodnje koji otpada na SRH

Proizvodnja ugljena za mjesece studeni i prosinac 1966.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

Vrst ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1965 = 100		
		Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša		54.740	65.800	764.570	102,9	91,9	101,8
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	2.776	2.603	39.246	69,4	56,0	81,4
	Rudnik Pregrada	4.825	5.143	68.088	71,4	77,3	88,4
	Ostali	39.692	3.619	55.573	80,5	67,9	84,5
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	10.307	10.363	149.736	77,0	70,4	87,0
	Dalmacija: Rudnik Siverić	4.265	3.548	67.139	73,4	57,2	80,4
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	2.017	1.862	23.280	107,8	127,1	108,4
	Svega mrki	28.152	27.138	403.062	76,6	69,6	86,1
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	19.185	24.755	305.892	67,1	78,2	85,2
	Zagorski rudnici, Konjšćina	6.300	7.904	105.081	70,5	91,0	97,1
	Rudnik lignita i Poljanica	3.748	3.678	46.070	81,7	71,2	83,3
	Ostali	1.216	1.356	16.561	90,5	87,4	93,8
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	5.547	3.742	68.963	65,0	42,6	68,8
	Ostali	2.029	2.271	40.140	36,0	35,2	54,1
	Ostala područja	1.275	1.351	20.501	74,6	101,7	88,9
	Svega lignit	39.300	45.057	603.208	66,2	70,8	81.8
Ukupno sve vrste ugljena		122.192	137.995	1,770.840	81,9	79,2	90,5

NAPOMENA[1]: Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar.

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1966.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kal).	Koks
Proizvodnja u 1000 t	11. 1966.	2290	83	780	1427	1761	100
	12. 1966.	2351	97	854	1400	1839	105
Indeks na bazi	11. 1965.	93,4	95,4	93,7	92,6	161,9	99,0
	12. 1965.	88,9	82,0	92,8	114,5	89,4	72,3

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1966.

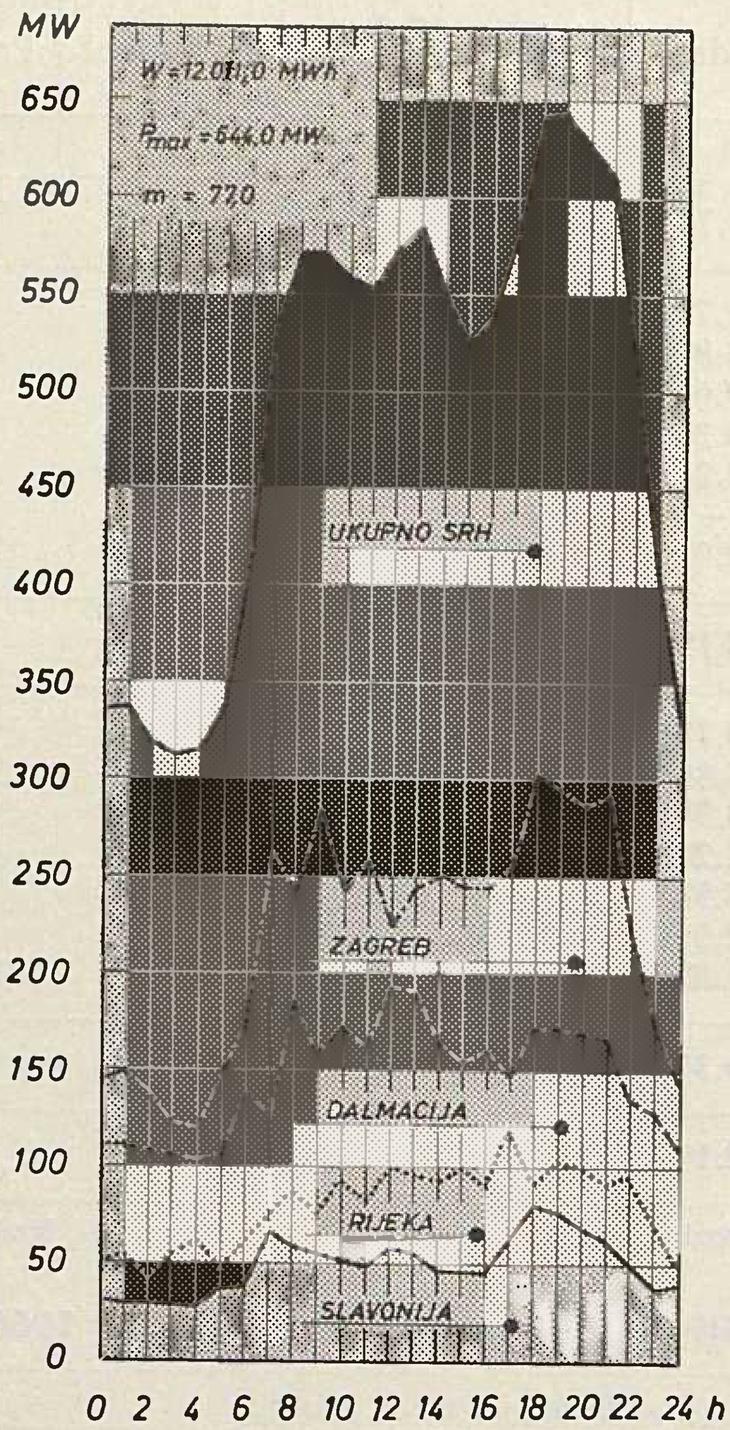
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja u tonama	11. 1966.	183.260	37.611	335.981	59,682	1.825	3.921	91.161	9.698	153.998
	12. 1966.	190.468	39.625	334.370	71.932	1.148	7.405	101.773	20.430	160.791
Indeks na bazi	11. 1965.	106,0	126,6	110,8	89,5	98,0	60,5	108,3	164,3	116,6
	12. 1965.	108,5	121,1	102,1	129,5	60,9	68,9	125,0	240,0	105,2

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1966.

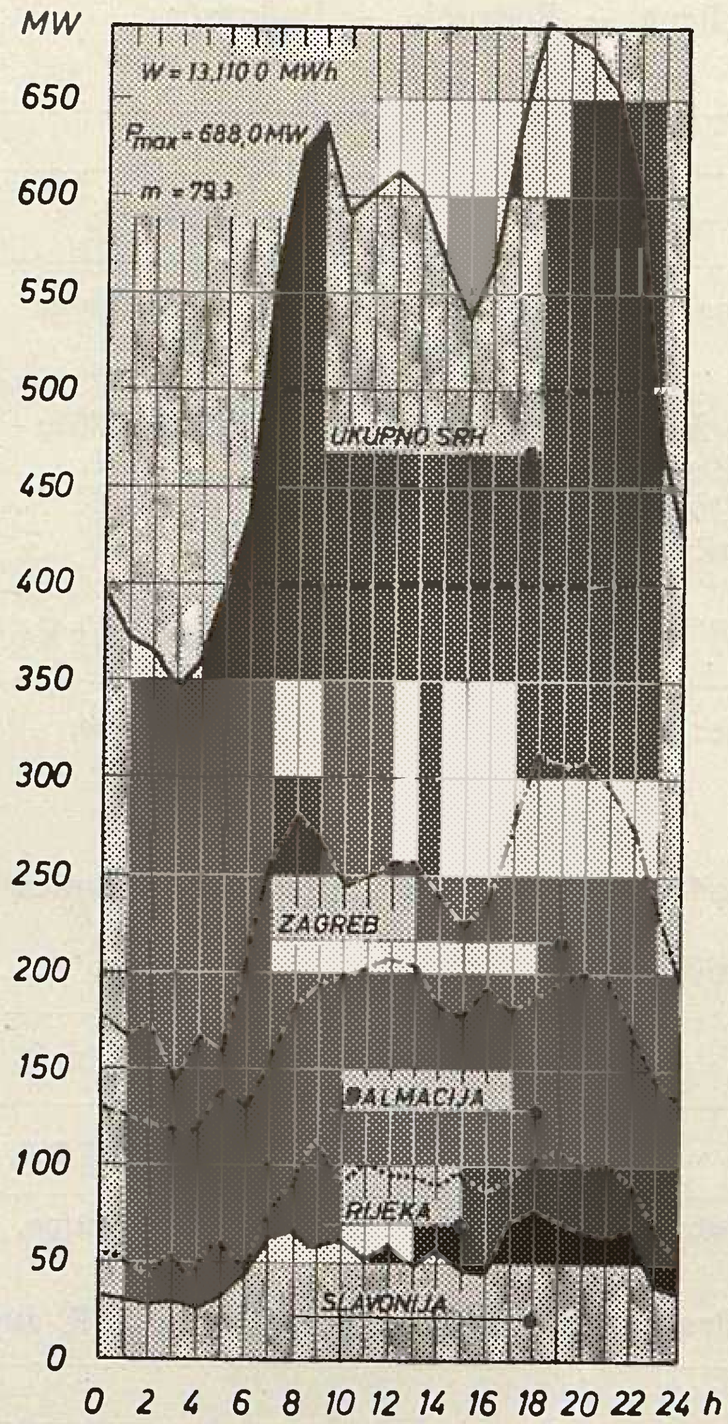
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
11. 1966.	106	108	109	101	101	107	100	107	101	113
12. 1966.	120	124	125	117	110	117	106	138	110	124
11. 1965.	103,9	101,0	103,8	106,3	107,4	108,0	98,8	95,5	106,3	104,6
12. 1965.	102,5	100,8	105,9	106,3	96,4	105,4	91,3	93,1	102,8	107,8

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

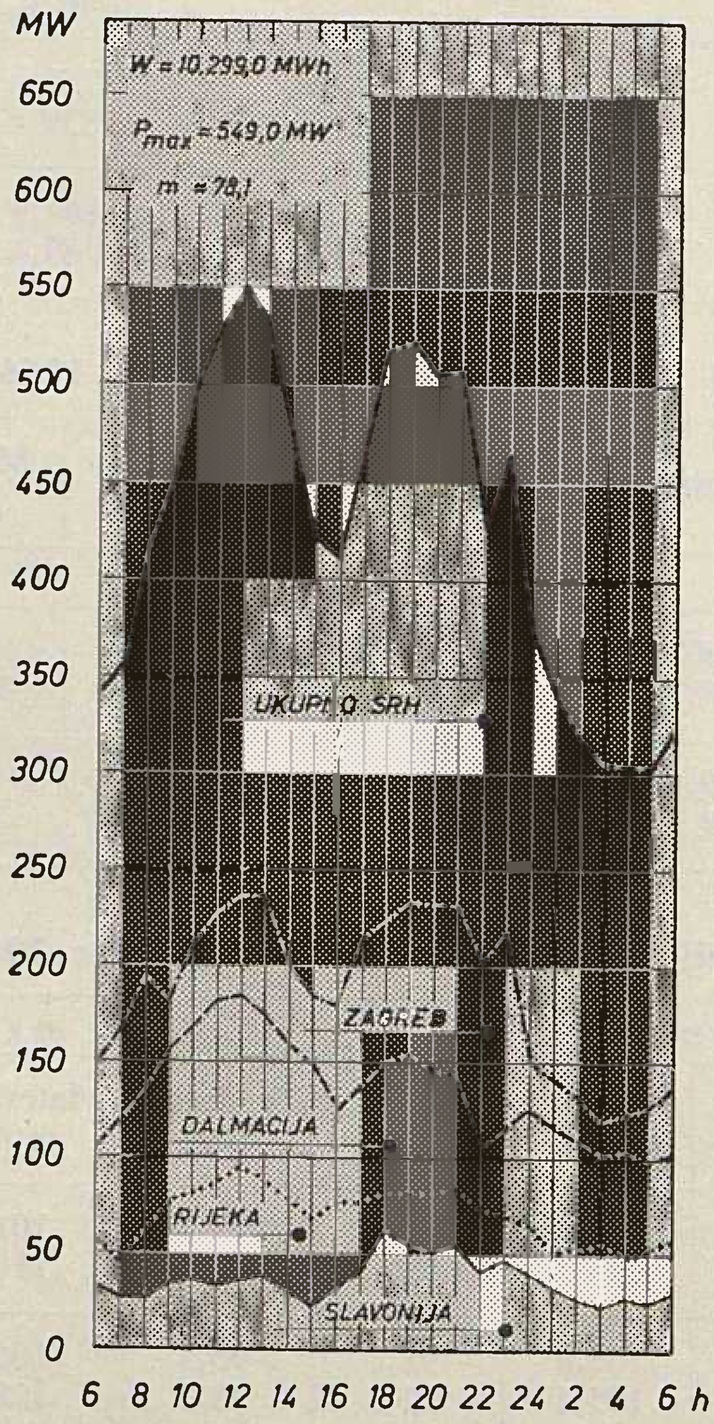
Srijeda, 16.11. 1966



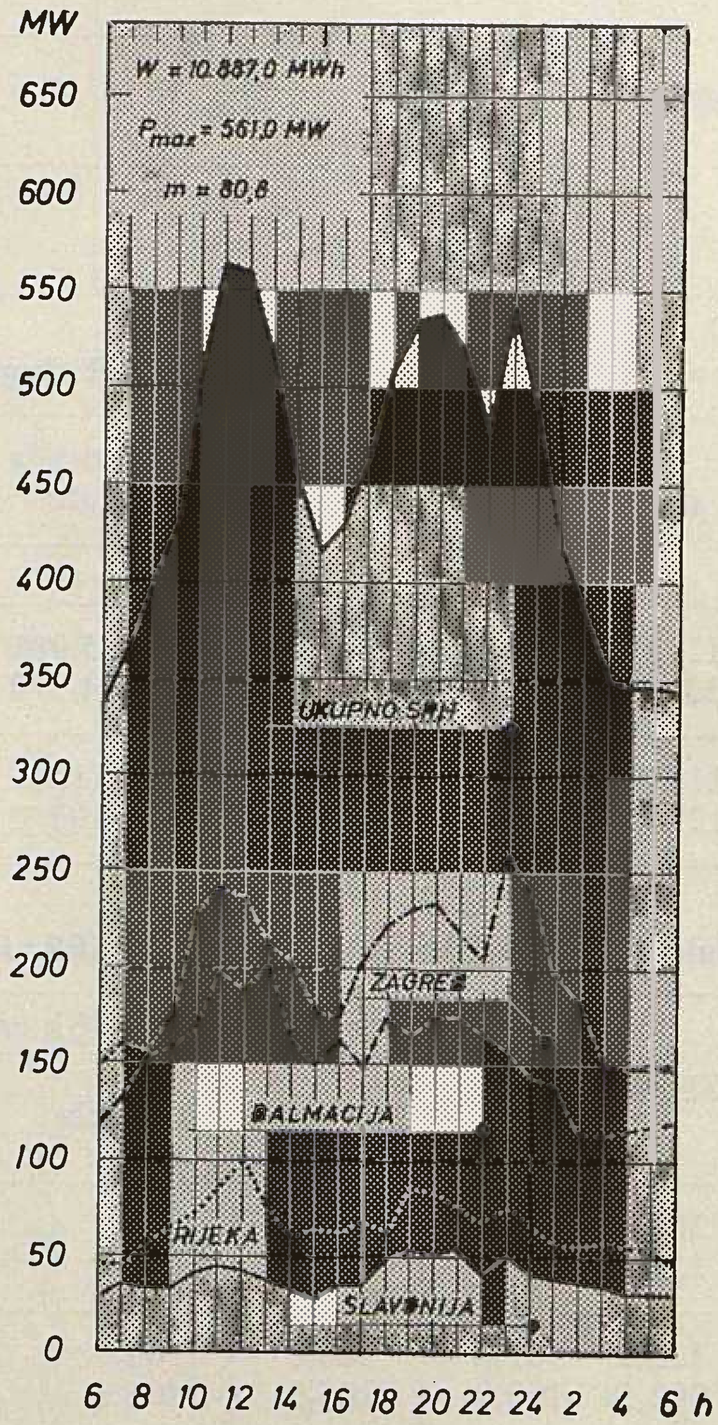
Srijeda, 21.12.1966



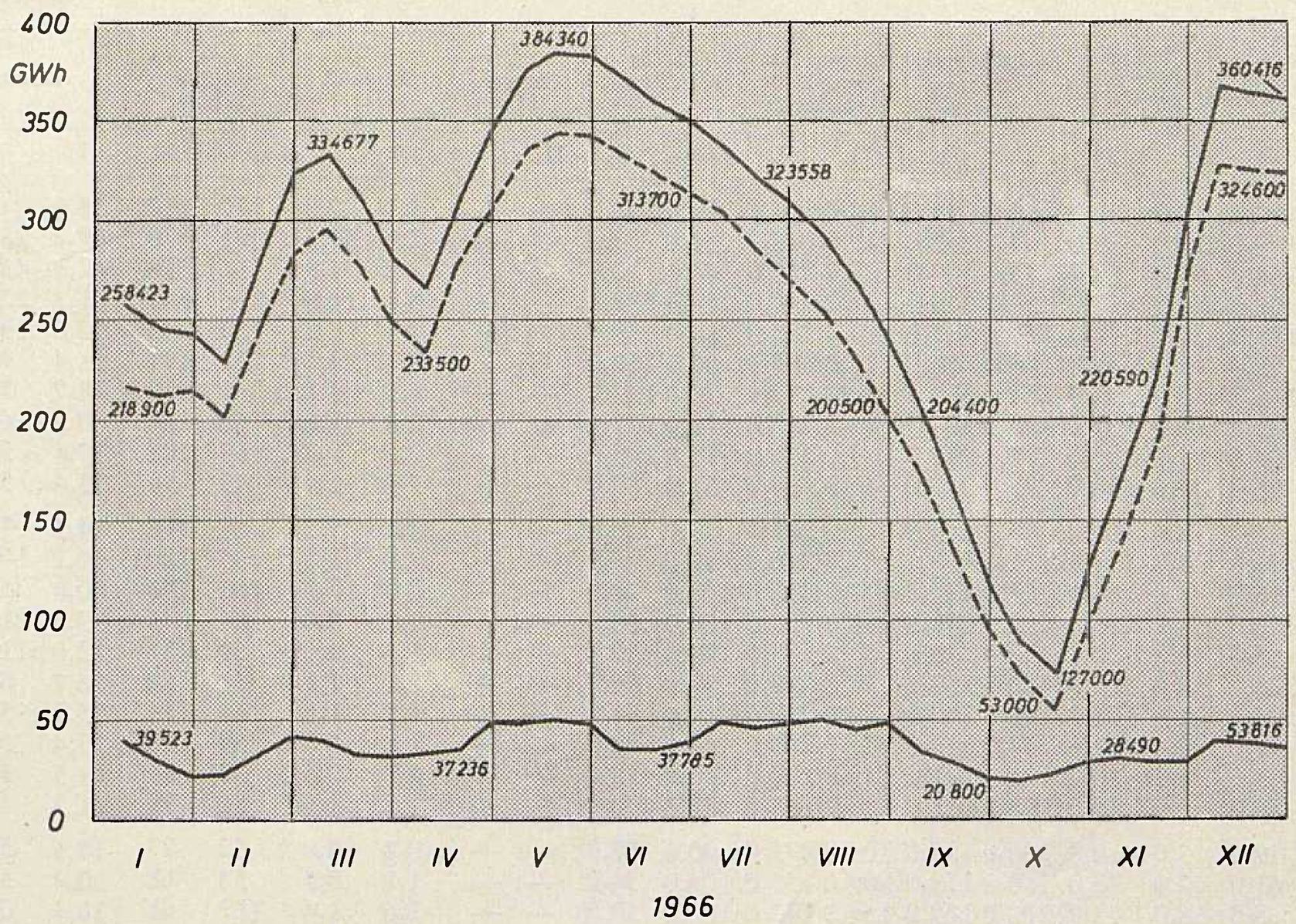
Nedjelja, 20.11 1966



Nedjelja, 25.12. 1966



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece studeni i prosinac 1966.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1965.		I. i XII. mj. 1966. prema I. i XII. mj. 1965.		12 mjeseci 1966/65. prema 12 mjeseci 1965/64.	
	Studeni %	Prosinac %	Studeni %	Prosinac %	Studeni %	Prosinac %	Studeni %	Prosinac %	Studeni %	Prosinac %
Ukupno SRH	100,0	100,0	105,3	113,5	111,7	112,4	108,5	108,9	108,4	108,9
Direktni potrošači	18,3	18,9	168,3	117,7	175,5	122,6	120,6	120,8	121,0	120,8
Distribucija	73,3	71,5	103,0	111,0	108,7	113,4	107,6	108,5	105,7	108,5
Gubici	8,4	9,6	99,3	130,0	55,3	84,1	73,2	74,2	78,2	74,2

Srednji dnevni protoci za mjesece studeni i prosinac 1966. (m^3/sek.)

Datum	Cetina								Krka				Ličanka Lokvarka		Lika Gacka		Mrežnica — Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciji Peruća		Ispust iz akumulacije Peruća(Lim) Šilovka		Međudotok Peruća — Prančevići		Ispust iz akumulacije Prančevići		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.
1	113,0	112,0	2,0	3,0	125,0	245,0	64,0	154,0	60,0	100,0	—	—	3,1	22,3	110	130	56,6	41,6	—	—
2	82,0	100,0	12,0	3,0	104,0	225,0	40,0	140,0	74,0	79,0	—	—	2,6	81,5	301	678	49,2	268,3	—	—
3	70,0	164,0	68,0	7,0	74,0	300,0	41,0	255,0	64,0	110,0	—	—	2,2	56,9	56	678	47,9	433,6	—	—
4	59,0	202,0	82,0	7,0	51,0	340,0	41,0	274,0	60,0	139,0	—	—	5,3	14,9	166	545	61,2	229,1	—	—
5	140,0	178,0	24,0	44,0	157,0	305,0	110,0	252,0	80,0	138,0	—	—	7,1	7,5	159	243	92,8	134,2	—	—
6	139,0	153,0	3,0	79,0	189,0	314,0	132,0	300,0	80,0	162,0	—	—	6,4	4,3	151	181	58,4	95,9	—	—
7	115,0	145,0	5,0	102,0	154,0	314,0	49,0	339,0	78,0	132,0	—	—	4,5	3,1	68	150	48,2	76,5	—	—
8	84,0	129,0	11,0	101,0	119,0	283,0	49,0	298,0	75,0	117,0	—	—	2,8	1,8	68	124	40,5	66,5	—	—
9	75,0	108,0	13,0	103,0	114,0	258,0	49,0	266,0	75,0	107,0	—	—	2,5	1,3	57	108	37,4	57,1	—	—
10	65,0	96,0	42,0	103,0	95,0	247,0	45,0	254,0	51,0	89,0	—	—	2,0	1,9	49	96	35,4	53,6	—	—
11	62,0	96,0	58,0	103,0	74,0	240,0	45,0	245,0	50,0	80,0	—	—	3,1	2,5	65	96	34,5	75,5	—	—
12	124,0	96,0	24,0	101,0	117,0	216,0	48,0	240,0	82,0	78,5	—	—	4,0	3,8	95	120	50,2	109,7	—	—
13	167,0	93,0	5,0	88,0	167,0	227,0	107,0	232,0	120,0	78,0	—	—	2,0	2,0	103	130	40,8	251,0	—	—
14	124,0	100,0	3,0	105,0	152,0	270,0	86,0	277,0	120,0	88,0	—	—	1,7	8,0	81	236	33,6	215,3	—	—
15	96,0	115,0	3,0	114,0	132,0	270,0	57,0	275,0	79,0	89,0	—	—	1,5	3,0	69	181	32,0	115,8	—	—
16	89,0	109,0	22,0	114,0	100,0	230,0	38,0	245,0	72,0	86,0	—	—	2,1	2,1	61	160	26,7	62,2	—	—
17	87,0	97,0	25,0	107,0	100,0	222,0	46,0	229,0	69,0	84,0	—	—	2,2	1,5	60	111	25,7	54,1	—	—
18	99,0	91,0	3,0	95,0	140,0	212,0	65,0	208,0	82,0	80,0	—	—	1,6	1,8	59	78	23,4	55,1	—	—
19	115,0	73,0	3,0	75,0	175,0	201,0	79,0	167,0	90,0	58,0	—	—	1,3	0,6	57	84	21,5	50,0	—	—
20	110,0	70,0	3,0	89,0	194,0	185,0	100,0	165,0	90,0	60,0	—	—	1,2	1,5	50	79	21,2	47,4	—	—
21	99,0	70,0	3,0	83,0	200,0	192,0	104,0	273,0	90,0	58,0	—	—	0,8	0,8	52	77	17,5	50,3	—	—
22	90,0	61,0	42,0	75,0	188,0	179,0	109,0	153,0	100,0	54,0	—	—	1,1	0,5	55	68	20,4	52,5	—	—
23	105,0	65,0	38,0	73,0	200,0	169,0	154,0	142,0	100,0	50,0	—	—	2,6	1,4	162	61	30,4	66,9	—	—
24	216,0	57,0	5,0	57,0	328,0	165,0	240,0	95,0	102,0	47,0	—	—	7,7	0,6	474	56	67,0	62,2	—	—
25	260,0	52,0	42,0	41,0	394,0	151,0	333,0	120,0	223,0	47,0	—	—	7,2	0,4	507	52	87,1	53,0	—	—
26	243,0	60,0	61,0	63,0	359,0	155,0	316,0	93,0	210,0	48,0	—	—	4,4	0,3	301	50	61,2	58,1	—	—
27	189,0	54,0	12,0	71,0	317,0	148,0	260,0	124,0	196,0	52,0	—	—	3,1	—	202	43	49,1	55,1	—	—
28	152,0	51,0	10,0	62,0	272,0	128,0	180,0	90,0	176,0	38,0	—	—	2,2	6,4	155	44	43,8	47,9	—	—
29	132,0	50,0	10,0	60,0	270,0	114,0	164,0	65,0	153,0	34,0	—	—	4,4	5,1	125	71	45,6	57,0	—	—
30	125,0	44,0	3,0	54,0	264.0	110,0	180,0	60,0	150,0	38,0	—	—	5,3	4,3	130	78	38,7	53,0	—	—
31		34,0		13,0		114,0		51,0		39,5		—		3,4		73		17,5		—
Mjeseč. prosjek	120,5	94,3	115,0	143,2	177,5	217,2	111,0	199,0	102,0	70,9	—	—	3,2	7,9	131,0	157,4	132,4	98,2	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1966.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	11. 1966.	1323	978	345	363	20	93	220	190	60	203	45	44	0,2	85	—
	12. 1966.	1461	1108	353	417	23	183	195	165	95	231	40	47	—	65	—
Indeks na bazi	11. 1965.	129,5	164,0	83,2	164,0	45,4	123,3		134,7	109,4	178,0	53,5	137,5	—	177	—
	12. 1965.	112,9	119,1	96,6	139,9	85,1	198,6	100,5	102,4	126,6	95,0	65,5	102,1	—	72,2	—

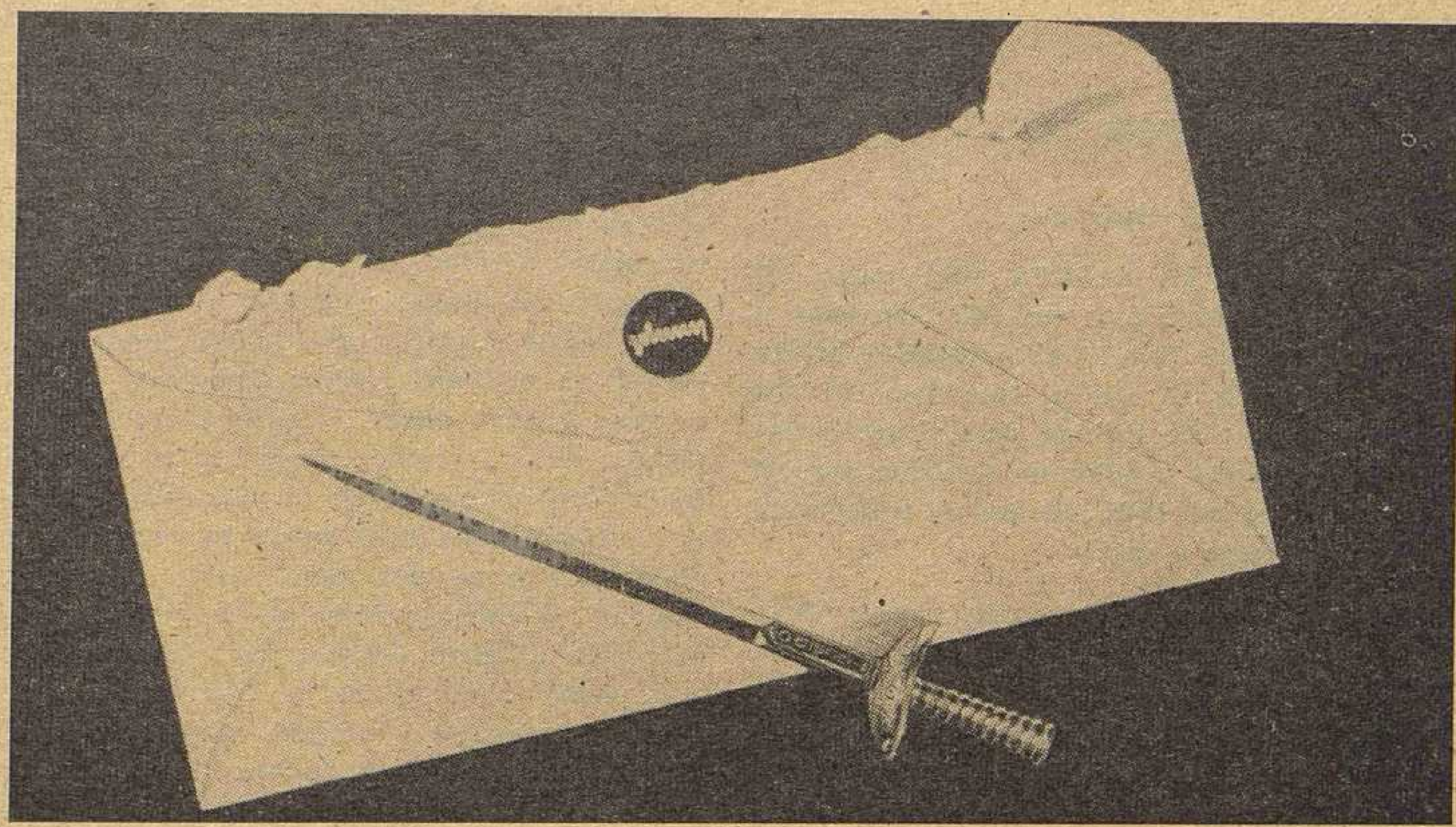
UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

energija



Poruke uredništva

Otvaramo prva pisma čitalaca . . .

Na naš opetovani poziv na suradnju s velikom smo radoznalošću očekivali, kako će reagirati naši pretplatnici i čitatelji.

Bili smo ugodno iznenađeni.

Prvi su se javili prokušani i iskusni suradnici i obasuli nas prilozima i stručnim člancima, koje su — kako vidimo i po svemu sudimo — imali već pripremljene. Mi sada imademo gradiva i priloga za nekoliko brojeva unaprijed, što znači da kapaciteti elektroprivrednih stručnih kadrova nisu iscrpljeni.

Što je, međutim, još utješnije je činjenica da se sve više javljaju mladi suradnici, oni koji možda još i nemaju tako bogato stručno iskustvo, ali zato imaju mnogo ambicije i dobre volje da nešto dadu i pokažu.

Razmišljajući o tome evo što smo odlučili: od svakog ćemo autora, pogotovo pak mladog i novog, objaviti godinu života, biografiju i fotografiju. Kad ga već čujemo da ga i pobliže upoznamo.

Autore, dakle, molimo da nam uz svoj članak priložе i sliku s nekoliko kratkih biografskih podataka na primjer: rođen tada i tada, svršio te i te škole, zatim da navede poduzeće ili ustanovu, gdje sada radi, kojom se specijalnošću bavi, koje i kakve je stručne radove do sada objavio itd.

Pitanja i odgovori

Mi smo u prvi mah mislili, da će se ljudi baviti pitanjima čisto osobne naravi: o ličnim dohocima i njihovoj pravilnoj ili nepravilnoj raspodjeli, o regresima za godišnje odmore, o bolovanjima, mirovinskom stažu i dr.

Ili možda o sasvim stručnim problemima: raznim slučajevima nedovoljne zaštite na radu, ili o nesvakidašnjim pojavama koje im se mogu dogoditi i kako ih trebaju rješavati i tome slično.

Baš naprotiv! Takvih nam pitanja ljudi, začudo, uopće ne upućuju. Izgleda, da je sistem radničkog upravljanja, u kom sudjeluje, bilo izravno ili neizravno, skoro svaki radnik, uglavnom objasnio — što u samim forumima organa upravljanja, što u sindikatima — sva pitanja prava i dužnosti radnika.

Naši se čitaoci mnogo više zanimaju općim problemima: krizom ugljena u zemlji i u svijetu, naučnim dostignućima u energetskoj politici, problemima nauke i školstva, situacije u svijetu itd. itd.

Nama je to pomalo i razumljivo: elektroprivreda je grana s pretežno specijaliziranom i specifično kvalificiranom stručnom radnom snagom. U jednoj tiskari već po samoj prirodi posla ne može biti nepismenih tipografa. Slično je i u elektroprivredi, gdje i onaj tzv. manje kvalificirani radnik mora u neku ruku ipak biti

kvalificiran, jer manipulacija u procesu proizvodnje i prerade električne energije zahtijeva ipak neko specijalno znanje i razumijevanje.

Objavljujemo samo nekoliko pitanja i naših odgovora. To, međutim, kako ćemo vidjeti, nisu šablonska i pomalo već otrcana pitanja pa ih mi takovima ni ne smatramo. Zato će i naši odgovori biti njima adekvatni. Možda bi najispravnije bilo, da ih nazovemo — razgovorima...

NAŠI RAZGOVORI

Stručnjaci »bjegunci«

Drug O. KOMORICA IZ SPLITA piše nam: »U posljednje vrijeme čitam već u nekoliko navrata u dnevnoj štampi (»Vjesnik« 23.4. i 3.5 i drugdje) o bijegu učenjaka i stručnjaka iz Evrope u Ameriku. Tvrdnja da vrijednost, koju je time Evropa dala Americi daleko premašuje vrijednost sveukupne novčane pomoći primljene od Amerike od 1949. do danas, izgleda mi pretjerana. Što vi mislite o tom?«

— Ne smatramo se pozvanima, da to ni potvrdimo ni oprovrgnemo, jer je učenjake teško vrednovati u dolarima. (Naš suradnik dipl. ek. Žarko Mrvoš u vrlo dobrom članku »Metode usporedbe ostvarenih osobnih dohodaka« Energija br. 9—12/65 str. 326 ističe da koristi povećanja produktivnosti rada premašuju odgovarajuće izdatke države na školsko obrazovanje za 27,6 puta.) Činjenica je, da su svote, koje je Evropa primila poslije rata od Amerike putem UNRRE, Marshalove pomoći i dr. za naše pojmove vrlo velike.

Ne može se, međutim, zanijekati i činjenica, da je Amerika povukla, ponekad čak i »pokupovala« na tisuće i tisuće vrhunskih učenjaka i stručnjaka, koji su svakako mnogo doprinijeli njezinu usponu i stvorili od nje najglavniju silu svijeta, naročito na polju tehničkih dostignuća. Dorasla joj je, izgleda, jedino SSSR, ukoliko ju nije negdje i prestigla.

U Ameriku zaista odlazi velik broj stručnjaka iz svih evropskih zemalja. Uzrok možda i nije u tome, što se u Americi naučni rad mnogo bolje plaća nego u Evropi, nego u tome što se ondje mladim stručnjacima pruža daleko veća mogućnost stručnog usavršavanja. Mladi će istraživači naći tamo najmodernije uređene i bogato opremljene laboratorije sa svim mogućim najmodernijim i najskupocjenijim aparaturama

Postotak tih »bjegunaca« brojčano možda i nije tako velik, ali je zlo u tome, što su to uglavnom mladi kadrovi iz struka, koje su u starom svijetu deficitarne: elektronika, astronautika, nukleonika. Srednja i zapadna Evropa ni inače ne mogu dostići znanstveni napredak Amerike i Sovjetskog saveza iz sasvim jednostavnog, brojčanog, razloga: dok evropska sveučilišta svake godine izbacuju oko 100 tisuća mladih stručnjaka s fakultetskim diplomama, Sovjetski ih savez daje 345 tisuća, a Amerika čak 450 tisuća; od toga tehničkih i suvremenih nauka Evropa 25, Sovjetski savez 130, a Amerika 80 tisuća.

Perspektiva ugljena i ugljenokopa

Naš pretplatnik iz Bosne URFET KARAVDIĆ interesira se za perspektivu naših ugljena i njihove daljnje eksploatacije. On pita: Ima li izgleda, da će se situacija s ugljenom popraviti. Za nas u Bosni je to životno pitanje (ja sam naime student rudarstva!). Ne bi li se to možda riješilo izgradnjom većeg broja termoelektrana?

Otprilike isto pitanje postavio nam je i student J. J. iz Raše

— Na to Vam pitanje daje odgovor u slijedećem broju našega lista naučni savjetnik Instituta za elektroprivredu i naš suradnik, prof. ing. Ivo Jamnicki, danas sigurno naš najvrsniji stručnjak na polju kompleksne energetike. Molimo Vas, da pažljivo pročitate njegove odgovore na pitanja zagrebačke Televizije.

Mi bismo s naše strane dodali samo svoje dojmove. Po našem mišljenju epoha dominacije ugljena je završena. Razvoj nauke i tehnike omogućuje masovnu dobavu nafte i zemnog plina čija je upotreba u većini djelatnosti ekonomičnija i pogodnija od ugljena, a već u bližoj budućnosti pridružit će im se i nuklearna energija. Upravo ovih dana čitamo, kako se redom, uz žalobne ceremonije, jedno za drugim zatvaraju rudarska okna u Ruhru. Goleme povorke radnika pod crnim zastavama defilirale su u Oberhausenu uz pratnju glazbe i bubnjeva i žalobnih marševa. Bio je to oproštaj 4 tisuće otpuštenih rudara i oko 10 tisuća njihovih drugova koji su došli iz drugih okna, koja su također zatvorena.

Po čitavom se Ruhru i ostalim rudarskim krajevima Zapadne Njemačke vide golema brda iskopanog a neprodanog ugljena. Krupp jedini privatni vlasnik ogromnog industrijskog carstva sa 102 tisuće radnika je kapitulirao. Revolucija je potpuna: ugljen se povlači.

Situacija za ugljen ne bi kod nas ipak trebala biti suviše crna. *Troškovi dobave ugljena iz kopova sa dobrim prirodnim uvjetima eksploatacije bit će u Jugoslaviji vjerojatno još dugo vremena manji od troškova za dobavu ekvivalentne energije iz nafte i plina. Čak i kopovi sa osrednjim uvjetima eksploatacije ne bi se još dugo vremena trebali zatvarati. Uz dobro vođenje energetske politike može im se osigurati rad još za dugi niz godina. Naravno da njihovom proizvodnjom treba pri tomu racionalizirati, a to je baš područje, na kojemu se za rudarske stručne kadrove može očekivati još dugo i veliko polje rada.*

Osvrti i komentari

Ing. Jelena Vučetić iz Beograda piše: Šaljem Vam svoj komentar članka ing. Jurja Keglevića »Određivanje korišćenja akumulacionog bazena hidroelektrane na digitalnom računskom stroju«, koji ste objavili u »Energiji« br. 1—2/67. Smatram, da će biti koristan kao tehnička informacija Vašim čitaocima.

— Zahvaljujemo na pažnji. Budući da je Vaš osvrt stigao, kad je ovaj broj časopisa već zaključen, objavit ćemo ga u narednom broju, a kako je uvijek aktuelan neće ništa zakasniti. Međutim smo zamolili i autora članka ing. Keglevića da Vaš komentar prouči, kao interesantan prilog tome problemu.

Diploma? Što je to?

T. N. IZ ZAGREBA piše nam: Nisam uspio položiti ni maturu, pao sam na ispitima kad sam joj već bio na domak. San o upisu na fakultet i stjecanju diplome pao je tako u vodu. O sveučilištu i diplomi imao sam sve do ovih dana veoma visoko mišljenje. Bio sam uvjeren, da je to velika stvar i velika prednost, te sam s poštovanjem gledao u svakoga, kome je uspjelo da to postigne.

Imam nećaka, koji je nedavno diplomirao. Kažu da je sve polagao s izvrsnim uspjehom i ja sam bio (sve do ovih dana) na nj ponosan. Iz razgovora i raspravljanja s njime, ostao sam, na žalost, teško razočaran. O mnogim stvarima, koje sam ja već u srednjoj školi, kao ne baš najbolji đak morao znati i znao, on nema ni pojma a da i ne spominjem neka svijetla imena domaće i opće ljudske kulture, koja bi bar po imenima i najznačajnijim djelima morao poznavati. Ta što je to? Je li to krivnja naših fakulteta, naučnih programa, čega li? Počinjem sve manje cijeniti diplome, laureate, doktorate pa i fakultete. Možete li mi reći što se to zapravo dešava? Ili je moje pitanje neumjesno?

— Vaše je pitanje na mjestu! Ali dopustite nam da i mi Vas upitamo: Pošto je zapravo išao na fakultet Vaš nećak? I mi se sjećamo pojedinih ispita i ispitivača. Koliko se je puta neke stvari samo »nabubalo« s time, da se na ispitu prođe, štono riječ makar samo »kroz ušicu igle«. Mnogi su veselo trljali ruke, što im je uspjelo profesora »prevariti«, a zapravo su prevarili same sebe. Nisu krivi ni profesori ni fakulteti. Istina je, da i naši fakulteti imaju neki više neki manje, svojih »slabosti«, koje će vjerujemo uspjeti i znati savladati. Ne možemo međutim osporiti da naši fakulteti uživaju vrlo dobar glas i da su pojedini profesori na njima svjetski poznati kapaciteti.

Krivica je, ipak, na đacima kojih je uvijek bilo (i bit će ih) koji misle, da je glavno na bilo koji način dočepati se komada papira, zvanog »diploma«, pa da im se s respektom otvaraju svaka vrata. A odakle će, molimo Vas, jedan sveučilišni profesor istraživati, da li »maturant« (dakle »zreo« čovjek) pozna nekog »Dantu Alegoriju, koji je pisao nekakve komedije« ili nekog »buržujskog kraljevića po imenu Marka, koji je tukao fašiste«, i slično »biserje« (to citiramo iz dnevne štampe, koja ih je objavila kao maturalne zadaće nekih provincijskih srednjih škola).

Srednja škola je osnovica znanja: osam godina oranja po još neizoranoj ledini. Matura je potvrda da je ledina potpuno izorana i da je sposobna da primi i da na njoj proklija svako zasijano sjeme. Ako se ne oplodi, jer je palo na tvrdu i nesposobnu grudu, nije krivo ni inače izvrsno sjeme, ni odličan sijač.

Recite svome nećaku, da za njega, koji je na neki način uspio »prevariti« sijača, istom sada počinje prava vrijednost diplome i položenih ili prokriomčarenih ispita. Najteže će ispite istom sada početi polagati. Prvi je položio pred Vama, koji ste ga ocijenili vrlo negativno. Ocjenjivat će ga tako (bojimo se) redom i ostali ispitivači: život, okolina, javno mnijenje, konkurencija vrijednijih i sposobnijih.

Prevario je, dakle ne ispitivača, ne fakultet, nego sebe. Oprostite nam na otvorenosti. Otvoreno ste pitali, otvoreno i odgovaramo.

Jedan bilijun koliko je to?

Mlađi knjigovođa M. S. iz Osijeka pita: Operiram brojevima, ne tisućama i milijunima nego i milijardama i to po vas dan. Kad bih jednom pokušao zbrojiti sve cifre koje u jednom danu izbacim, sigurno bih došao i do bilijuna. Dajte mi, molim Vas, objasnite što zapravo predstavlja jedan bilijun?

— Odgovor je vrlo jednostavan: postoji jedna međunarodna konvencija iz 1951. godine, prema kojoj jedan bilijun predstavlja milijun milijuna (ili tisuću milijardi). Zbrku često prave Sjedinjene Države Amerike i Francuska kod kojih se ponekad spominje stari način izražavanja: hiljadu milijuna dolara i hiljadu mlijuna franaka oni ponekad identificiraju s jednim bilijunom, pa zato njihove izraze treba uvijek primati s izvjesnim oprezom.

Činjenica je, da upotreba velikih brojki zavisi i o zemlji i narodu, odnosno njegovoj razvijenosti. Poznato je, na primjer, da u Italiji do godine 1700. riječ milijun nije uopće upotrebljavana. Prevarili bismo se, kad bismo povjerovali, da se i prije toga nije operiralo velikim brojkama. Rimski car Vespazijan, kad je po Neronovoj smrti preuzeo vlast utvrdio je da državni dug iznosi četrdeset tisuća milijuna (tj. četrdeset milijardi) sestercija., kako mu je to dokazala njegova vanredno nadarena konkubina Julija Coenis, pravi financijski genije, inače poznatija po tome što je dala izgraditi u svom rodnom gradu Puli poznati amfiteatar (arenu). Hotentoti u Africi prave s brojkama čitavu konfuziju. Oni broje: jedan, dva, tri a iza toga svaka brojka se izražava sa »mnogo«, koja može značiti i pet i sedam ali i milijun. Ako budu ikada upoznali riječ »inflacija« brzo će naučiti i brojiti beskonačno daleko... Trebalo je čuti prvih godina iza prvog svjetskog rata Nijemca i Austrijanca pa i Madžara kako su dobro poznavali vrijednost bilijuna, trilijuna, kvadrilijuna itd. A i Vi, dragi druže (nedajbože inflacije) upoznali biste vrijednost bilijuna, kad bi na primjer za kutiju cigareta morali platiti jedan bilijun dinara, a uzvratili bi Vam sitniš od dvije-tri milijarde ili Vam u pomanjkanju sitniša dali umjesto toga dvije tri karamele iz Osječke tvornice kandita...

Desalinizacija morske vode

Drugovi R. BENUSSI i Zv. BENČIĆ iz Pule uputili su nam sasvim praktično pitanje: Naš kraj, naročito južna i zapadna Istra, teško osjeća oskudicu pitke vode. Kad proradi termoelektrana u Plominu, pa Istra dobije velike količine energije, ne bi li se moglo izvjesne količine upotrijebiti za desalinizaciju morske vode, koje naprotiv imamo u izobilju, budući da smo sa svih strana okruženi morem?

— Pitanje opskrbe pitkom vodom ne mori samo vas, nego i čitavo zapadno obalno područje naše države, od Trsta do Ulcinja, pogotovo otoke. Kako danas stoje stvari izgleda da pitanje, onako kako ga Vi za-

mišljate, neće tako skoro biti riješeno. Električna energija iz TE Plomin mogla bi pomoći da južna i zapadna Istra dođu do pitke vode, jedino na taj način, da zahvaćene vode na izvorima sjeverne Istre i pod Učkom, motornim crpkama prebacuje u zapadne sušne krajeve.

Proces desalinizacije za sada je još veoma skup. Budući da taj problem muči i druge zemlje, naročito pak milijunske velike gradove, koji su otprilike u istom položaju kao i Vi u Istri i na otocima (u malenom, naravno!) nemojte misliti da si i drugi ne razbijaju glavu istim mislima. Upravo ovih dana čujemo o gigantskom projektu opskrbe pitkom vodom Los Angelesa, koji je 24 kilometra udaljen od oceana, a nema dovoljno slatke vode,

Oceani predstavljaju, naravno, neizmjerne količine vodenih rezervi, ali one nisu pitke. Po spomenutom projektu Los Angelesa izgradila bi se ogromna atomska postrojenja u kojima bi se morska voda pretvarala u paru, a ta bi pokretala velike turbine i proizvodila energiju. Para bi se nakon toga pretvarala u destiliranu pitku vodu i opskrbljivala čitav Los Angeles. Dva nuklearna reaktora dobavljala bi termoenergiju potrebnu za desalinizaciju 570 milijuna litara vode dnevno. Destilirana pitka voda crpkama bi se ubacivala u vodovodnu mrežu. Taj će pothvat stajati, kaže projektant, 450 milijuna dolara.

Na jeftinijim rješenjima za dobivanje ograničenih količina pitke vode radi se i kod nas. Institut JAZU u Dubrovniku, proučava, po uzoru na neke uspjehe postignute u Grčkoj, to pitanje za naše prilike. Dosadašnje analize pokazuju, da bi se za potrebe pića i kuhanja još našla ekonomska računica. Za ostale potrebe kao što su: pranje rublja, natapanje manjih parcela i slično, za sada bi to još bilo preskupo. Problem je svakako vrijedan truda i sredstava i mi ćemo još o tome pisati.

ER

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR

Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37
Pošt. pretinac 451, telefoni 511—455, 513—822 (328)

Godišnje izlazi 12 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 15 novih dinara, a za poduzeća i ustanove 150 novih dinara. Cijena pojedinog broja u prodaji 10 novih dinara. Za inozemstvo $ 15 godišnje.

Tekući račun kod Narodne banke, Zagreb
Institut za elektroprivredu (za »Energiju«) broj 301-3-74.

Tisak i klišeji: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Frankopanska 26.

Godište 16 — 1967 — Broj 5—6

SADRŽAJ

Begović K.: Električna postrojenja za opskrbu električnom energijom vlastite potrošnje velikih termoelektrana 145

Nevešćanin J.: Optimalna veličina gradskih distributivnih transformatorskih stanica 35/10 i 110/10 kV 160

Kragić B.: Napajanje telekomunikacionih uređaja u elektroprivredi 169

Baranović B.: Preveliki program izgradnje elektrana 173

Stanić V.: 40 godina Elektroslavonije, Osijek . . 176

Iz strane stručne literature

— Problemi stvaranja jedinstvenog energetskog sistema Sovjetskog saveza (J. Hrs) 184
— Energetska politika SR Njemačke i Evrope (I. J.) . 184
— Elektroprivreda SAD — značajno tržište ugljena u budućnosti (D. Feöcze) 185
— Postupak za brzo određivanje specifičnog potroška topline u termoelektranama 186
— Tri godine »ENEL«-a 186

Širom svijeta 187

Vijesti iz elektroprivrede

— Savezni dispečerski centar i regulacija snage i frekvencije (M. Vujnović) 189
— Nove tarife električne energije (B. B.) . . . 189
— Problemi oko HE Đerdapa (I. R.) 190
— Naknada za eksproprirano zemljište (I. R.) . . 191
— Valorizacija snage i energije elektrana kao osnova za raspodjelu ukupnog prihoda parcijalnog sistema regije Rijeka. Isto za sistem Srbije (B. Udovičić) . 192
— Izvještaj o pregledu elaborata »Ekonomski odnosi u 1967. između područja SR Hrvatske« (M. Šodan) . 192
— Analiza strukture i karakteristika konzuma električne energije u kućanstvu (V. Štengl) 193
— Potrošnja električne energije (B. Filipović) . . . 193
— Analiza stanja izolacija cjevovoda TE Tuzla II (F. Šprung) 193
— Prijenos podataka većim brzinama od 50 Bd (M. Vujnović) 194
— Nabavke elektrotehničke opreme (B. Uzelac) . . 194

Vijesti s gradilišta 195

Društvene i osobne vijesti

— Rad Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske (B. Tilić) 197
— Cijene i troškovi života, primanja i proizvodnja (B. Tilić) 203

Savjetovanja

— Savjetovanje o načinu registracije prenapona u mrežama (I. Hrs) 205
— Savjetovanje tehničkih rukovodilaca distribucije . 207

In memoriam

— Aleksandar Baborsky 207
— Ladislav Mirt 208

Nove knjige i časopisi 209

Statistika 212

GOD. 16 (1967) energija BROJ 5 — 6

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

ELEKTRIČNA POSTROJENJA ZA OPSKRBU ELEKTRIČNOM ENERGIJOM VLASTITE POTROŠNJE VELIKIH TERMOELEKTRANA

Krunoslav Begović, Zagreb

Dan je sažet prikaz sadašnjih koncepcija u opskrbi električnom energijom vlastite potrošnje velikih termoelektrana. Razmatrane su elektrane sa jedinicama snage 200—800 MW s osvrtom na jedinice 125 MW. Osim razmatranja u vezi sa zahtjevima pogona vlastite potrošnje, prikazana su rješenja opskrbe električnom energijom te zahtjevi na opremu. Na kraju su dane karakteristike i glavni parametri opreme vlastite potrošnje s obzirom na ekonomiju rješenja i sigurnosti u pogonu.

DK 621.311.22.004

Uvod

Težnja za sve ekonomičnijom izgradnjom termoelektrana dovela je do konstrukcije velikih jedinica koje u današnjim velikim elektroenergetskim sistemima predstavljaju prvorazredan faktor ekonomične proizvodnje električne energije. Danas imade već velik broj jedinica snage 125, 200 i više MW, a u nekim zemljama su već u pogonu jedinice 300, 400, 500 i 800 MW. U fazi studija su i jedinice od 1000 MW.

Ovakav napredak je u prvom redu rezultat znatnog poboljšanja tehnologije materijala parnih kotlova i turbina te električnih generatora, što je dakako omogućilo povišenje parametara pare, pritisaka i temperatura. Time je omogućena gradnja parnih kotlova velikih kapaciteta, te turbina velikih snaga. Ovaj razvoj pratio je i napredak u konstrukcijama turbogeneratora, što je omogućilo izgradnju turboagregata velikih snaga.

Napredak u pogledu parametara vodene pare (pritiska i temperature) kroz posljednjih 70 godina prikazan je u sl. 1, a odgovarajući razvoj u pogledu postignutih potrošaka topline (kcal/kWh) i u prosjeku od 4000 na 2500 kcal/kWh (sl. 2.).

Kao što se iz sl. 1. razabire, naročito velik napredak postignut je unutar zadnjih 10 godina u pogledu pritisaka pare te se danas već grade kotlovi za »superkritični« pritisak (u USA) do 352 at i temperature blizu 600° C. Većina ciklusa ipak se danas kreće sa ulaznim parametrima od 16—180 at i temperaturama do 570° C.

Povišenje ovih parametara pare omogućilo je osjetno povišenje snage turboagregata, što je, dakako, imalo za posljedicu i smanjenje potroška topline po proizvedenom kWh električne energije, koji je u periodu od 1940. do 1960. uspjelo smanjiti u prosjeku od 4000 na 2500 kcal/kWh (v. sl. 2.).

Primjena velikih agregata te kotlova sa visokim parametrima pare imade znatnog utjecaja na oblikovanje vlastite potrošnje. Svrha je ovog članka da dade prikaz dosadašnje prakse i budućeg razvoja električnih postrojenja vlastite potrošnje, te da razmotri neka tipična rješenja koja se, na osnovu dosadašnjeg iskustva, mogu smatrati standardnim.

1. Zahtjevi vlastite potrošnje

Analiza opterećenja ili potražnje vlastite potrošnje pokazuje da 70% ukupne potražnje otpada na:

a) napojne pumpe kotlova,
b) pumpe za rashladnu vodu (ili kako se još nazivaju cirkulacione pumpe) i
c) ventilatore za dobavu zraka kotlovima (kotlovi sa tlačnim ložištem); ventilatore dimnih plinova.

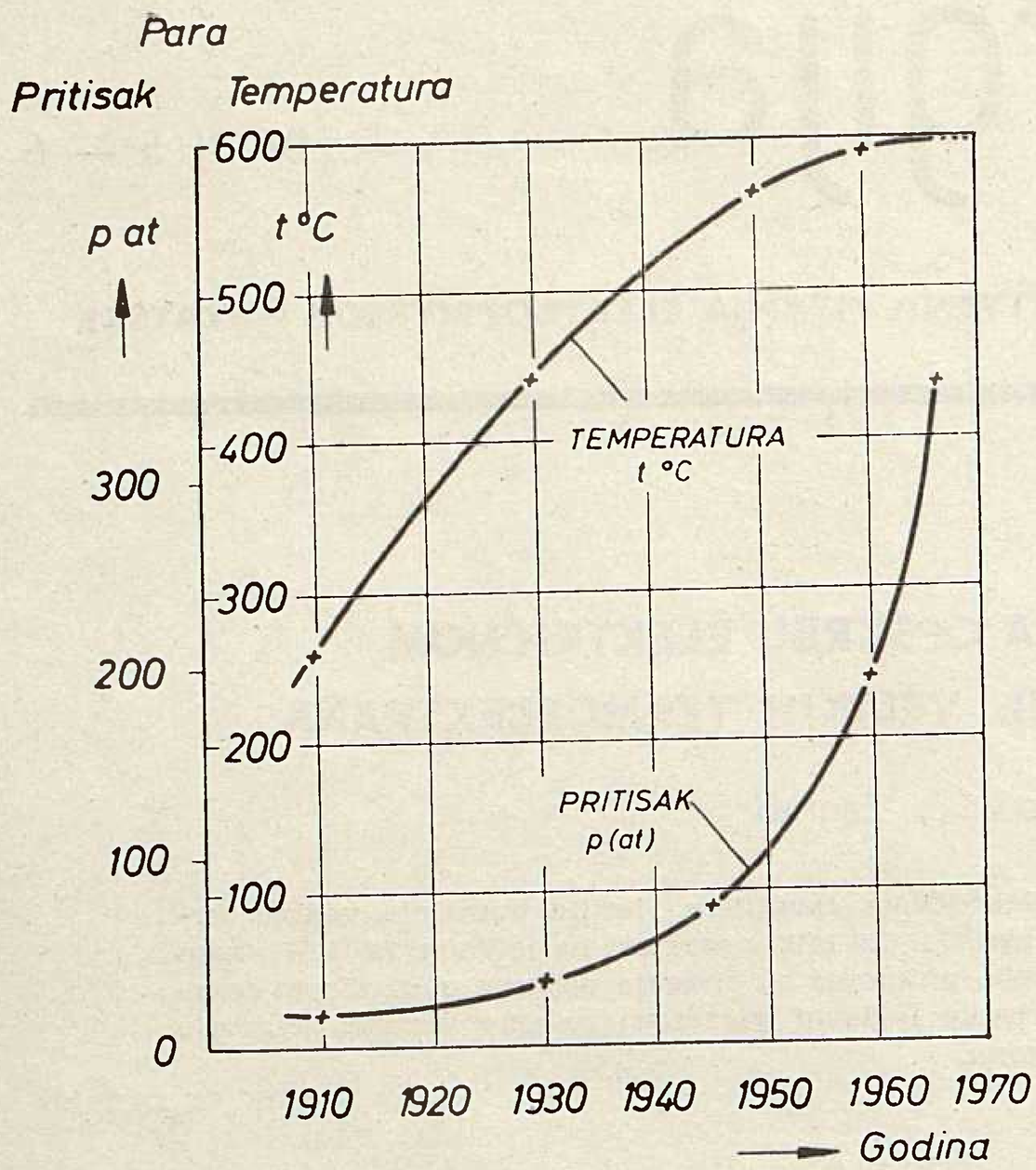
Ostalih 30% potražnje sastoji se od velikog broja malih potrošača kao što su: mlinovi za ugljen, kondenzatne pumpe, pomoćni uređaji kotlova, uređaji za transport ugljena i pepela odnosno troske, pogoni raznih ventila, zasuna, ventilacioni uređaji, pogoni dizalica za transport i montažu opreme, rasvjeta pogonskih i ostalih prostorija itd.

Kotlovi koji koriste niskokalorične lignite imadu relativno veći potrošak za mlinove za ugljen koji može iznositi i 1% vlastite potrošnje.

Mi ćemo se malo pobliže osvrnuti na glavne potrošače koji diktiraju izvedbu električnih postrojenja vlastite potrošnje.

Napojne pumpe kotlova

Napojne pumpe se dimenzioniraju prema potrošku pare i potrebi količine topline te je njihov



Sl. 1. Napredak u postignutim parametrima pare (pritisak i temperatura)

kapacitet proporcionalan ovim parametrima. Osim toga, treba uzeti u obzir razne pogonske prilike kao: forsirana dobava kod kraćih ispada, povišenje pritiska uslijed višeg podešenja sigurnosnog ventila, rad pogonskih motora kod niže frekvencije i nižeg stepena djelovanja pumpi koji nastupa u periodu njihove »životne dobi«. Zbog toga treba snagu pogonskih motora povećati za oko 15%.

Povišenje nazivne snage napojnih pumpi kod kotlova velikih kapaciteta i visokih parametara pare povezano je s izborom najekonomičnijeg načina pogona. Za jedinice do 200 MW danas se najviše prakticira pogon glavne napojne pumpe putem asinhronog kaveznog motora, dok se za rezervnu pumpu obično primjenjuje posebni električni pogon pomoću posebne parne turbine.

Za jedinice preko 200 MW postoji nekoliko mogućnosti pogona koje od slučaja do slučaja treba razmotriti, budući da se radi o vrlo velikim pumpama čiji ispad može dovesti do velikih i skupih havarija na kotlu. Mogućnosti pogona ovih velikih napojnih pumpi su:

	Glavne pumpe	Rezervna pumpa
(1)	Pogon sa osovine glavnog generatora putem spojke sa promjenljivim brojem okretaja	Električni pogon
(2)	Pogon putem posebne parne turbine	Električni pogon
(3)	Električki pogon pomoću kaveznog motora	Električki pogon pomoću kaveznog motora
(4)	Električki pogon pomoću motora sa kliznim kolutima, sa mogućnošću regulacije broja okretaja	Električki pogon pomoću kaveznog motora

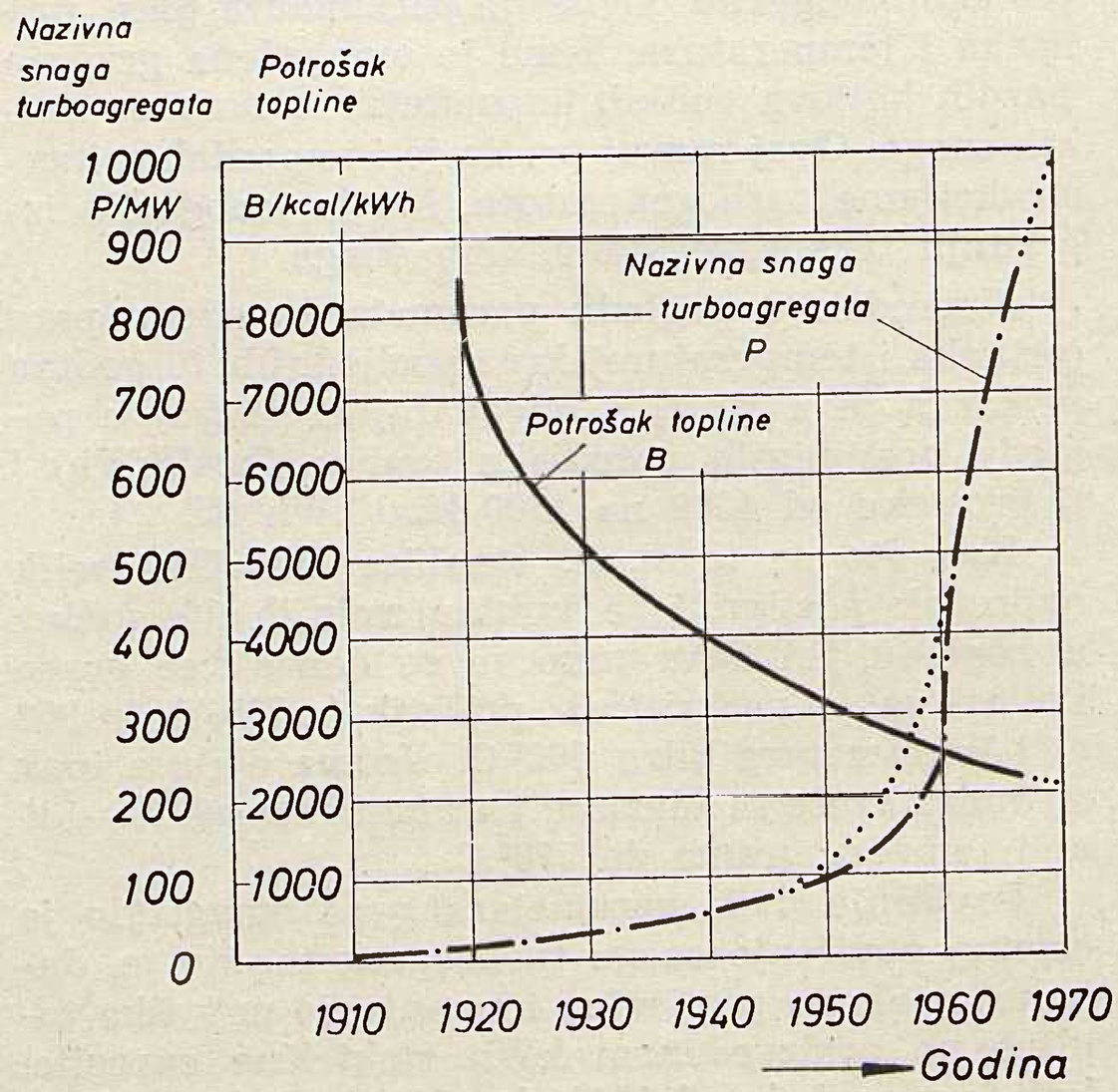
Iako iskustva pokazuju da je pogon glavne pumpe pod (1) ekonomičniji od pogona pod (2), ipak se smatra da je rješenje (1) manje pouzdano u pogonu. Rješenje (3) se odlikuje velikom sigurnosti u pogonu i jednostavnim održavanjem, a rješenjem (4) se pružaju najveće mogućnosti prilagođavanja pogonskim prilikama (zbog povećanih gubitaka topline, erozije ventila itd.). Varijacije broja okretaja u slučaju (4) kreću se od 8—14% pa nema problema za realizaciju ovakvog pogona. Dakako, investicioni troškovi su viši nego u slučaju (3).

S obzirom na veliku važnost napojnih pumpi, danas se prakticira automatsko uključivanje u pogon rezervne pumpe. Kod manjih turboagregata, odnosno jedinica, postavlja se za određeni broj napojnih pumpi jedna rezervna s električnim ili parnim pogonom. Kod velikih jedinica se predviđa posebna veća rezerva, obično po dvije pumpe sa po 50% nazivne snage glavnih pumpi. Pogon je za ovaj slučaj obično s kaveznim elektromotorima koji se odlikuju kratkim vremenima upuštanja.

Pumpe rashladne vode

Kapacitet ovih pumpi ovisan je o potrebama rashladne vode i sistema hlađenja: otvoreni sistem s dobavom iz nezavisnog izvora, rijeke, i kružni cirkulacioni sistem sa rashladnim tornjevima, odnosno miješani sistem. Otvoreni sistem s dobavom vode iz rijeke zahtijeva manje snage zbog niže temperature vode.

Danas je općenito prihvaćen sistem sa centraliziranim postrojenjem za dobavu rashladne vode.



Sl. 2. Napredak u postignutim potroščima topline i nazivnoj snazi turboagregata

Za vrlo velike jedinice se ipak primjenjuje sistem posebne pumpe za pojedinu pogonsku jednicu elektrane. Predviđaju se već prema prilikama u konkretnom slučaju odgovarajuće rezervne jedinice, ali se sve više primjenjuje rješenje kojim se kapacitet pogonskih pumpi određuje tako, da za slučaj ispada jedne, ostale mogu pokriti potrebe vode cijele elektrane, tj. svih jedinica u pogonu. Taj povećani kapacitet se određuje uzevši u obzir održavanje normalnog vakuuma kod punog opterećenja elektrane u ljetnom periodu, kod najvećih opterećenja elektrane.

Snaga potrebna za dobavu rashladne vode varira već prema terenskim prilikama u konkretnom slučaju. Može se uzeti, približno, da se kreće u ovim granicama:

	(%) nazivne snage jedinice (turboagregata)
(a) Hlađenje vodom iz rijeke	0,3 — 0,6
(b) Kružno hlađenje pomoću tornjeva	0,5 — 1,0

Ventilatori kotlova i ventilatori dimnih plinova

Ventilatori za dobavu zraka kotlovima i ventilatori dimnih plinova su treći bitni faktor vlastite potrošnje. Danas se najviše primjenjuju centrifugalni ventilatori, čija dobava zraka proporcionalno raste sa brzinom vrtnje, a snaga sa trećom potencijom brzine vrtnje. Da bi se dobava prilagodila potrebama u pogonu, koje su promjenljive, potrebno je ili osigurati promjenu broja okretaja (brzinu vrtnje) ili kod rješenja sa konstantnim brojem okretaja primijeniti regulaciju na ulazu zraka. Prvo rješenje je skuplje, ali ekonomičnije u pogonu. Danas se najčešće za pogon ventilatora primjenjuju krletkasti motori sa dvije brzine. Obično se manja brzina primjenjuje za dobavu zraka za puno opterećenje kotla uz normalne prilike, tj. uz upotrebu goriva normalne kalorične vrijednosti. Veća brzina se primjenjuje za pogonske uvjete koji su izvan normalnih.

Za manje jedinice, do 60 MW primjenjuje se jedan ventilator za 100% potrebnu snagu, dok za veće jedinice dva po 50% potrebne snage ili više. Tip i broj ventilatora ovisi dakako o tipu i konstrukciji parnog kotla.

Potrebne snage za ventilatore kotlova kreću se u granicama od 0,5 do 0,8% nazivne snage agregata (pogonske jedinice). U istim granicama se kreće i potrebna snaga za ventilator dimnih plinova.

Mlinovi za ugljen

Veličina i broj mlinova za ugljen ovisna je o tipu kotla, vrsti ugljena te o sistemu pripreme ugljene prašine, odnosno centraliziranom ili blok-sistemu instalacije mlinova.

Može se uzeti da snaga potrebna za mlinove iznosi oko 0,5% nazivne snage agregata (jedinice). Rezervna snaga određuje se prema sistemu pripreme ugljene prašine i veličine elektrane, odnosno zahtjevima pogonske sigurnosti.

Kod mlinova za niskokalorične ugljene potrebna snaga može iznositi i do 1,0% nazivne snage agregata.

Kondenzatne pumpe

S obzirom na važnost odvoda kondenzata i neophodnu sigurnost od opasnosti nedozvoljenog nivoa u kondenzatoru, gotovo u pravilu se za svaki turboagregat odnosno pogonsku jedinicu ugrađuju po dvije iste pumpe 100% kapaciteta. Rezervna pumpa se stavlja u pogon uglavnom ručno, nakon signalizacije da je glavna pumpa ispala iz pogona.

Kod jedinica koje imadu toplinski ciklus sa međuzagrijavanjem, u slučaju ispada turbine, potrebno je puhati paru u kondenzator, kako bi se izbjegle havarije u međuzagrijačima. Ovo je osobito važno kod parnih turbina koje rade sa superkritičnim pritiscima.

Rezervna kondenzatna pumpa u ovom slučaju mora imati automatsko pokretanje, a motor pumpe mora biti napajan iz nezavisnog izvora.

Ostali pomoćni uređaji

Svi ostali pomoćni uređaji sa stanovišta opskrbe električnom energijom ne predstavljaju poteškoću ili neki problem. Njihov broj i veličina zavisi o tipu elektrane i nizu drugih faktora, no ispad jednog od pogonskih motora nekog od ove grupe uređaja može dovesti do ispada iz pogona parnog kotla, turbogeneratora ili nekog od transformatora. Stoga su električna postrojenja za opskrbu energijom ovih uređaja isto tako vrlo važna.

Kod elektrana na ugljen treba naročito izdvojiti važnost pomoćnih uređaja za dopremu i pripremu ugljena, te odvod pepela i troske, koji sačinjavaju oko 0,3—0,5% nazivne snage pogonske jedinice (turboagregata), već prema vrsti goriva, načinu izgaranja i konkretnim prilikama u pojedinom slučaju. Ovaj postotak može kod niskokaloričnih goriva biti i veći.

U pomoćne uređaje ubrajamo i sisteme uzbude glavnih generatora. Glavni uzbudni stroj je obično gonjen putem glavne pogonske osovine, analogno i pomoćni uzbudni stroj. Međutim, kod velikih agregata se primjenjuju i sistemi sa pogonom uzbudnih strojeva iz posebnog izvora. Kod velikih turbogeneratora istosmjerni uzbudni strojevi postaju već vrlo veliki, pa se prednost daje izmjeničnim strojevima sa odgovarajućim ispravljačima.

U svakom konkretnom slučaju, ovisno o sistemu uzbude, kojih danas imade dosta, posebnu pažnju treba posvetiti dobavi energije za pomoćne uređaje uzbudnog sistema (npr. amplidyn itd.).

2. Zahtjevi za opskrbu energijom vlastite potrošnje

Potrebna snaga za vlastitu potrošnju ovisi o nizu faktora, od kojih su najvažniji:

(a) toplinski ciklus postrojenja,
(b) nazivna snaga turboagregata,

Osnovni parametri električnih postrojenja velikih termoelektrana Tablica 1

Nazivna snaga (MW)	Parametri pare	Potražnja u postocima nazivne snage turboagregata (%)								
		Napojne pumpe kotlova	Pumpe za rashladnu vodu (cirkulacione)	Pomoćni uređaji kotlova (ventilatori)	Pomoćni uređaji turboagregata	Uređaji za trans. uglj. i pepela	Ostali pomoćni uređaji bloka	Ukupna vlastita potrošnja bloka	Opća vlastita potrošnja elektrane	Ukupna vlastita potrošnja elektrane
Turboagregata										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	63 at, 450°C	1,8	0,6—1,0	3,8	0,3	0,5	0,4	6,5—6,9*	0,9	7,4—7,8
100	105 at, 530—570°C	2,2	0,5—0,7	3,5	0,3	0,4	0,3	6,5—6,7	0,7	7,2—7,4
125	105 at, 530—570°C	2,2	0,5—0,7	3,5	0,3	0,4	0,3	6,5—6,7	0,7	7,2—7,4
200	165 at, 530—570°C	3,0	0,3—0,5	3,3	0,2	0,4	0,25	6,8—7,0	0,65	7,5—7,7
275	165—180 at, 530—570°C	3,0	0,3—0,5	3,3	0,2	0,4	0,2	6,8—7,0	0,6	7,4—7,6
300	165—180 at, 530—570°C	3,0	0,3—0,5	3,2	0,2	0,4	0,2	6,7—6,9	0,6	7,3—7,5
550	165—180 at, 530—570°C	3,0	0,3—0,5	3,2	0,2	0,3	0,2	6,7—6,9	0,5	7,2—7,4
800	165—180 at, 530—570°C	3,0	0,3—0,5	3,2	0,2	0,3	0,1	6,7—6,9	0,4	7,1—7,3

* Uz faktor potražnje 0,85—0,90.

(c) sistem rashladne vode,
(d) vrsta goriva i
(e) način unutarnjeg transporta ugljena i pepela (odn. troske).

Svu vlastitu potrošnju možemo grupirati u dvije glavne grupe:

1) vlastita potrošnja bloka, tj. ona koja obuhvaća sve pomoćne uređaje pogonske jedinice: kotao — turboagregat — transformator bloka i
2) opća vlastita potrošnja, tj. ona koja obuhvaća uređaje za stavljanje elektrane u pogon, uređaje za potrebe u nuždi, rezervne uređaje i ostalu potrošnju koja je zajednička za cijelu elektranu (rasvjeta i ostalo).

Uzevši u obzir statističke odnosno iskustvene podatke, iznesene u prethodnom poglavlju, u tablici 1 su pregledno dana približna opterećenja odnosno potražnja pojedinih pogona vlastite potrošnje u postocima nazivne snage turboagregata. Treba naglasiti da se podaci odnose samo na jedinice u pogonu, a ne na rezervne jedinice (motore). Ukupna vlastita potrošnja bloka (kolona 9 tablice 1) dobivena je uzevši u obzir da svi motori u pogonu, kod punog opterećenja elektrane i uz normalne pogonske prilike, ne rade istovremeno sa punim teretom, nego manjim; faktor potražnje sa kojim smo računali iznosi oko 0,85—0,90 prema iskustvenim podacima. Odnos priključne snage motora i maksimalne potražnje kreće se u granicama 0,70—0,80.

Kao što se iz tablice 1 razabire, ukupne potrebe vlastite potrošnje kreću se u granicama od 7,1% do 7,8% od nazivne snage turboagregata. Dakako da broj agregata nešto utječe na ovaj iznos, jer se sa većim brojem agregata povećava samo opća potrošnja (kolona 10). Agregati koji rade sa superkritičnim pritiscima, imadu vlastitu potrošnju bloka veću za 1—1,5%.

Vrijednosti dane u tablici 1 su približne i daju otprilike red veličine. One ovise o nizu faktora u svakom konkretnom slučaju, te ih treba kod osnivanja detaljno razmotriti. Ova tablica vrijedi za elektrane koje koriste kao gorivo ugljen. Za elektrane koje kao gorivo koriste naftu, ove su vrijednosti za oko 50% niže.

Osnovne mogućnosti snabdijevanja vlastite potrošnje električnom energijom prikazane su u sl. 3., na primjeru elektrane sa tri agregata (razmatramo samo tzv. blok spoj u blok pogonu, jer tzv. skupni pogon danas više ne dolazi u obzir). Ne ulazeći u detaljniju analizu ove četiri osnovne mogućnosti (*A*) do (*D*), možemo konstatirati da se danas, iz ekonomskih i pogonskih razloga, primjenjuje gotovo isključivo rješenje (*D*), tj. primjena posebnog blok-transformatora na generatorskom naponu za vlastite potrebe bloka i posebnog transformatora tzv. mrežnog transformatora spojenog na glavne sabirnice elektrane za opću potrošnju.

Vlastita potrošnja bloka

Vlastita potrošnja bloka treba biti spojena na dva nezavisna izvora energije: glavni generator odakle se ova napaja u normalnom pogonu i glavne sabirnice visokog napona elektrane, koje su spojene sa mrežnim sistemom.

Tipična osnovna šema spoja postrojenja vlastite potrošnje prikazana je u sl. 4. Vlastita potrošnja napaja se preko tzv. transformatora vlastite potrošnje bloka (TVB) spojenog direktno na generator (Unit transformer, Eigenbedarfs-Umspanner).

Nazivna snaga ovog transformatora treba da bude jednaka najvećem opterećenju ukupne vlastite potrošnje bloka, isključivši rezervne pogonske jedinice, uvećanom za oko 25%. Ovo povećanje treba da uzme u obzir izuzetne pogonske prilike u postrojenju vlastite potrošnje. Dakle je:

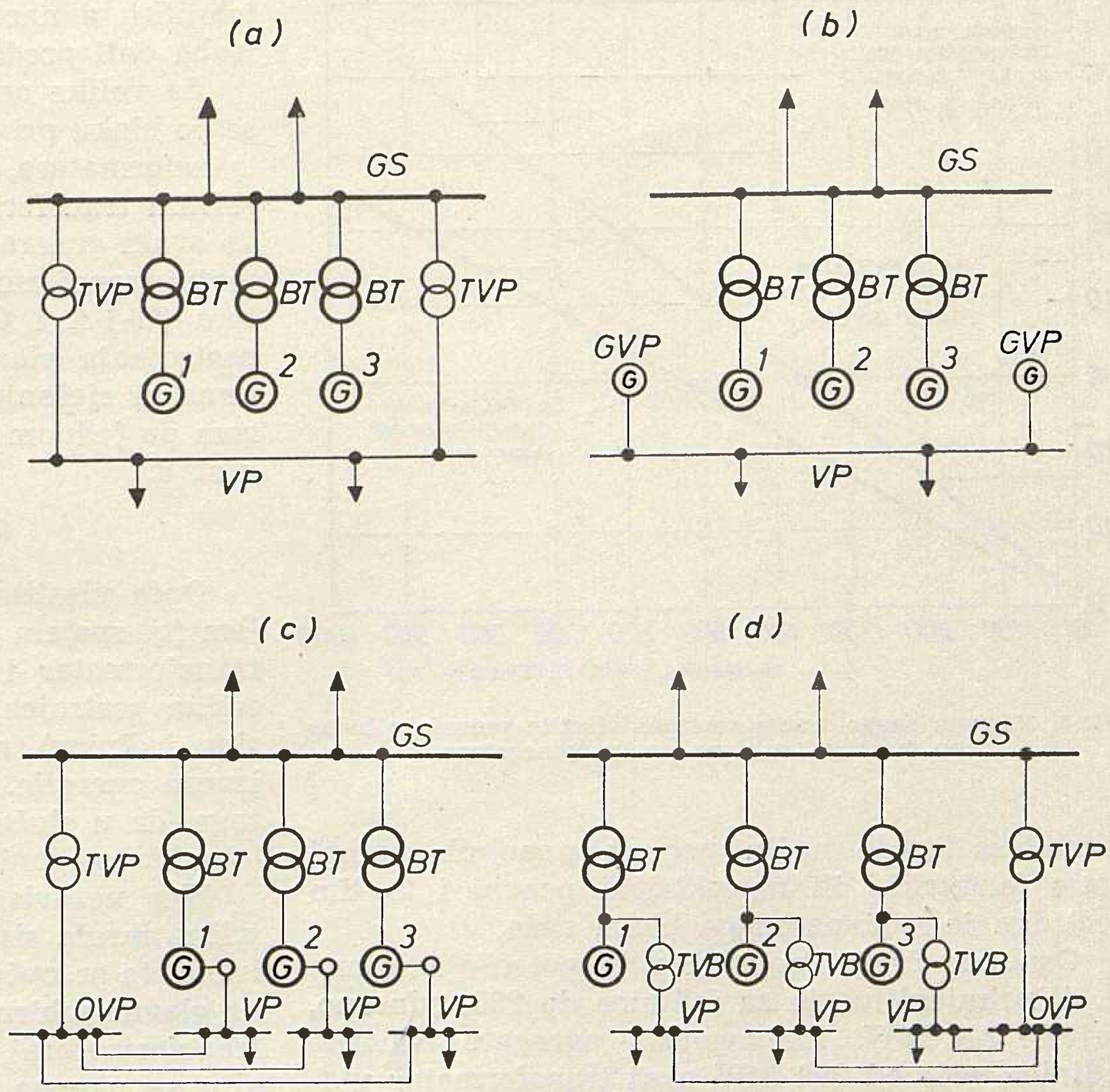
$$P_{VB} = \frac{\Sigma P_{VP}}{\cos \varphi} \cdot 1{,}25 \quad \text{(kVA)}$$

gdje je:

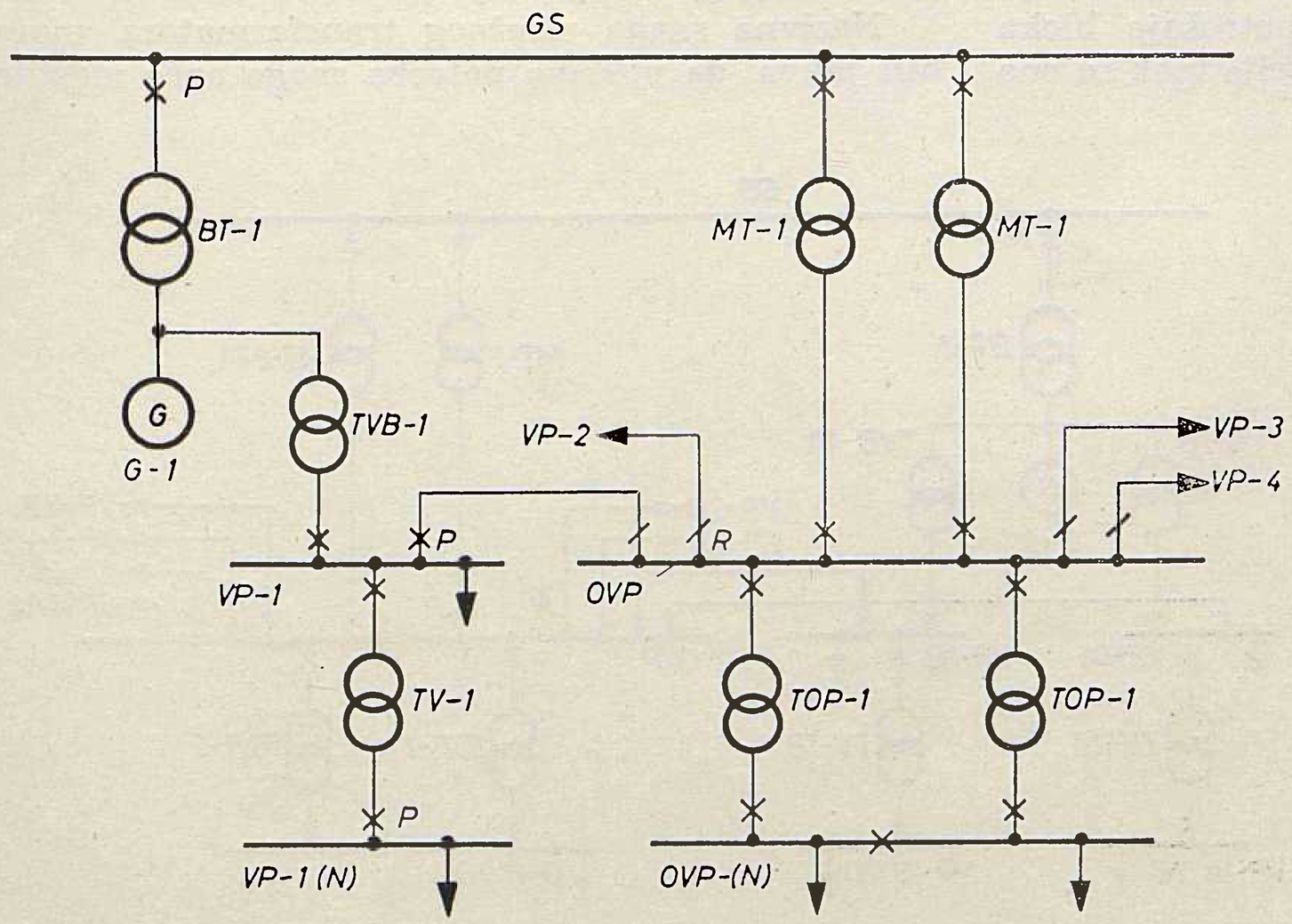
P_{VB} — nazivna snaga transformatora vlastite potrošnje bloka (kVA),
P_{VP} — suma najvećih opterećenja grupa vlastite potrošnje bloka (kW)
$\cos \varphi$ — prosječni faktor snage vlastite potrošnje bloka

Statistički dobiveni iznos nazivne snage transformatora vlastite potrošnje bloka u ovisnosti o nazivnoj snazi generatora dan je u sl. 5. Kao što se vidi, bitan utjecaj na nazivnu snagu ovog trans-

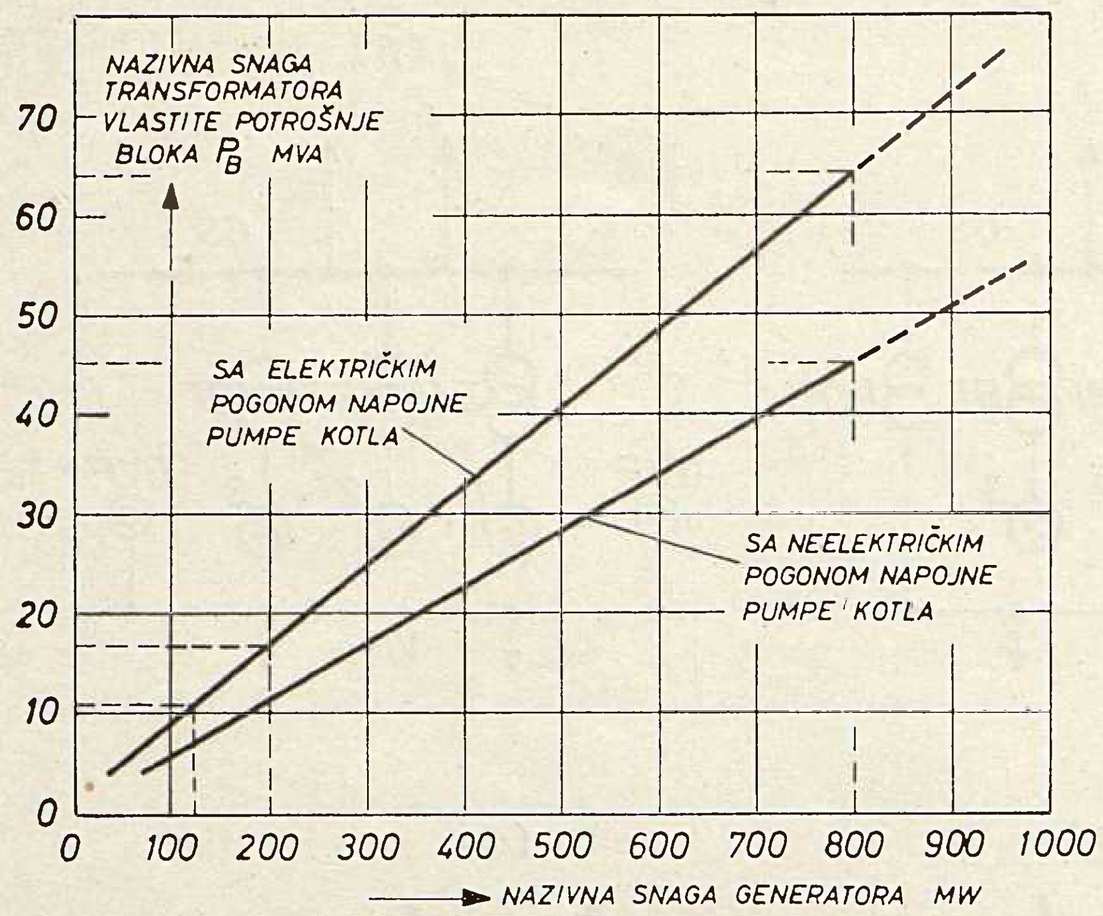
Sl. 3. Četiri osnovne mogućnosti napajanja vlastite potrošnje



GS	Glavne sabirnice visokog napona
BT-1	Blok transformator agregata 1
G-1	Generator bloka 1
TVB-1	Transformator vlastite potrošnje bloka 1
VP-1	Rasklopno postrojenje visokog napona vlastite potrošnje bloka 1
TV-1	Transformator vlastite potrošnje niskog napona za blok 1
VP1-(N)	Rasklopno postrojenje niskog napona vlastite potrošnje bloka 1
MT-1, MT-2	Mrežni transformator elektrane
OVP	Rasklopno postrojenje visokog napona opće vlastite potrošnje elektrane
TOP-1, TOP-2	Transformator opće vlastite potrošnje niskog napona
OVP(N)	Opća vlastita potrošnja niskog napona
A, B	Oznaka dijela rasklopnog postrojenja vlastite potrošnje (grupa A i B) ili odgovarajućeg transformatora (npr. TV-1A ili TV-1B)
P	Prekidač snage (visokog ili niskog napona)
R	Rastavljač
B-1	Blok 1 (Turbina-generator-transformator)
B-2	Blok 2



Sl. 4. Osnovna šema spoja postrojenja vlastite potrošnje



Sl. 5. Nazivna snaga transformatora vlastite potrošnje bloka kao funkcija nazivne snage generatora

formatora imade način pogona napojnih pumpi kotla (električki ili neelektrički pogon) i to tim veći čim je nazivna snaga bloka veća.

Osnovna šema spoja vlastite potrošnje prema sl. 4. primjenljiva je za jedinice do 200, odnosno, najviše 300 MW. Za pogonske agregate odnosno jedinice veće od 300 MW ovaj transformator vlastite potrošnje bloka (TVB) postaje velik, što imade za posljedicu i povišenje rasklopne snage aparata na naponu vlastite potrošnje, pa se u tim slučajevima mogu primijeniti druga rješenja. Najčešće se problem rješava:

(a) primjenom dva (TVB) transformatora, od kojih svaki preuzima polovicu opterećenja vlastite potrošnje (sl. 6.);
(b) primjenom jednog tronamotnog transformatora (TVB) sa dva namota sekundarnog napona, koji preuzimaju po polovinu opterećenja vlastite potrošnje (sl. 7.).

Iako oba rješenja zahtijevaju kod prebacivanja tereta sa transformatora vlastite potrošnje bloka na mrežni transformator više operacija ipak su ona tehnički, a naročito pogonski povoljnija, pa im treba dati prednost.

Za velike agregate (400 MW i više) kod kojih se po bloku primjenjuju dva generatora i dva blok transformatora, dolazi u obzir ili rješenje sa po jednim transformatorom vlastite potrošnje bloka za svaki generator (TVB-1 A i TVB-1 B) ili tronamotni transformator po jednom od glavnih generatora (G-1 A i G-1 B), tj. ukupno četiri »sekcije« postrojenja vlastite potrošnje po bloku. Osnovna šema za rješenje sa po jednim TVB transformatorom po jednom od generatora bloka, prikazana je u sl. 8.

Opća vlastita potrošnja

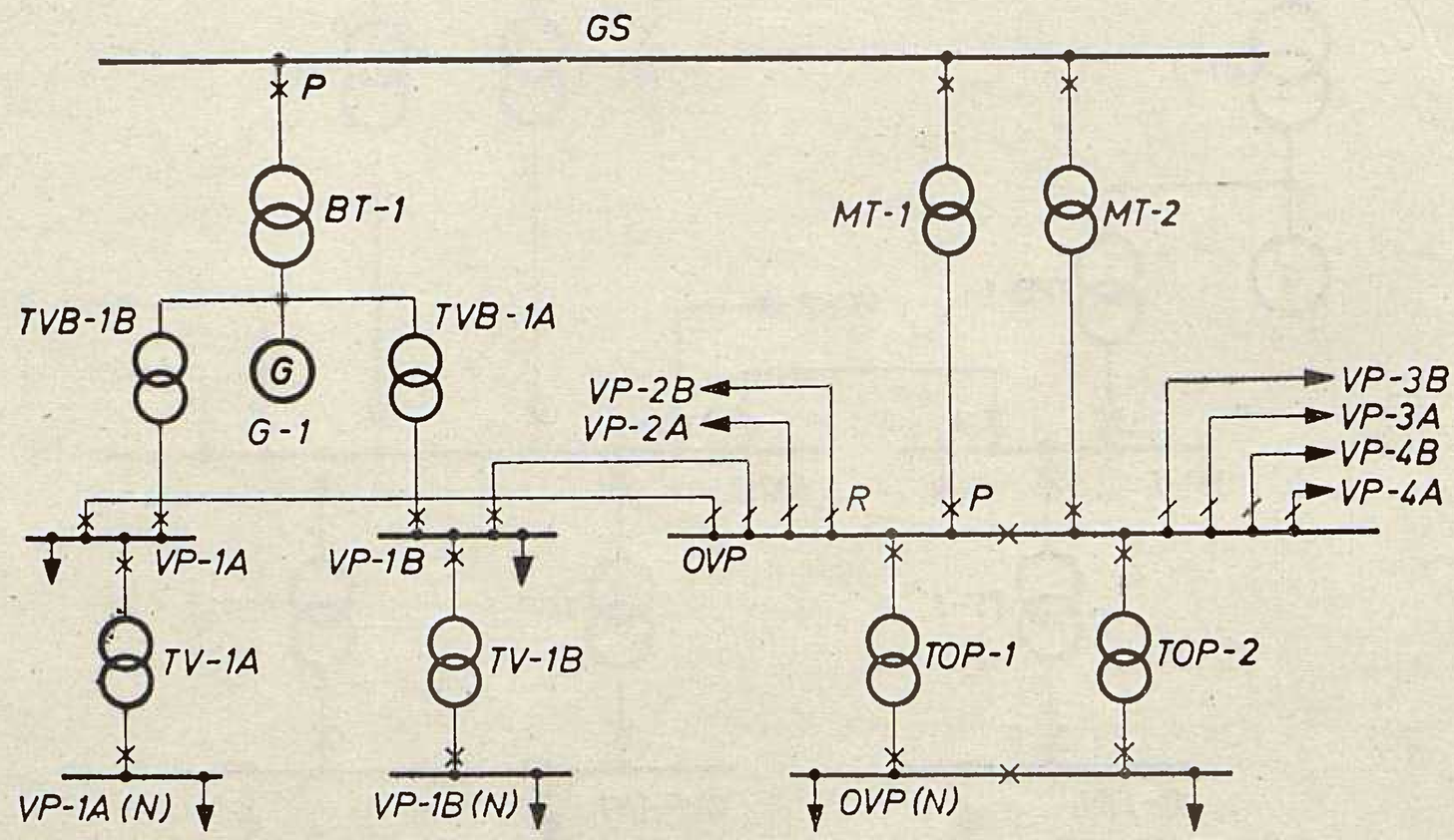
Opća vlastita potrošnja elektrana sa blok spojem (tj. spojem u kojem kotao, turbina, generator, transformator i ostala pomoćna termička i električna postrojenja predstavljaju nezavisnu pogonsku jedinicu) mora biti napajana iz nezavisnog izvora energije. Ovo je neophodno potrebno zbog toga, da u slučaju ispada jednog ili više agregata određeni pogoni ne ostanu bez energije.

Kao nezavisni izvor energije koristi se električna mreža sistema u kome se nalazi termoelektrana, te se opća vlastita potrošnja redovito spaja na glavne sabirnice visokog napona putem silaznog transformatora koji transformira potrebnu energiju sa napona glavnih sabirnica visokog napona (ili mrežni napon) na napon vlastite potrošnje.

Ako je elektrana izolirana, pa ne postoji vezani mrežni sistem, potrebno je osigurati poseban izvor energije koji treba da osigura energiju vlastitoj potrošnji, potrebnu za stavljanje elektrane u pogon.

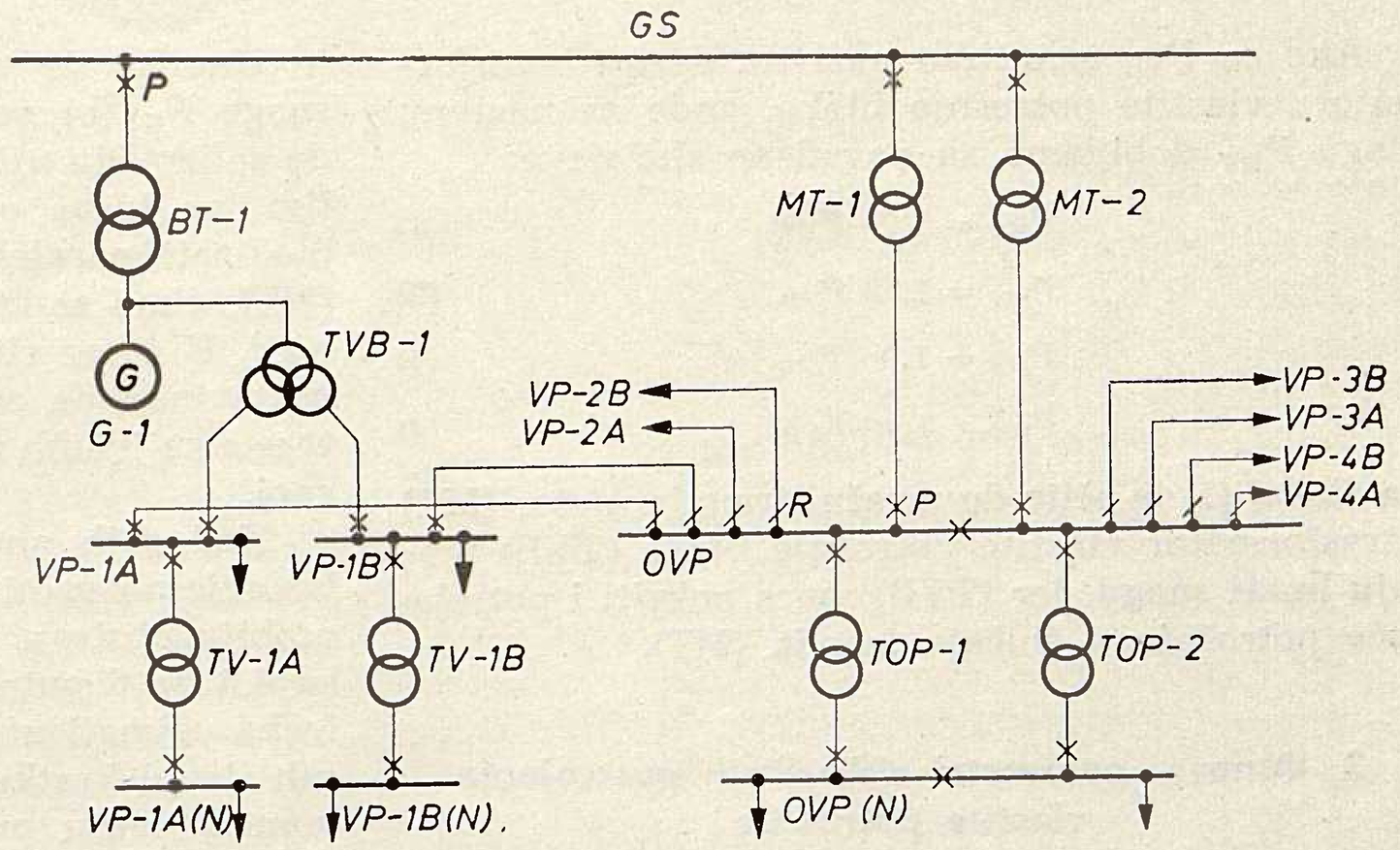
Za opću vlastitu potrošnju potrebno je stoga predvidjeti jedan ili dva transformatora koji će biti spojeni na rasklopno postrojenje vlastite potrošnje. Ove transformatore nazivamo »mrežnim transformatorima« (MT) ili transformatorima za start (Station transformer, Anlauftransformator). Za elektrane sa više od jednog agregata normalno se primjenjuje rješenje sa dva transformatora iste nazivne snage od kojih je jedan 100% rezerva.

Nazivna snaga mrežnog transformatora mora biti takva, da pokriva potrebe snage opće vlastite

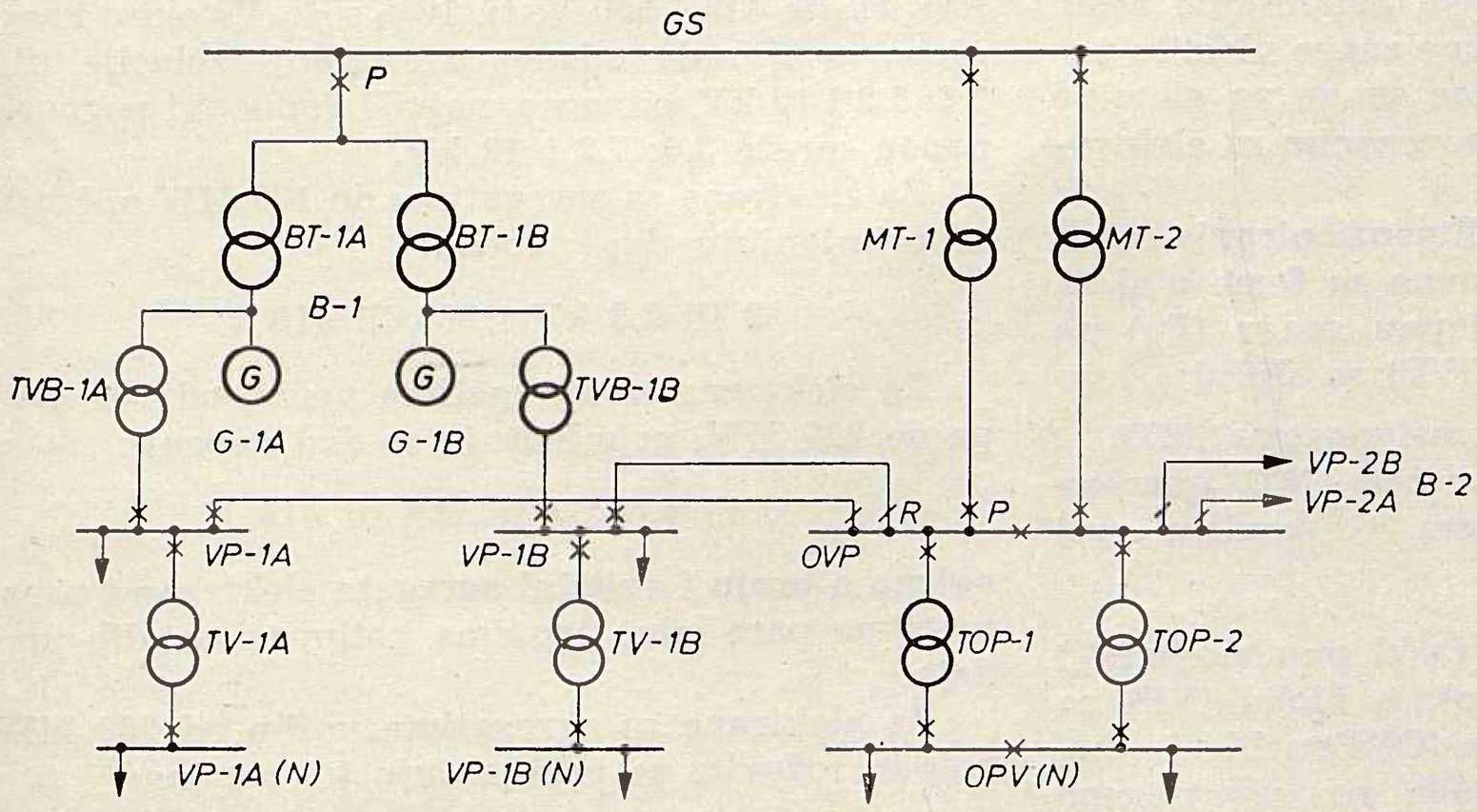


Sl. 6. Osnovna šema spoja postrojenja vlastite potrošnje sa dva transformatora po generatoru

Sl. 7. Osnovna šema spoja postrojenja vlastite potrošnje sa jednim tronamotnim transformatorom po generatoru



GS	Glavne sabirnice visokog napona
BT-1	Blok transformator agregata 1
G-1	Generator bloka 1
TVB-1	Transformator vlastite potrošnje bloka 1
VP-1	Rasklopno postrojenje visokog napona vlastite potrošnje bloka 1
TV-1	Transformator vlastite potrošnje niskog napona za blok 1
VP1-(N)	Rasklopno postrojenje niskog napona vlastite potrošnje bloka 1
MT-1, MT-2	Mrežni transformator elektrane
OVP	Rasklopno postrojenje visokog napona opće vlastite potrošnje elektrane
TOP-1, TOP-2	Transformator opće vlastite potrošnje niskog napona
OVP(N)	Opća vlastita potrošnja niskog napona
A, B	Oznaka dijela rasklopnog postrojenja vlastite potrošnje (grupa A i B) ili odgovarajućeg transformatora (npr. TV-1A ili TV-1B)
P	Prekidač snage (visokog ili niskog napona)
R	Rastavljač
B-1	Blok 1 (Turbina-generator-transformator)
B-2	Blok 2



Sl. 8. Osnovna šema spoja postrojenja vlastite potrošnje za velike agregate sa 2 generatora po bloku (cross-compound units)

potrošnje elektrane kod punog opterećenja, snagu vlastite potrošnje jednog agregata kod punog opterećenja i snagu potrebnu za start jednog ili više agregata.

Ako označimo sa:

P_{OP} — opterećenje opće vlastite potrošnje elektrane kod punog opterećenja (kW),

P_{VP-1} — opterećenje vlastite potrošnje jednog bloka kod punog opterećenja bloka (kW),

P_S — opterećenje potrebno za start jednog ili više agregata (kW)

onda nazivna snaga mrežnog transformatora mora biti:

$$P_{MT} = (P_{OP} + P_{VP-1}) / \cos\varphi \quad \text{(kVA)} \qquad (1)$$

kod elektrane sa jednim agregatom i jednim mrežnim transformatorom,

$$P_{MT} = (P_{OP} + P_{VP-1} + P_S) / \cos\varphi \quad \text{(kVA)} \qquad (2)$$

kod elektrane sa dva agregata i jednim mrežnim transformatorom, odnosno

$$P_{MT} = P_{VP-1} / \cos\varphi \quad \text{(kVA)} \qquad (3)$$

kod elektrane sa dva agregata i dva mrežna transformatora.

Za elektrane sa više od dva agregata i dva mrežna transformatora vrijedi za nazivnu snagu jednog:

$$P_{MT} = (P_{VP-1} + P_S) / \cos\varphi \quad \text{(kVA)} \qquad (4)$$

Ako sa P_{VB} označimo nazivnu snagu transformatora vlastite potrošnje bloka, onda za nazivnu snagu P_{MT} dobivamo za navedene slučajeve:

$$P_{MT} = 1{,}0 \cdot P_{VB} \quad (1)$$

$$P_{MT} = 1{,}5 \cdot P_{VB} \quad (2)$$

$$P_{MT} = 1{,}0 \cdot P_{VB} \quad (3)$$

$$P_{MT} = 1{,}3 \cdot P_{VB} \quad (4)$$

Za slučaj (1) je očito da mrežni transformator (MT) i trasformator vlastite potrošnje bloka (TVB) moraju imati snagu, jer (TVB) mora pokriti i potrebe opće potrošnje u slučaju ispada (MT).

3. Osnovni parametri električnih postrojenja vlastite potrošnje

Nivoi rasklopne snage

Kod izbora rasklopnih aparata, odnosno, tipa i izvedbe rasklopnih postrojenja, kabela i ostale opreme, treba nastojati da se primjenjuje standardna oprema. To znači da za određeni naponski red, postrojenje treba tako riješiti da dinamička i termička čvrstoća opreme odgovara normalnim izvedbama koje proizvođači opreme nude na tržištu. Drugim riječima, za određeni naponski red, rasklopna snaga mjerodavna za dimenzioniranje opreme, treba da odgovara tom naponskom redu.

Dakako da na nivo rasklopne snage vlastite potrošnje utječe i nivo rasklopne snage na glavnim sabirnicama visokog napona povezanim sa elektroenergetskim sistemom.

Za račun kratkog spoja i dimenzioniranje opreme vlastite potrošnje mjerodavne su šeme u sl. 9. Najprije treba odrediti rasklopnu snagu (P_K) na sabirnicama opće potrošnje (OVP) za slučaj:

a) paralelan rad mrežnih transformatora (MT),
b) paralelan rad jednog mrežnog (MT) transformatora i jednog generatora, tj. paralelni spoj sabirnica (VP) i (OVP).

Nakon toga, treba odrediti rasklopnu snagu (P_K) na sabirnicama vlastite potrošnje bloka (VP) za slučaj rada bloka bez spoja sa (OVP) sabirnicama. Tako dobivena rasklopna snaga na sabirnicama (VP) može biti manja od one na sabirnicama (OVP).

Ukoliko je u slučaju b) povećanje rasklopne snage P_K (b) veće za 30%, može biti opravdano da se između njih ugradi prigušnica (sl. 9c). Međutim, ne treba odbaciti i rješenje kojim se može blokirati paralelni rad transformatora (TVB) i (MT), čime se rasklopna snaga može osjetno smanjiti. U tome slučaju se, dakako, računa sa pretpostavkom da se kroz kratki period prekapčanja tereta sa jednih na druge sabirnice ne pojavi kratki spoj.

Kod svih analiza prilika kratkog spoja treba bezuvjetno uzeti u obzir velike asinhrone motore, osobito obzirom na velike struje pokretanja koje su 4,5 do 6 puta veće od nazivnih. Velike motore treba uzimati u obzir prvenstveno za račun udarnih struja kratkog spoja, ali voditi računa o njihovom utjecaju ovisno o trajanju kratkog spoja i vremenu trajanja zaleta.

Nazivni naponi

Nazivne napone treba odabrati prema važećim propisima. U našoj zemlji u tome smislu važe JUS propisi (v. JUS N. BO. 030), koji su u skladu sa odgovarajućim IEC standardima, odn. publikacijama (IEC publ. br. 71).

U kontinentalnoj Evropi se uglavnom primjenjuju nazivni naponi 3,6 i 10 kV, te 380 i 500 V, u Engleskoj i zemljama anglosaskog utjecaja 3,3; 6,6 i 11 kV, te 415 i 550 V, tj. 10% viši. Visokim naponima ovog reda odgovara stupanj izolacije (S_i): 3,6; 7,2 i 12 kV, odnosno, najviši dopustivi pogonski napon mreže 3,6; 7,2 i 12 kV.

Za elektrane sa agregatima do 100 MW općenito se primjenjuju dva napona:

3 ili 3,3 kV i 380 ili 415 V.

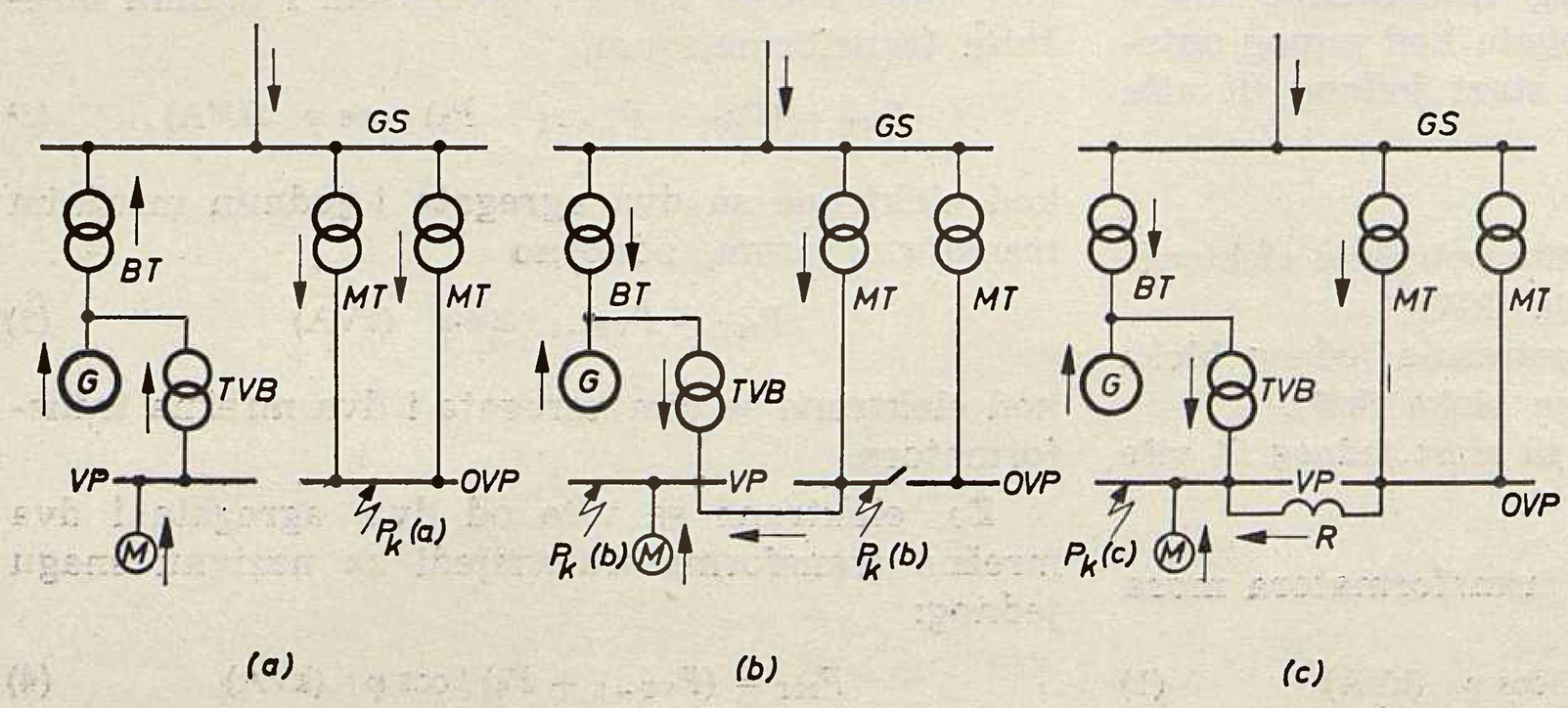
Za elektrane sa agregatima većim od 100 MW, pa do 220 MW, primjenjuju se dva napona:

6 ili 6,6 kV te 380 ili 415 V,

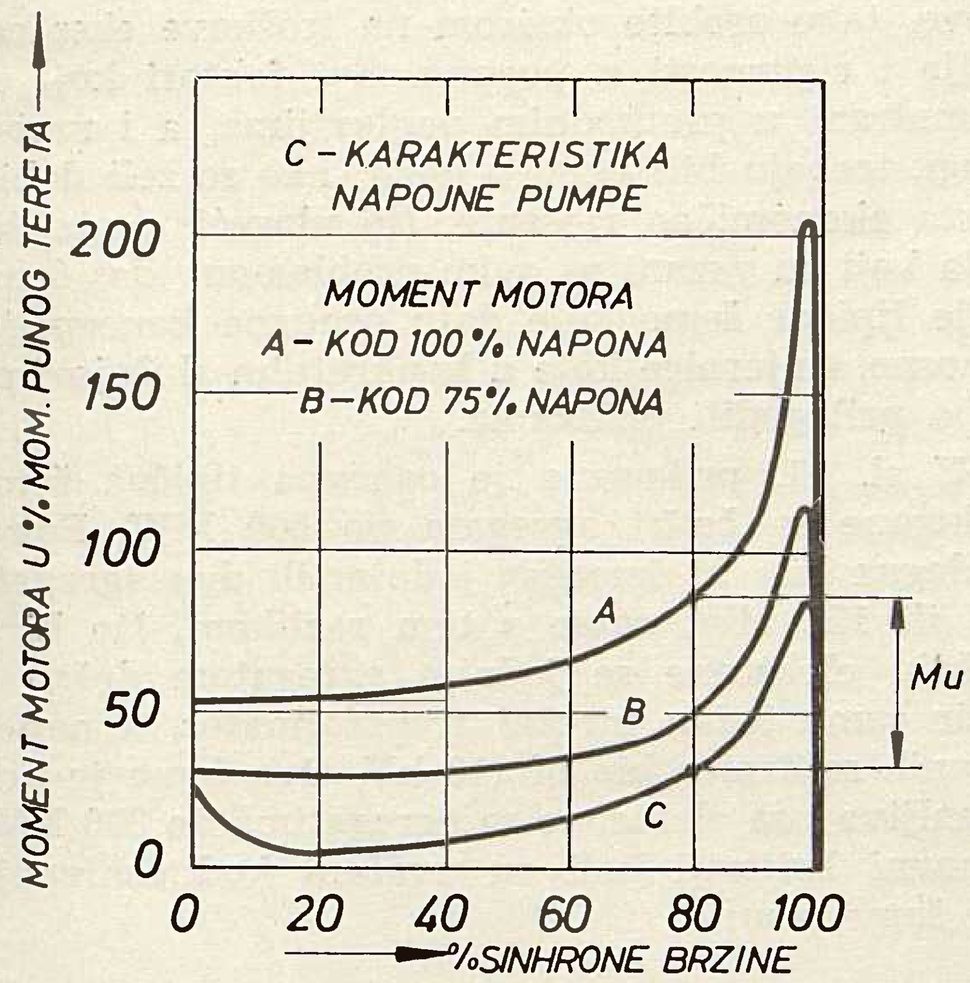
ovisno o broju i veličini agregata elektrane i parametrima pare odn. tipovima kotlova i ostalih uređaja.

Za elektrane sa agregatima većim od 200 MW, gotovo redovito se primjenjuju tri napona:

10 ili 11 kV, 3 ili 3,3 kV, te 380 ili 415 V.



Sl. 9. Šeme mjerodavne za račun kratkog spoja na sabirnicama vlastite potrošnje (VP), (OVP)



Sl. 10. Karakteristične krivulje momenata vrtnje motora kod 100% i 75% nazivnog napona te pripadne napojne pumpe (P = 6000 KS, n = 3000 okr/min)

Sa tri sistema napona i eventualnom upotrebom niskog napona od 500 ili 550 V za veće motore (umjesto 380 ili 415 V), moguće je ekonomično riješiti sve probleme vlastite potrošnje i kod najvećih agregata.

Pad napona kod pokretanja motora ne predstavlja problem za sve motore osim za velike motore napojnih pumpi kotlova. Budući da se radi o velikim motorima od nekoliko MW (2; 3; 4 MW i više) nastaje problem pada napona kod zaleta motora obzirom na struje pokretanja i potreban moment vrtnje. *Da bi se osigurao siguran i pouzdan start motora, ovaj treba biti tako konstruiran, da i kod 80% nazivnog napona imade dovoljan moment ubrzanja.* Tako se npr. u Vel. Britaniji uvela praksa, da svaki motor koji služi za pogon nekog od bitnih uređaja vlastite potrošnje, mora kroz 10 min izdržati normalan rad kod 75% nazivnog napona.

U svakom slučaju, protumoment radnog stroja mora biti manji od momenta vrtnje motora kod zaleta. Stacionarno pogonsko stanje nastupa u stjecištu karakteristika radnog stroja i pogonskog motora (kad je $M_R = M_M$). Ovo je stanje stabilno, ako u susjednim većim brzinama protumoment radnog stroja M_R postaje veći od momenta vrtnje motora M_M, dok u manjim brzinama treba da je obratno.

Karakteristična krivulja momenta vrtnje u ovisnosti o vremenu za motor od oko 6000 KS i 3000 okr./min. kod 100% i 75% nazivnog napona, te karakteristična krivulja za pripadnu napojnu pumpu dana je u sl. 10. Moment M_U mjerodavan je za ubrzanje, o kome ovisi trajanje zaleta t_u. Kao što je poznato, $t_u = (MD^2/375) \cdot (n/M_u)$, gdje je n postignuta brzina vrtnje (okr./min.), a MD^2 (kpm^2) zamašni moment svih masa koje se okreću.

Potrebno podešavanje napona, ovisno o prilikama može se podesiti:

a) upotrebom otcjepa od ± 5% na mrežnom transformatoru (MT) i transformatoru vlastite potrošnje bloka (TVB) u neopterećenom stanju ili
b) primjenom regulacije napona pod teretom na oba transformatora, ako su varijacije napona vrlo velike; u tome slučaju se položaj regulacione sklopke podešava tako, da kod punog tereta transformatora dobivamo nominalni napon u nultom položaju sklopke.

Upravljanje električnim uređajima vlastite potrošnje

Težnja za apsolutnom preglednosti i velikom pogonskom sigurnosti, osobito kod velikih termoelektrana, dovela je vremenom do centralizacije u upravljanju i do sve većeg stepena automatike u uređajima vlastite potrošnje.

Centralizacija električnih uređaja vlastite potrošnje svodi se na grupiranje svih električnih postrojenja za jednu pogonsku jedinicu: kotao-turbina-generator-transformator i to kako uređaja visokog napona tako i niskonaponskih uređaja. Pojedini elementi bloka su u većoj i manjoj mjeri automatizirani, kako bi se izbjegao utjecaj akcije pogonskog osoblja koji često puta može biti neefikasan zbog sporih reakcija.

Parni kotlovi su redovito opremljeni automatikom koja obuhvaća istovremenu automatsku regulaciju dovoda goriva, zraka za izgaranje i dobave napojne vode. Osim toga je automatikom obuhvaćen niz signalizacija i dojava pogonskih stanja pojedinih faza procesa uključivo pomoćne uređaje. Kod parnih turbina se redovito predviđa automatsko rasterećenje i odgovarajuća akustična i optička signalizacija u slučaju abnormalnih parametara pare, odnosno, abnormalne ekspanzije.

Sve rezervne pogonske jedinice, osobito one najvažnije za održavanje pogona, redovito moraju biti opremljene uređajima za automatski start.

Pokazni, mjerni i registracioni aparati, te uređaji za daljinsko upravljanje, grupirani su obično u posebnu prostoriju, tzv. komanda bloka, iz koje je omogućen start, pogon i zaustavljanje bloka. Komanda bloka situirana je obično na koti turbinskog kata, a može obuhvatiti jedan ili dva agregata bloka. Katkada se iz ove komande vrši i sinhronizacija glavnog generatora na mrežu, iako se ova operacija obično vrši iz glavne električke komande iz koje se upravlja svim uređajima elektrane.

Iz glavne električne komande se obično vrši upravljanje glavnim napojnim strujnim krugovima vlastite potrošnje, dok je ostalo upravljanje centralizirano u posebnoj komandi vlastite potrošnje bloka. Budući da se sva postrojenja vlastite potrošnje visokog (3,3; 6,6 i 10 kV) i niskog napona danas gotovo redovito izvode u blindiranoj izvedbi, to se ova komanda praktički svodi na kombinaciju tamne šeme sa aparatima za upravljanje (komandno potvrdne sklopke itd.) mjerenje i signalizaciju smještene na prednjem dijelu blindiranih ormara odgovarajućeg napona.

Kod elektrana sa jednim ili dva agregata, najbolje je komandu vlastite potrošnje spojiti sa glav-

nom električnom komandom. Danas se čak redovito i tzv. toplinska komanda, tj, komanda koja obuhvaća upravljanje termodinamičkim procesom termoelektrane spaja sa električnom komandom *prostorno* u jednu cjelinu. Kod elektrana sa više agregata i velikim brojem visokonaponskih polja, odn., velikim opsegom električnih uređaja raznih napona, nalaze sve više primjenu moderne komande sa aparatima »mikro« izvedbe, odnosno, komande sa »matičnim« poljem ili komande sa upravljanjem putem »slike« postrojenja (»Anlagebildsteuerung«), bilo sa relejnom klasičnom tehnikom, bilo sa tranzistoriziranim elementima.

Za slučajeve ispada transformatora vlastite potrošnje bloka (TVB) u pojedinim slučajevima se predviđa i automatsko prebacivanje cijele vlastite potrošnje na mrežni transformator i time automatsko prebacivanje motora sa jednog na drugi izvor napajanja. Ovo se može izvesti na dva osnovna načina:

a) ultra brzo prekapčanje motora
b) sporo prekapčanje motora

O ovoj problematici vidi [1]. Očito je da automatsko prebacivanje vlastite potrošnje izaziva znatne neprilike u mreži zbog velikih padova napona kod zaleta motora, no uvjete za ovo je moguće ostvariti, dakako, na račun većih troškova za napojne transformatore i ostale aparate, odn. opremu. Kod elektrana sa velikim agregatima, pokazalo se da je ekonomski neopravdano uvođenje automatskog prekapčanja cijele vlastite potrošnje.

Sistem uzemljenja

Za vlastitu potrošnju dolazi u obzir a) kruto uzemljenje, b) uzemljenje preko malog otpora ili c) sistem sa izoliranom neutralnom tačkom. U slučaju a), odn. b) svaki zemljospoj dovodi do jednopolnog kratkog spoja i prema tome do isklapanja, dok u slučaju c) dio u kvaru ostaje u pogonu, ali je potrebna dojava, odn. alarm. Međutim, opasnost predstavljaju prenaponi koji mogu dovesti do razaranja izolacije.

Razvoj u ovom području izgleda da se kreće između rješenja sa krutim uzemljenjem i sa izoliranom neutralnom tačkom.

Kod velikih elektrana dolazi u obzir jedino jedinstveno zaštitno i pogonsko uzemljenje za sve naponske nivoe, pri čemu treba koristiti sve postojeće mase i metalne konstrukcije položene u zemlji. Ukupni otpor sistema uzemljivača treba da je ispod 1 oma, ovisno o struji jednopolnog kratkog spoja, odn. struji zemljospoja. Kod kruto uzemljene neutralne tačke ova struja može iznositi nekoliko desetaka kA.

U pogledu izbora tipa i presjeka uzemljivača, treba uvažiti postojeće propise.

4. Tipične šeme električnih postrojenja vlastite potrošnje

Izbor šeme spoja vlastite potrošnje imade prvorazredan značaj, kako obzirom na investicione troškove, tako osobito obzirom na troškove eksploatacije i sigurnosti u pogonu. Svi faktori koji su razmatrani u prethodnim poglavljima, a i mnogi drugi, trebaju biti uzeti u obzir, ako se želi dobiti zaista ekonomično rješenje. Ne ulazeći u niz detalja koji su vezani sa ovim problemom, dat ćemo dvije tipične šeme koje daju osnovne koncepcije, odnosno, smjernice koje u konkretnim slučajevima treba prilagoditi prilikama.

U sl. 11. prikazana je osnovna tipična šema elektrane sa četiri agregata po 200 MW. Posve analogna bila bi šema sa jednim ili dva agregata 125 ili 150 MW, samo s tom razlikom, što bi u slučaju elektrane sa jednim agregatom došao u obzir samo jedan mrežni transformator, a napon glavnih sabirnica bio bi 110 kV. Ova šema je primjenljiva i za elektrane sa agregatima do 300 MW. Osnovni kriteriji koji su uvaženi kod osnivanja ove šeme jesu:

(1) Napojne pumpe kotlova spojene su direktno na sabirnice visokog napona vlastite potrošnje s time da je rezervna pumpa spojena na posebne sabirnice koje se automatski uključuju na opću potrošnju, odn. mrežni transformator u slučaju ispada transformatora vlastite potrošnje bloka.

(2) Pumpe za rashladnu vodu spojene su direktno na sabirnice visokog napona vlastite potrošnje i to glavne i rezervne za blok.

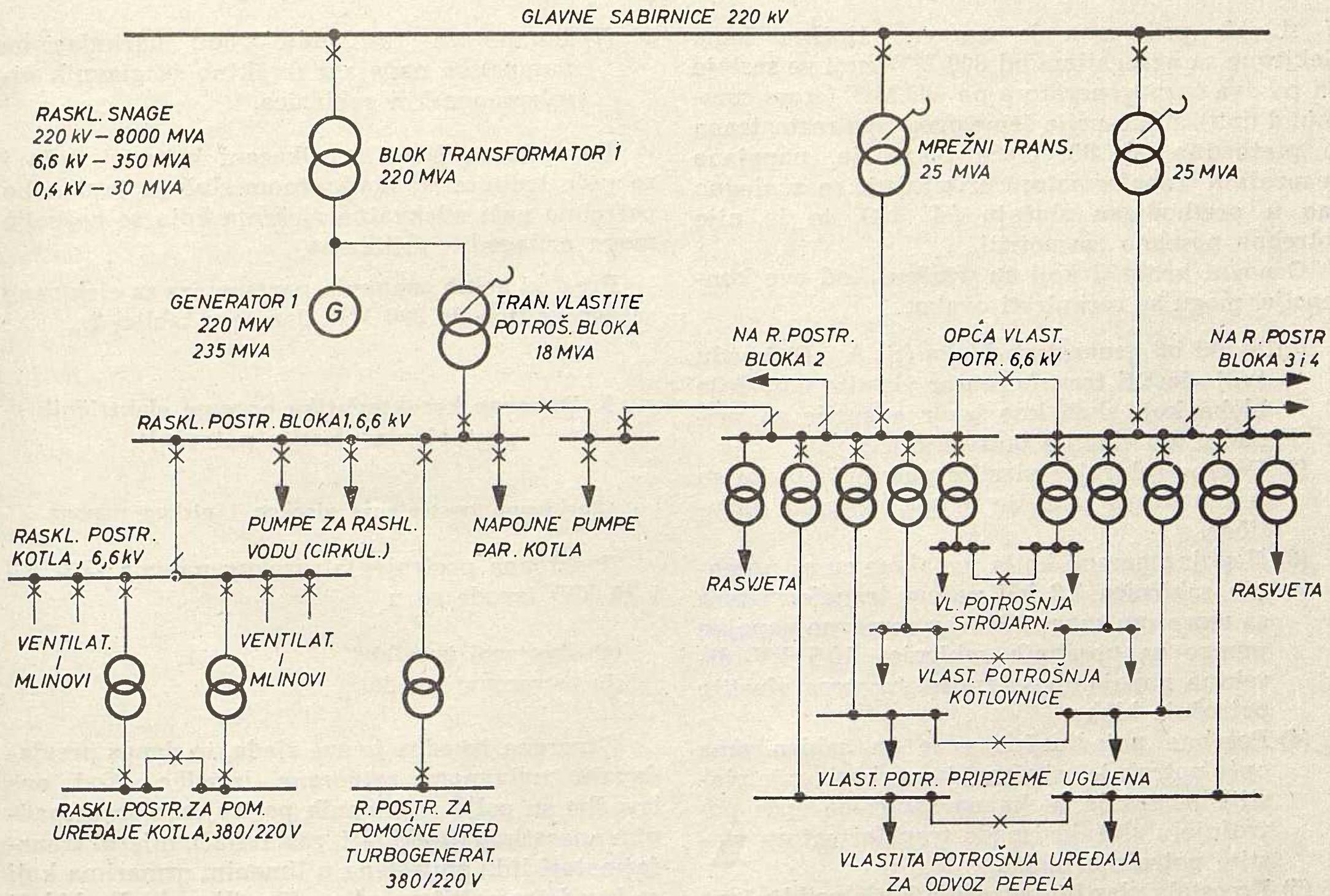
(3) Ventilatori za dobavu zraka kotlovima odn. kotlu su odvojeno spojeni na posebne sabirnice visokog napona. Na iste sabirnice je putem silaznih transformatora spojena sva ostala potrošnja kotla na niskom naponu. Tako je vlastita potrošnja kotla, osim napojnih pumpi, potpuno odvojena. U transformaciji na niski napon i pojnim vodovima mora postojati 100% rezerva.

(4) Vlastita potrošnja turboagregata, koja se sastoji od relativno manjih potrošača priključuje se na posebne sabirnice niskog napona napajane putem posebnog transformatora.

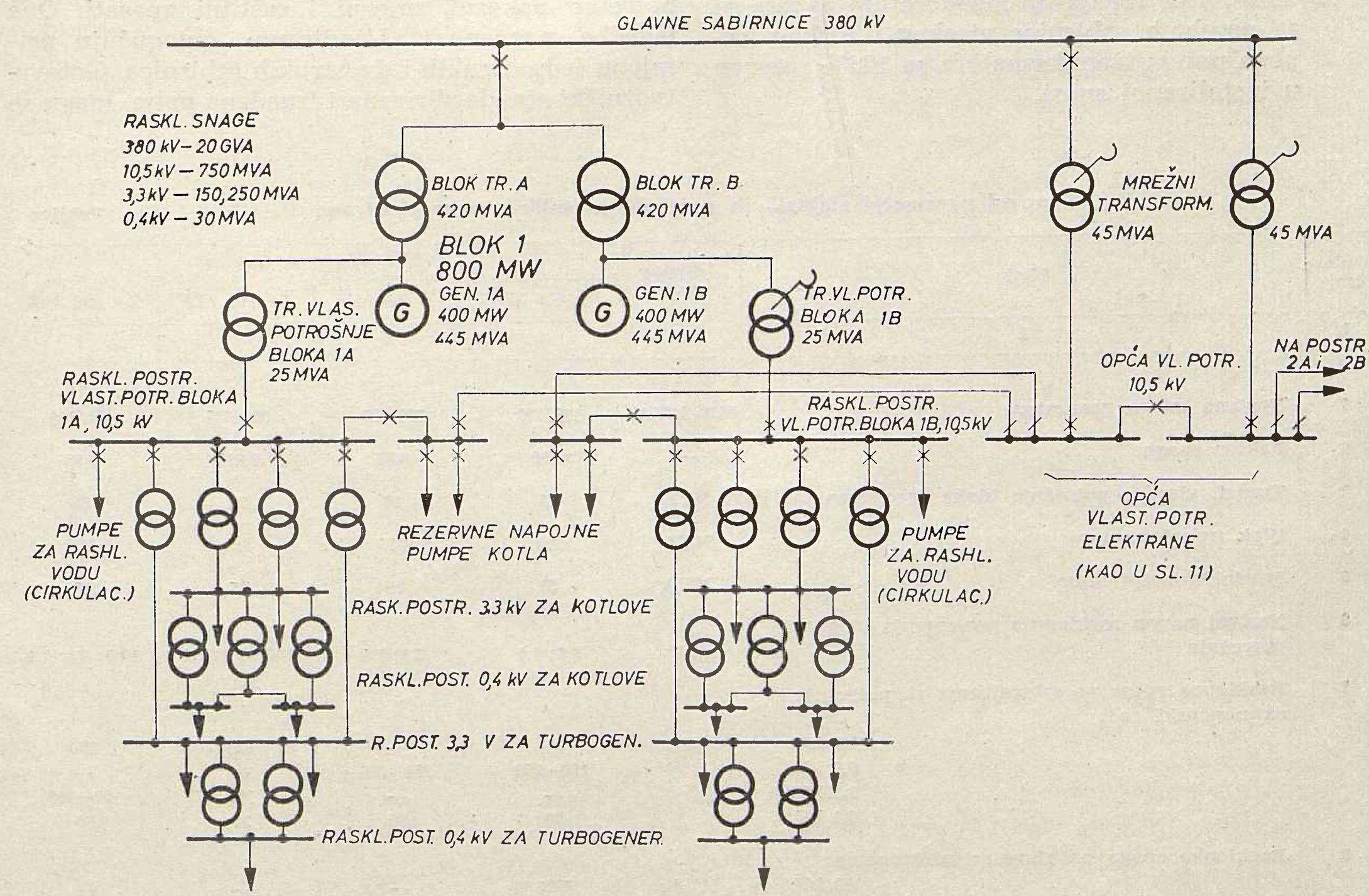
(5) Sve ostalo što pripada općoj potrošnji priključeno je na posebne sabirnice opće potrošnje priključene na mrežne transformatore od kojih jedan predstavlja 100% rezervu. Ovamo spada:
— opća potrošnja strojarnice
— opća potrošnja kotlovnice
— potrošnja uređaja za pripremu ugljena ili drugog goriva
— potrošnja uređaja za odvoz i transport pepela.

U normalnom pogonu sva ova potrošnja treba biti napajana sa transformatora opće potrošnje bloka dok, ovisno o broju agregata i bloktransformator može biti izvor napajanja ove opće potrošnje.

(6) Poprečne veze sa sabirnica opće potrošnje povezuju direktno sve pojedinačne sabirnice vlastite potrošnje bloka.



Sl. 11. Osnovna šema elektrane sa agregatima 4 × 200 MW



Sl. 12. Osnovna šema elektrane sa agregatima 2 × 800 MW

U sl. 12. prikazana je osnovna tipična šema elektrane sa agregatima od 800 MW koji se sastoje od po dva turbogeneratora po 400 MW (cross compound unit). Koncepcija šeme ovog tipa razmatrana je prethodno (sl. 8.). Opća potrošnja, napajana sa mrežnih transformatora priključuje se analogno kao u prethodnom slučaju (sl. 11.), te je nije potrebno posebno razmotriti.

Osnovni kriteriji koji su uvaženi kod ove koncepcije, mogu se rezimirati ovako:

(1) Svaki od generatora bloka (tj. A i B) imadu svoj vlastiti transformator vlastite potrošnje bloka koji služi kao izvor energije za pripadni dio vlastite potrošnje (A i B).
(2) Glavne sabirnice vlastite potrošnje bloka su sekcionirane u dvije grupe, potpuno identične.
(3) Napojne pumpe kotla napajane su sa posebnih sabirnica 3,3 kV putem transformatora sa rezervom snage 100%, a rezervne napojne pumpe sa posebnih sabirnica 10,5 kV direktno napajanih sa transformatora vlastite potrošnje bloka.
(4) Posebne pojedinačne veze sa sabirnicama opće potrošnje osiguravaju prebacivanje vlastite potrošnje bloka na sabirnice opće potrošnje u slučaju ispada transformatora vlastite potrošnje bloka.
(5) Preostala vlastita potrošnja kotla priključena na posebne sabirnice niskog napona koje su sekcionirane ili udvojene sa 100% rezervne snage u transformaciji i pojnim vodovima.
(6) Vlastita potrošnja turbogeneratora napaja se sa posebnih sabirnica visokog i niskog napona putem transformatora sa 100% rezerve u instaliranoj snazi.
(7) Pumpe za rashladnu vodu (cirkulacione pumpe) se napajaju direktno sa glavnih visokonaponskih sabirnica.

Razmatrana šema i prikazani kriteriji važe i za veće jedinice. U konkretnom slučaju je dakako potrebno naći adekvatna rješenja koja se najbolje mogu prilagoditi prilikama.

Pregled nekih osnovnih parametara za elektrane sa agregatima do 800 MW dan je u tablici 2.

5. Osnovne karakteristike opreme električnih postrojenja vlastite potrošnje

Rasklopna postrojenja visokog i niskog napona

Rasklopna postrojenja visokog napona (3,3; 6,3 i 10 kV) izvode se u

(a) otvorenoj izvedbi i
(b) zatvorenoj izvedbi

Otvorena izvedba je sve rjeđa, te danas prevladavaju uglavnom *zatvorene izvedbe*. Kod ove izvedbe su polja rasklopnih postrojenja sa pripadnim aparatima (prekidači, rastavljači, mjerni transformatori itd.) smještena u limenim ormarima koji se izvode sa zaštitom od prašine ili vode. Prekidači su smješteni tako da ih je moguće izvlačiti u slučaju potrebe, a kontakti spojeva obično u obliku »noža«. U ormarima su sa gornje strane potrebni pokazni, mjerni i zaštitni aparati. Ove izvedbe, nazvane i »blindirane«, omogućuju primjenu jednostrukih i dvostrukih sabirnica. Gotova, tvornički standardizirana i izvedena polja, mogu se

Osnovni parametri električnih postrojenja velikih termoelektrana Tablica 2

Redni broj	Naziv	Jedinica mjere	Elektrana sa agregatima			
			2 × 125 MW	4 × 200 MW	4 × 300 MW	2 × 800 MW
1	2	3	4	5	6	7
1	Nazivna snaga generatora	MW/MVA	125/139	200/235	300/335	2 × 400/445
2	Faktor snage	—	0,90	0,85	0,895	0,90
3	Transf. vlastite potrošnje bloka (gen.-transf.)	MVA	15	18	23	25
4	Blok transformator	MVA	125	217	312	420
5	Mrežni transformator	MVA	20	25	35	45
6	Nazivni napon rasklopnih postrojenja vlastite potrošnje	kV	6,6; 0,4	6,6; 0,4	10,5; 3,3; 0,4	10,5; 3,3; 0,4
7	Rasklopna snaga na sabirnicama vl. potrošnje za naponski red:					
	10,5 kV	MVA	—	—	500	750
	6,6 kV		150—250	250—350	—	—
	3,3 kV		—	—	150	150—250
	0,4 kV		30	30	30	30
8	Rasklopna snaga na glavnim sabirnicama:					
	110 kV	MVA	3500	—	—	—
	220 kV		—	8000	—	—
	380 kV		—	—	15000	20000

u elektrani jednostavno priključiti. Približne dimenzije ovih polja, ovisno o tipu i isporučiocu, iznose:

— dubina: 1,3 — 1,8 m
— širina: 0,8 — 1,0 m
— visina: 2,0 — 2,5 m

(sl. 13.).

Prekidači i ostala oprema treba da je odabrana prema potrebnim nazivnim naponima, strujama te čvrstoći obzirom na prilike kratkog spoja. Tržište raspolaže potpunim asortimanom potrebnih aparata, te u tome pogledu nema problema. Vrijeme isklapanja prekidača ne smije biti veće od 0,1 sek, obzirom na zahtjeve zaštite i sigurnosti.

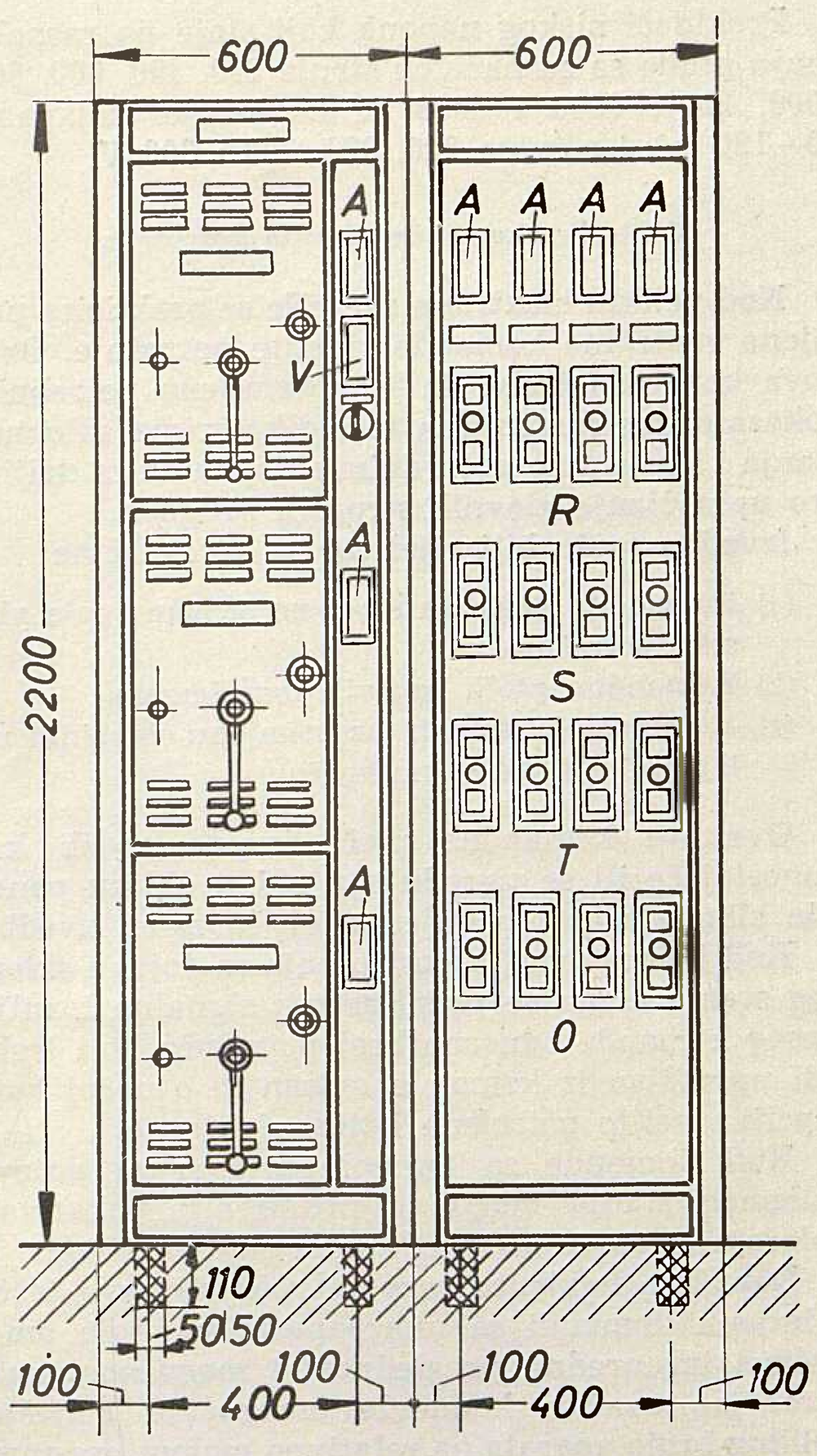
Proizvođači opreme danas raspolažu prekidačima bilo pneumatskim bilo malouljnim za nazivne struje 200, 400, 500, 600, 800, 1000, 2000 i 3000 A; za rasklopne snage od 250, 500, 750 i 1000 MVA za naponski red od 5 — 15 kV.

Rasklopna postrojenja niskog napona izvode se u

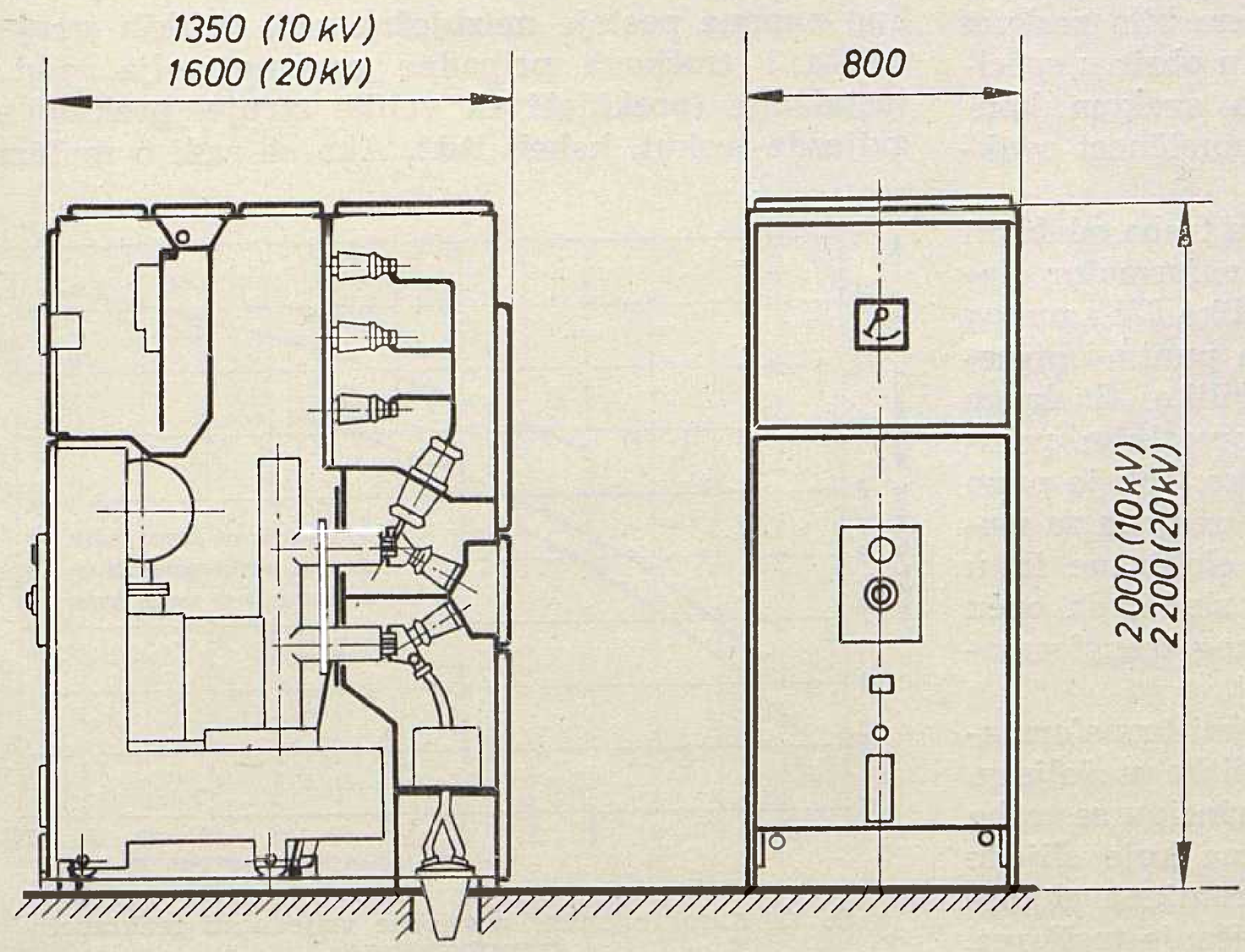
(a) zatvorenoj izvedbi (ormari)
(b) blindiranoj izvedbi (lijevano željezo, prefabricirani lim, plastika)

Najviše se primjenjuju rješenja sa ormarima iz čeličnog lima, sa prekidačima na izvlačenje. Suvremene izvedbe su kompaktne, robustne, zaštićene od prašine i po potrebi vode, te pružaju idealno rješenje (sl. 14.). Ovdje treba naglasiti da se za glavne napojne strujne krugove moraju upotrijebiti prekidače, a za manje važne eventualno visokoučinski osigurači.

Proizvođači raspolažu dovoljnim asortimanom standardiziranih izvedbi.



Sl. 14. Primjer zatvorene izvedbe (u ormaru iz čeličnog lima) rasklopnog postrojenja niskog napona (BBC)



Sl. 13. Primjer zatvorene izvedbe (u ormaru iz čeličnog lima) polja visokog napona (10 i 20 kV) rasklopnog postrojenja (AEG)

Prekidači niskog napona koji stoje na raspoloženju grade se za nazivne struje 200, 400, 600, 800, 1000, 2000, 3000 i 4000 A, za struje isklapanja 10—130 kA i napone 220, 380, 500 i 600 V.

Centralna komanda vlastite potrošnje

Kod velikih elektrana sve više se prakticira primjena centralne komande vlastite potrošnje. Ovakova komanda treba da je opremljena potrebnim pokaznim instrumentima te indikatorima sklopnog stanja i komandno potvrdnim sklopkama za daljinsko upravljanje glavnih strujnih krugova.

Izvedba može biti riješena na više načina:

(a) Komandna ploča sa slijepom šemom spoja vlastite potrošnje,
(b) Komandna ploča sa svijetlom šemom,
(c) Kombinacije (a) i (b) uz primjenu signalnih releja za optičku signalizaciju.

Ovakove komandne ploče izvode se ili kao samostojeće ili se ugrađuju u zid u obliku panoa odn. slike. Često se primjenjuju i »mozaik« izvedbe.

Kod jednostavnijih postrojenja za dojavu sklopnog stanja mogu se primijeniti i signalne žarulje. Opseg komande odnosno broj potrošača koji treba biti upravljan iz komande ovisan je o općoj koncepciji vlastite potrošnje i tipu elektrane.

Kod komande sa tamnom šemom za dojavu sklopnog stanja mogu se primijeniti pokazivači položaja aparata sa svjetlosnom signalizacijom.

Današnje tendence razvoja pokazuju sve češću primjenu komandi sa mikroaparatima koje omogućava izvanrednu preglednost i mogućnost nadzora, jer ovakve komande omogućuju smještaj velikog broja aparata na relativno malom prostoru.

Transformatori

Transformatori vlastite potrošnje pretežno su standardni uljni transformatori sa prirodnim i, ovisno o snazi, forsiranim hlađenjem bilo zrakom bilo vodom. Vodno hlađenje dolazi u obzir u specijalnim pogonskim prilikama te u svakom konkretnom slučaju treba ispitati ekonomičnost ovakvog rješenja.

Odnos gubitaka u bakru i željezu treba odabrati prema namjeni transformatora. Transformator vlastite potrošnje bloka radi sa od prilike 75% punog tereta kod rada turbogeneratora sa punim opterećenjem uz normalne pogonske prilike. S druge strane mrežni transformator u normalnim prilikama radi sa 20—30% nazivne snage, dok je puno opterećen samo kroz kratki period vremena za vrijeme starta odn. ulaska u pogon elektrane ili u slučajevima nužde. Ovo vrijedi za slučaj da opću potrošnju trajno napajamo s mrežnog transformatora, što ne mora uvijek biti slučaj.

Za ovakve pogonske prilike mrežni transformatori treba da imaju smanjene gubitke u željezu.

Što se tiče izbora reaktanci, u principu se treba zadržati na prirodnim vrijednostima koje slijede iz konstruktivne izvedbe. Svaka promjena nagore ili nadolje imade za posljedicu povišenje troškova. Ukoliko se želi povišenjem reaktance smanjiti rasklopne snage na nižem naponu za osjetni iznos, bolje je primijeniti prigušnice.

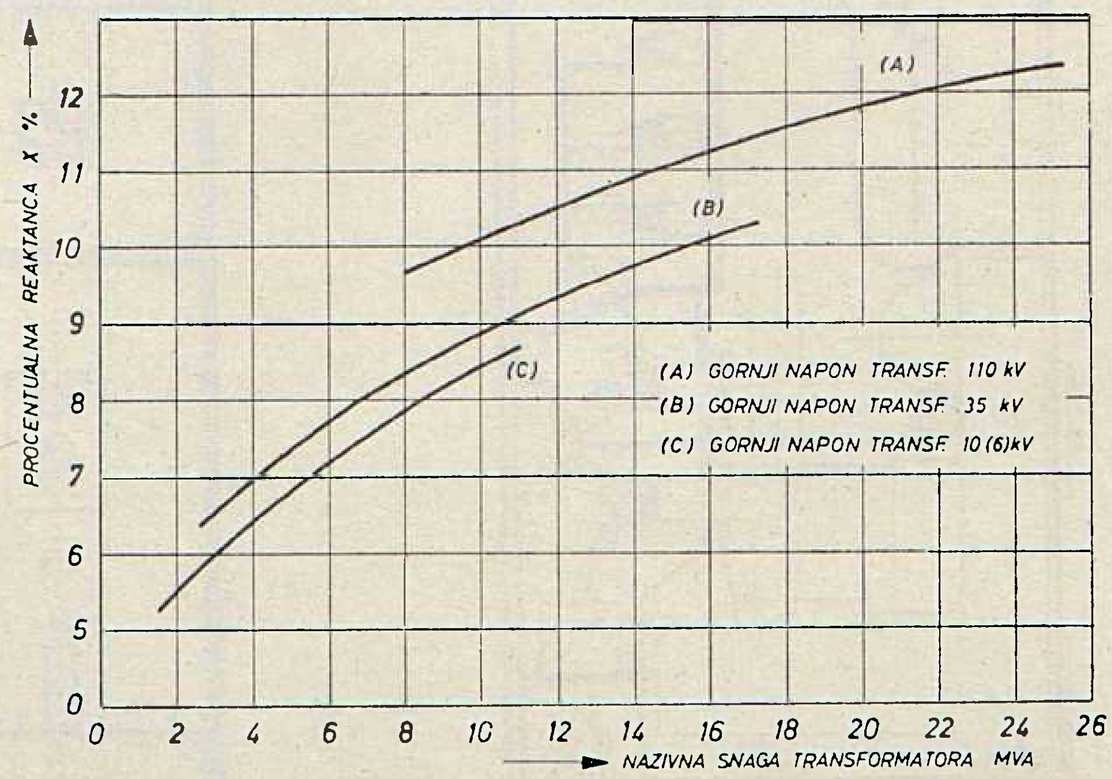
U sl. 15. prikazane su prosječne vrijednosti reaktanci za transformatore sa gornjim naponom 110, 35, 10 i 6 kV za snage do 25 MVA.

Elektromotori

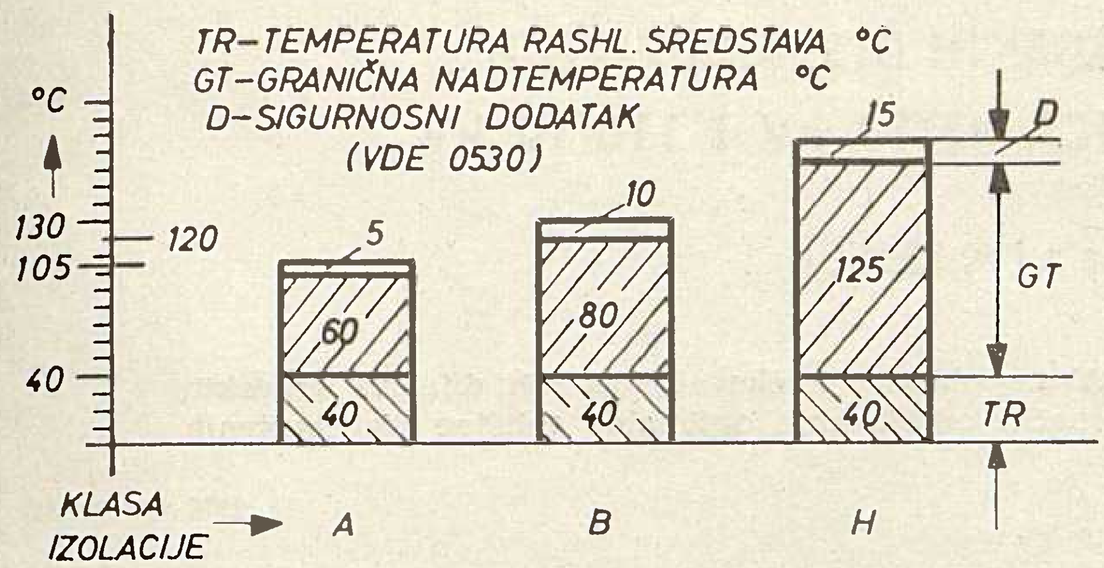
Za potrebe vlastite potrošnje primjenjuju se motori od nekoliko kW ili desetina kW (za pogon ventila npr.), pa sve do nekoliko hiljada kW (za pogon napojnih pumpi kotlova npr.). U najvećem broju slučajeva se radi o kratkospojenim asinhronim motorima, koji se odlikuju jednostavnošću, mogućnosti brzog starta i jednostavnog direktnog uklapanja. Struje zaleta kreću se u granicama od (3—6) I_n, gdje je I_n nazivna struja motora s izuzetkom velikih motora za pogon najpojnih pumpi kotlova kod kojih se zahtijeva *maksimalno* 4,5 I_n, obzirom na veličine motora i prilike pokretanja.

Kod pogona koji zahtijevaju regulaciju odn. promjenu broja okretanja prikladniji su motori (trofazni) sa kliznim kolutima. Struja zaleta ovih motora iznosi (1,8—2)-I_n. Sa ovim motorima moguće su varijacije broja okretaja do 50% nazivnog. Budući da je korisni stupanj djelovanja kliznih motora kod reduciranih brzina loš, primjenjuju se rješenja sa pogonskim istosmjernim motorom koji je mehanički spojen sa kliznim trofaznim motorom. Uzbuda istosmjernog motora može se provesti iz posebnog izvora sa varijabilnim naponom.

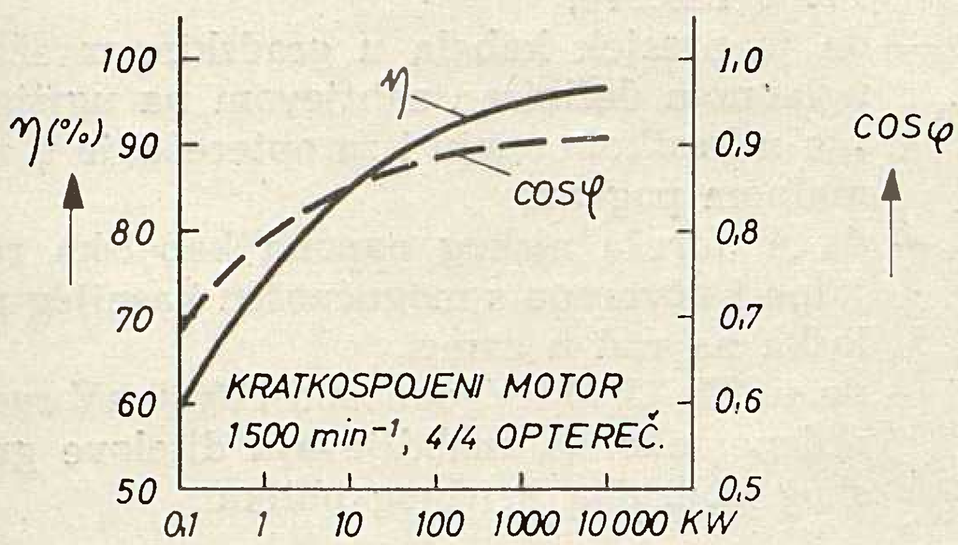
Danas se, obzirom na tendence sniženja troškova kompletne motorne instalacije, smatra da je granica ekonomičnosti za niskonaponske motore (380 odn. 500 V) kod 150—200 kW. Ako se radi o većoj snazi treba odabrati visokonaponske motore (3,6 ili 10 kV) (sl. 16.). Iako je niskonaponski motor otporniji na strujna opterećenja (zalet) radi relativno većih presjeka vodiča te imade bolji faktor iskorištenja utora, kod većih motora upotreba visokog napona postaje neizbježna radi velikih struja zaleta i troškova pripadne opreme polja, odn., instalacije (prekidači za velike struje, preklopke zvijezda-trokut, kabeli itd.). Ako se radi o malom



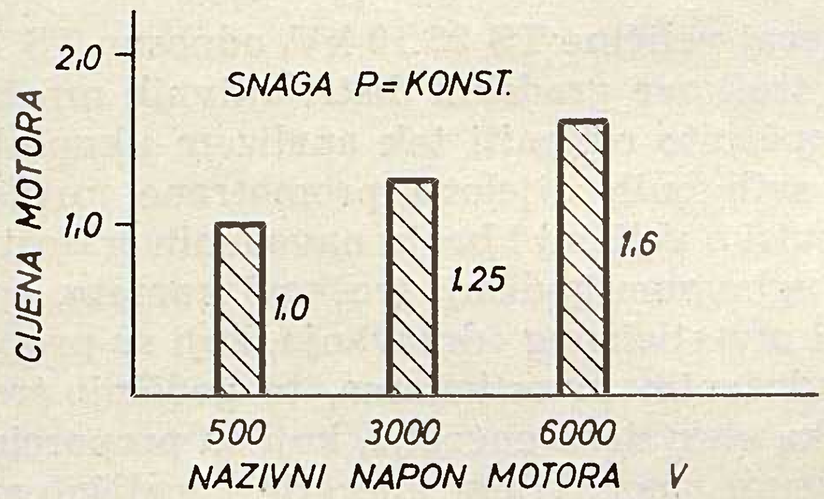
Sl. 15. Karakteristične prosječne vrijednosti reaktanci transformatora



(a)



(b)



(c)

Sl. 16. Karakteristični odnosi za trofazne motore
a) Temperature i klase izolacije, b) Prosječni η i cos φ, c) Cijene motora niskog i visokog napona

motoru relativno udaljenom od razvodnih napojnih sabirnica, te je neizbježna upotreba visokonaponskog kabela, onda je najpovoljnije silazni transformator postaviti neposredno uz motor i kruto ga spojiti sa motorom s tim da se upravljanje vrši na visokom naponu.

Varijacije frekvence u pogonu u granicama ± 4% i napona u granicama ± 5% su dozvoljene i ne predstavljaju poteškoće. Ukoliko se iz bilo kojih razloga mogu očekivati i veće varijacije, motor treba odabrati za odgovarajuću veću snagu. U izuzetnim prilikama treba zahtijevati konstrukciju motora koje omogućuje rad kod 25% nižeg napona kroz period od najviše 10 min. Padovi napona i veći od gore spomenutog iznosa mogu se povremeno tolerirati, ali u periodu vremena ne duljem od 0,2—0,3 sek.

Kod izbora motora treba nadalje voditi računa o klimatskim prilikama, temperaturi okoline i odabrati pravilnu klasu izolacije (sl. 16.). Isto tako je važno paziti na tip zaštite (P 11, P 33 itd.) te sistem hlađenja.

Kod izbora kabela treba voditi računa o tome da se minimalni presjeci odrede na temelju prilika kretanja spoja, trajanja struje kratkog spoja te načina polaganja i klimatskih prilika okoline. Isto važi za mehaničku zaštitu te izbor tipa izolacije i ostalih električnih parametara.

Zaključak

Izložena razmatranja osnovne problematike vlastite potrošnje velikih termoelektrana daju uvid u vrlo složene i kompleksne odnose koji su danas u manjoj ili većoj mjeri riješeni, ali koji zahtijevaju solidnu analizu u svakom konkretnom slučaju.

Termoelektrane sa agregatima od 200 MW pa do 800 MW danas su neophodna nužda, pa sa time treba računati. U našoj zemlji će u skoroj budućnosti doći do izgradnje elektrana sa agregatima većim od 200 MW, pa stoga treba studirati svu problematiku povezanu tom budućom izgradnjom. Svrha ovoga članka bila je da dade jedan presjek kroz osnovnu problematiku jednog dijela opreme velikih termoelektrana koji je vrlo značajan, a to su električna postrojenja vlastite potrošnje promatrana prema današnjem stanju tehnike i trendu budućeg razvoja.

Literatura

[1] H. O. Fieguth, *Schnellumschaltung in Kraftwerkseigenbedarfsanlagen*, ETZ-A, H. 22, 74 B, 1953.
[2] W. Kissing, *Komandoräume thermischer und hydraulischer Kraftwerke, BBC*, Baden, MS 934, BBC 7/56.
[3] Publ. ASEA, *Control Equipment in Power Stations*, Västeras, Reg. 7247, 581, 1952.
[4] Publ. Steinmüller, VWP 150, 4. 65., Gummersbach
[5] Publ. SSW, 500. 13/301, Erlangen
[6] Publ. SSW, 459/248, Erlangen
[7] Publ. SSW, 450/207, Erlangen
[8] A. E. Knowlton, *Standard Handbook for Eletrical Engineers*, Mc Graw-Hill B. C., New-York, 1957.
[9] W. K. Sikora, *Present Trends in Large Power Station Auxiliaries and their Electrical Equipment*, Engl. Elect. Journal, Vol. 16, No 1, 1959.
[10] B. Schmid, *Eigenbedarfsanlagen in Wärme — und Wasserkraftwerken, Starkstromtechnik* I, 8. Aufl. 1954, S. 787—802, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin
[11] D. Beeman, *Industrial Power System Handbook*, Mc Graw-Hill B. C., New York, 1955.
[12] M. Gondosch, P. Kulik, *Die elektrische Eigenbedarfsanlagen in modernen Dampfkraftwerken, ihre Steuerung und Überwachung*, AEG-Mitteilungen, Jhrg. 53, 1963, H. 9—10, Berlin.

Naslov pisca: Krunoslav Begović, dipl. el. ing., direktor Elektrobiroa, Elektroprojekt, Zagreb, Kupska bb.

OPTIMALNA VELIČINA GRADSKIH DISTRIBUTIVNIH TRANSFORMATORSKIH STANICA 35/10 kV i 110/10 kV

Josip Nevešćanin, Split

Izneseni su rezultati analize utjecaja veličine TS 35/10 kV na ukupne troškove pojedinih dijelova gradskih distribucionih električnih mreža. Prikazuje se također i način određivanja optimalne veličine distributivnih gradskih TS 35/10 kV i TS 110/10 kV.

DK 621.311.42

Uvod

Kod projektiranja perspektivnih gradskih distributivnih mreža, jedan od najvažnijih zadataka koji projektant mora riješiti, uz poznate osnovne konzumografske karakteristike promatranog područja, je izbor veličine i broja distributivnih TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV. Kao što je poznato, rješenje ovog zadatka može se postići izborom većeg ili manjeg broja transformatorskih stanica. Povećanje broja stanica smanjuje dužinu i presjek kabela 10 kV, a povećava troškove TS 35/10 kV i mreže 35 kV odnosno TS 110/10 kV i pripadajućeg dijela mreže 110 kV i obrnuto. Ovo znači, da za svaki konkretni slučaj postoji određeni broj stanica, a time i veličina tipske TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV, kojoj će odgovarati minimum ukupnih troškova promatrane distributivne mreže. Ovako određena veličina tipske TS 35/10 kV i TS 110/10 kV predstavljat će optimalno rješenje, kome u praksi, naročito kod projektiranja gradskih distributivnih mreža, treba uvijek težiti.

Ovaj problem je dosta obrađivan u stručnoj literaturi, naročito inostranih autora, koji su dali niz određenih metoda i konačnih formula za proračun. Sve su one zasnovane na analizi zavisnosti troškova pojedinih dijelova distributivnih mreža o nizu različitih faktora, kao npr. oblika mreže, površinskoj gustoći opterećenja, dozvoljenom padu napona itd. uslijed čega se kod ovih analiza uvijek dobiju dosta dugački i komplicirani matematski izrazi. Poteškoća se javlja još i u velikom broju veličina, za koje treba odrediti praktički primjenjive vrijednosti. Osim toga, ni osnovna stanovišta raznih autora, kod rješavanja gornjih problema nisu bila uvijek sasvim identična. Iz ovih razloga smatralo se važnim, da se sa stanovišta interesa distributivnih poduzeća u našim uvjetima distribucije električne energije izvrši tehničko-ekonomska analiza utjecaja veličine TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV na utrošak materijala i troškove održavanja gradskih distributivnih mreža. Za ovu analizu usvojene su slijedeće pretpostavke:

- da TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV kao osnovni pojni čvorovi gradskih distributivnih mreža 10 kV ne smiju ostati bez napona,
- da se u našim gradovima električna mreža 35 kV gradi uglavnom radijalno uslijed čega mora u sebi imati 100% rezerve,
- električna mreža 10 kV je kabelsko također radijalna s mogućnošću prekopčanja na kraju izvoda uslijed čega također mora sadržati 100% rezerve,
- da je presjek kabela u gradskim mrežama uglavnom definiran zahtjevom na ugrijavanje u kratkom spoju i za opterećenje u normalnom pogonu,
- da je mreža niskog napona kabelska radijalna i učvorena s mogućnošću kasnijeg prelaska na rad u zamci,
- da su TS 35/10 kV, odnosno 110/10 kV raspoređene tako da snabdijevaju dijelove gradskog područja kružnog oblika.

1. Ovisnost troškova gradskih distributivnih mreža o veličini TS 35/10 kV I TS 110/10 kV

Utjecaj veličine TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV na troškove gradskih distributivnih mreža možemo općenito ocijeniti tek analizom ukupnih troškova svih onih dijelova promatrane mreže, čiji iznos ovisi o veličini i broju navedenih trafostanica. To su uglavnom godišnji troškovi kamata, amortizacije i investicionog održavanja, koji su proporcionalni uloženim investicijama, te godišnji troškovi gubitaka električne energije, koji su proporcionalni izgubljenoj snazi, cijeni energije i godišnjem vremenu eksploatacije. Kod toga je dovoljno promatrati iznos gornjih troškova mreže 35 kV, TS 30/10 kV, odnosno mreže 110 kV, TS 110/10 kV i mreže 10 kV.

Distributivne TS 10/0,4 kV i mreže niskog napona praktički ne ovise o veličini TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV pa ih kod ove analize nije potrebno uzimati u obzir.

Ukupne godišnje troškove visokonaponskog dijela gradske distributivne mreže reducirane na jedinicu površine možemo matematski izraziti u obliku slijedeće opće formule:

$$T = A \cdot R^{-2} + B \cdot \sigma + C \cdot \sigma^{3/4} \cdot R^{-1/2} + D \cdot R^{-1} + E \sigma^2 R^3 + (F + G) \cdot \sigma \cdot R \qquad (1.1.)$$

U formuli (1.1.), koja je izvedena prema metodama obrađenim u navedenoj literaturi [1], znači:

A — koeficijent investicionih troškova TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV neovisnih o snazi transf. stanice;

B — koeficijent dijela investicionih troškova TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV ovisnih o snazi transf. stanica;

C — koeficijent troškova gubitaka el. energije u transformatorima 35/10 kV, odnosno 110/10 kV;

D — koeficijent investicionih troškova kabela 35 kV, odnosno voda 110 kV;
E — koeficijent troškova gubitaka električne energije u kabelima 35 kV, odnosno vodovima 110 kV;
F — koeficijent investicionih troškova el. mreže 10 kV;
G — koeficijent troškova gubitaka el. energije mreže 10 kV;
σ — površinska gustoća opterećenja;
R — radijus opskrbnog područja tipske TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV;
T' — ukupni godišnji specifični troškovi visokonaponskog dijela gradske distributivne mreže.

Vrijednosti koeficijenata A, B, C, D, E, F, G iz formule (1.1.) možemo odrediti pomoću slijedećih formula:

$$A = \frac{p}{100\,\pi} \cdot a_T \qquad (1.2.)$$

$$B = \frac{p}{100} \cdot b_T \qquad (1.3.)$$

$$C = \sqrt[4]{\frac{m}{\pi \cdot P_T^3 \cdot f_{r,T}^3}} \left(f_{r,T}^2 \cdot P_{cu,T} \cdot C_{el,cu} + P_{Fe,T} \cdot C_{el,Fe}\right) \qquad (1.4.)$$

$$D = \frac{2 \cdot p}{100 \cdot \pi} \cdot C_{k,1} \qquad (1.5.)$$

$$E = \frac{\rho \cdot \pi}{f_{r,1} \cdot q_1 \cdot U_1^2} \cdot C_{el,1} \qquad (1.6.)$$

$$F = \frac{p \cdot f_{r,2}}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot g_2 \cdot i_e \cdot q_2} \cdot C_{k,2} \qquad (1.7.)$$

$$G = \frac{3 \cdot \mu \cdot \rho \cdot f_{r,2} \cdot i_e}{g_2 \cdot \sqrt{3}\, U_2} \cdot C_{el,2} \qquad (1.8.)$$

U formulama od (1.2) do (1.8) znači:

p — godišnji troškovi amortizacije, kamata i održavanja u %, koji za električka postrojenja građena iz poslovnog fonda namijenjenog za investicije iznosi:

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 \qquad (1.9.)$$

Za električna postrojenja građena iz sredstava posuđenih iz banke uz određene kamate iznosi:

$$p' = p + p_6 + p_7 \qquad (1.10.)$$

p_1 — stopa amortizacije za jugoslavenske prilike određena propisima (Službeni list br. 52 od 1963.) iznosi:

za kabele i el. dio trafostanice	6 %
za građevinski dio trafostanice	1,5 %

p_2 — kamate na poslovni fond 4 %
p_3 — troškovi investicionog održavanja 2 %
p_4 — troškovi tekućeg održavanja 2 %
p_5 — premije osiguranja 0,6 %
p_6 — godišnji iznos otplate kredita ovisan o broju godina ugovorene otplate
p_7 — kamate na iznos posuđen iz banke, a određuje se prema posebnim uvjetima banke (obično 2 — 4 %).
a_T — dio ukupne cijene TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV, koji ne ovisi o snazi;
b_T — koeficijent dijela cijene TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV koji ovisi o snazi.

Veličine a_T i b_T prema [1] možemo najjednostavnije odrediti ako konstruiramo dijagram promjene cijene TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV nanoseći na ordinatu ukupnu cijenu već izrađenih gradskih transf. stanica za različite iznose instaliranih snaga, koje nanosimo na apscisu. Na taj način dobivamo funkciju $C_T = f(P)$ koja se može aproksimirati pravcem. Sjecište pravca sa ordinatom predstavlja veličinu a_T, a koeficijent smjera pravca predstavlja veličinu b_T, kod čega snagu transf. stanice možemo izraziti formulom:

$$C_T = a_T + b_T \cdot P \qquad (1.11.)$$

m — broj paralelno spojenih transformatora u jednoj TS;
$f_{r,T}$ — faktor opterećenja transformatora;
P_T — nazivna snaga referentnog transformatora 35/10 kV ili 110/10 kV;
$P_{CU,T}$ — gubici u bakru referentnog transformatora;
$P_{Fe,T}$ — gubici u željezu referentnog transformatora;
$C_{k,1}$ — cijena kabela 35 kV, odnosno kabela i voda 110 kV;
ρ — specifični otpor vodiča;
f_{r1} — faktor rezerve elektr. mreže 35 kV, odnosno 110 kV;
q_1 — presjek kabela 35 kV, odnosno 110 kV;
U_1 — nazivni napon mreže 35 kV ili 110 kV;
f_{r2} — faktor rezerve el. mreže 10 kV;
U_2 — nazivni napon el. mreže 10 kV;
g_2 — faktor istovremenosti između izvoda 10 kV;
q_2 — standardni presjek kabela 10 kV;
$C_{k,2}$ — ukupna cijena kabela 10 kV koja obuhvaća troškove nabavke, kopanje kanala i polaganje kabela. Prema [2] ukupnu cijenu kabela kao funkciju q_2 možemo napisati u slijedećem obliku:

$$C_{k2} = C_G + a_K + b_K \cdot q_2 \qquad (1.11.)$$

C_G — cijena građevinskih radova kod polaganja kabela (kopanje kanala, polaganje kabela i zatrpavanje) koja ovisi o kategoriji zemljišta. Za tvrdo i kamenito zemljište kao što je u gradu Splitu iznosi u prosjeku oko 100 000 (N. din/km);
a_k — dio cijene kabela neovisan o presjeku;
b_k — koeficijent cijene kabela ovisne o presjeku.

Veličine a_k i b_k možemo također odrediti grafički ako na osnovu cijena kabela iz kataloga konstruiramo dijagram $C_{k,2} = f(q)$. Dobivena krivulja se može aproksimirati pravcem čije sjecište s ordinatom daje vrijednost za a_k, a tangens smjera pravca predstavlja veličinu b_k. Za kabele 10 kV, koje proizvodi domaća elektroindustrija ove veličine iznose:

$$a_k = 24 \cdot 10^3 \quad \text{[N. din/km]}$$

$$b_k = 620 \quad \text{[N. din/km]}$$

$C_{el,1}$ — godišnja cijena gubitaka električne energije u mreži 35 kV ili 110 kV.
$C_{el,CU}$ — godišnja cijena gubitaka el. energije u bakru transformatora 35/10 kV ili 110/10 kV;

$C_{el, Fe}$ — godišnja cijena gubitaka el. energije u željezu transformatora 35/10 kV ili 110/10 kV;

$C_{el, 2}$ — godišnja cijena gubitaka el. energije u mreži 10 kV.

Prema [1] godišnju cijenu gubitaka el. energije možemo odrediti pomoću slijedeće opće formule:

$$C_{el} = c_w \cdot \tau + g \left(k_1 \cdot c_p + f_r \cdot \frac{p}{100} \cdot C_i \right) \qquad (1.12.)$$

U formuli (1.12) znači:

C_W — prosječna cijena el. energije N. din/kWh, koja je za grad Split po naponskim nivoima planirana za 1966. te iznosi:

Prosječna cijena električne energije po naponskim nivoima u gradu Splitu

Tablica 1.1

Napon u kV	35 kV	10 kV	0,4 kV	
			domaćinstvo	ostali
C_W (Din/KWh)	9	21,6	17	32,5

τ — upotrebno vrijeme maksimalnih gubitaka u (h/god), čija prosječna vrijednost iznosi:

Prosječne vrijednosti za upotrebna vremena T i τ

Tablica 1.2

Die električne mreže	TS 110 kV	El. mreža 35 kV	TS 35 kV	El. mreža 10 kV	Za gubitke u Fe transformatora
Upotrebno vrijeme T (h/god)	5125	4500	4020	3180	8760
Upotr. vrijeme maks gubitka τ (h/god)	3360	3000	2500	1700	8760

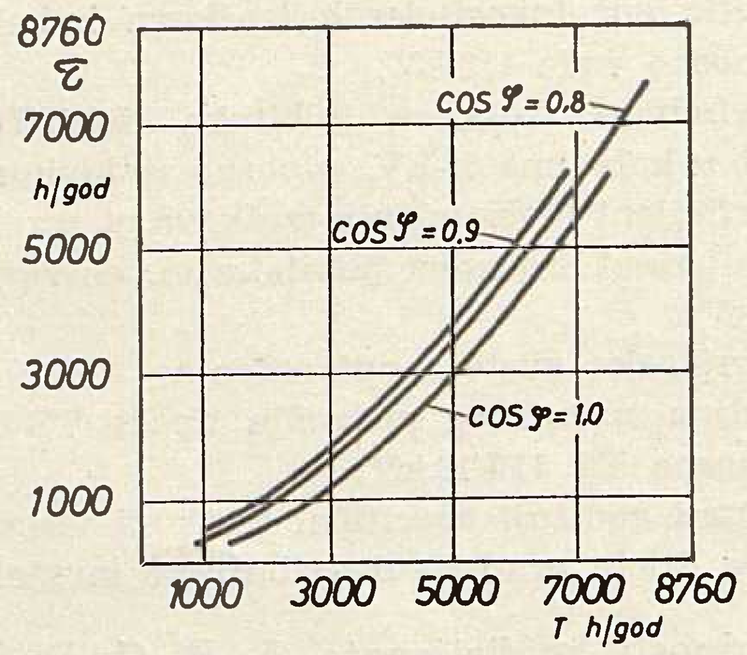
Gornje vrijednosti za τ očitane su iz dijagrama na slici br. 1.1. prema [2.]

g — faktor istovremenosti promatranog dijela el. mreže, koji približno iznosi:

Vrijednosti faktora istovremenosti

Tablica 1.3

Dio električne mreže	Jednog izvoda 10 kV	Izvoda 10 kV	Izvoda 35 kV
g	0,88	0,935	0,985



Sl. 1.1. Dijagram promjene godišnjeg vremena maks. gubitaka (T) u ovisnosti o upotrebnom vremenu (τ).

k_1 — faktor učešća opterećenja pojedinih dijelova distributivne el. mreže u ukupnom maksimalnom opterećenju iznosio bi:

$$k_1 = k_1' \cdot k_1'' \; ; \; k_2' = \frac{P_1}{P_{1, max}} \; ; \; k_1'' = \frac{P_2}{P_{2, max}} \text{ itd.} \qquad (1.13.)$$

Prema rezultatima mjerenja u el. mreži grada Splita, koji su objavljeni u [5], ovaj faktor bi približno iznosio:

Vrijednosti faktora opterećenja u ukupnom maks. opterećenju

Tablica 1.4

Dio električne mreže	El, mreža 35 kV	TS 35 kV	El. mreža 10 kV	TS 10 kV	El. mreža 0,4 kV
Faktor k_1	1	1	1	0,9	0,625

C_p — prosječna godišnja nabavna cijena el. energije koja za grad Split u godini 1966. iznosi 230 N. din/kW, god.

f_r — faktor rezerve koji za pojedine dijelove distributivne mreže približno iznosi (v. tablicu 1.5)

C_1 — potrebna ukupna investiciona ulaganja za izgradnju gradske distributivne mreže reducirana na 1 kW koja prema podacima iz mreže grada Splita iznose:

Specifične investicije po dijelovima el. mreže

Tablica 1.6

Dio električne mreže	El. mreža 35 kV	TS 35/10 kV	El. mreža 10 kV	TS 10/0 4 kV	El. mreža 0,4 kV
Specifične investicije C_1 N. din/kW	34	243	123	50	1350

Faktori rezerve

Tablica 1.5

Dio električne mreže v. n.	Za broi paralelno spojenih transformatora u TS 35/10 kV				Električna mreža 35 kV		Električna mreža 10 kV
	1	2	3	4 i više	Zatvoreni oblik	Radijalni oblik	Radijalni oblik s mogućnošću prekapčanja
Faktor rezerve fr % $= \left(1 - \frac{P}{Pinst}\right) \cdot 100$	—	50 %	33 %	26 %	20 %	50 %	50 %

Na osnovu ovih podataka i formule (1.12.) godišnja cijena gubitaka el. energije po pojedinim dijelovima mreže iznosi:

Godišnja cijena gubitaka električne energije

Tablica 1.7

Dio električne mreže	$C_{el,1}$	$C_{el,Cu}$	$C_{el,Fe}$	$C_{el,2}$
Iznos N. din/kW, god	500	484	1048	588

i_e — ekonomska gustoća struje kabela 10 kV, koju možemo prema [2.] odrediti pomoću formule:

$$i_e = \sqrt{\frac{\frac{p}{100} \cdot b_k}{3 \cdot \mu \cdot \rho \cdot C_{el,2}}} \qquad (1.14.)$$

μ — faktor raspodjele gubitaka el. energije po dužini kabela 10 kV, a može se prema [2.] i [3.] za vodove istog presjeka odrediti formulom:

$$\mu = \frac{\Sigma I_x^2 \cdot l_x}{I_{max}^2 \cdot l} \qquad (1.15.)$$

Za vodove opterećene jednakim teretom na jednakim udaljenostima, kao što približno vrijedi za kabele 10 kV gradskih distributivnih mreža, faktor μ ovisi samo o broju opterećenja po jednom izvodu 10 kV, te će formula (1.15.) specijalno za ovaj slučaj imati oblik:

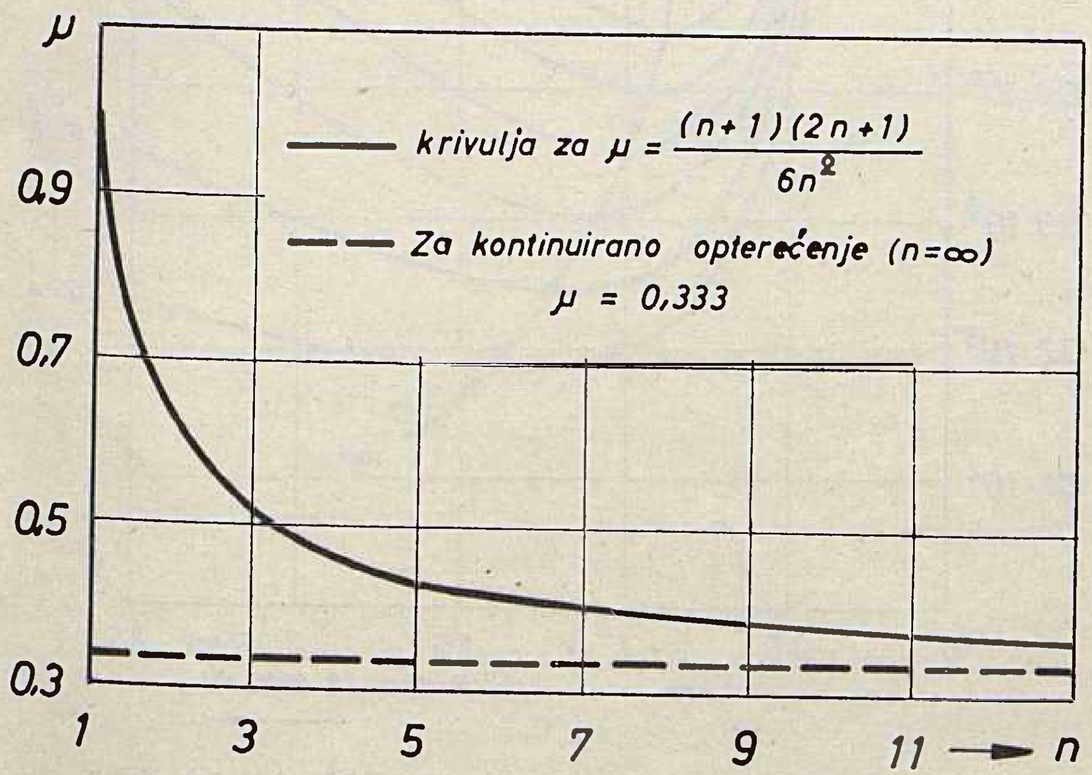
$$\mu = \frac{(n+1)(2n+1)}{6n^2} \qquad (1.16.)$$

Za odgovarajuće vrijednosti broja n prema formuli (1.16.) konstruiran je dijagram promjene faktora μ i prikazan u slici br. 1.2.

Na osnovu ovih podataka i formule 1.14. ekonomska gustoća struje kabela 10 kV iznosi:

$$i_e = 2{,}4 \quad [A/mm^2]$$

Na osnovu podataka o projektiranju i izgradnji distributivnih TS 35/10 kV na području grada



Sl. 1.2. Vrijednosti faktora razdiobe opterećenja μ za različite n kod jednakog opterećenja na jednakim udaljenostima

Splita veličine a_T i b_T, a time i koeficijenti A, B, C, D, E, F, G iz formule 1.1. iznose:

$a_T = 1{,}5 \cdot 10^6$ (N. din)
$b_T = 0{,}0333 \cdot 10^6$ (N. din)
$A = 60 \cdot 10^3$ (N. din/god)
$B = 4{,}28 \cdot 10^3$ (N. din/MW, god)
$C = 8 \cdot 10^3$ (N. din)
$D = 32 \cdot 10^3$ (N. din/km, god)
$E = 0{,}061 \cdot 10^3$ (N. din/MW², km, god)
$F = \left(\frac{1000}{q} + 4{,}28\right) \cdot 10^3$ (N. din/MW, km, god)
$G = 3{,}33 \cdot 10^3$ (N. din/MW, km, god)

Na osnovu brojčanih vrijednosti koeficijenata (1.17.) konačni oblik formule ukupnog godišnjeg visokonaponskog dijela gradske distributivne mreže bi glasio:

$$T = 60 \cdot R^{-2} + 4{,}28 \cdot \sigma + 8 \cdot \sigma^{3/4} R^{-\frac{1}{2}} + 32 \cdot R^{-1} + 0{,}061 \cdot \sigma^2 \cdot R^3 + \left(\frac{1000}{q} + 7{,}16\right) \cdot \sigma \cdot R \left[\frac{10^3 \text{ N. din}}{km^2 \cdot god.}\right] \qquad (1.18.)$$

U formuli 1.18. treba uvrstiti:

σ u (MW/km²)
R u (km)
q u (mm²) — presjek kabela 10 kV

Iz izraza (1.18.) je vidljivo da ukupni godišnji troškovi visokonaponskog dijela jedne gradske mreže praktički ovise samo od 3 promjenjive veličine i to: σ, R i q. Kod toga su obično σ i q već određene veličine, dok radijus opskrbnog područja, odnosno veličinu TS 35/10 kV projektant može izabrati po volji.

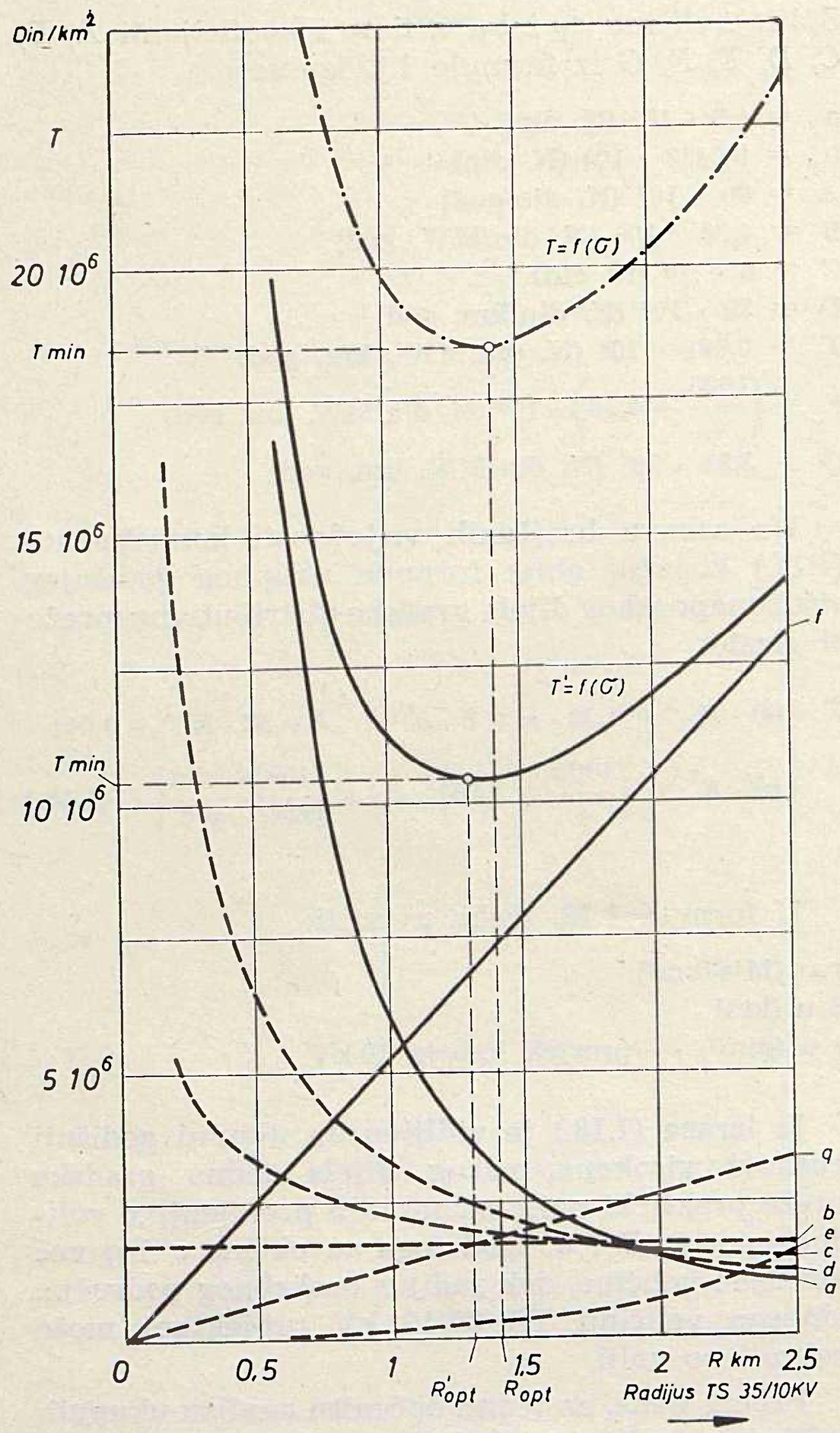
Prema tome, za jednu općenitu analizu ukupnih godišnjih troškova visokonaponskog dijela neke gradske mreže veličine q i σ možemo uzeti kao parametre, a veličinu R kao nazivnu promjenjivu veličinu.

Promjenu ukupnih godišnjih troškova pojedinih dijelova neke gradske distributivne mreže visokog napona najbolje ćemo moći ocijeniti ako izraz (1.18.) prikažemo grafički. Rješenje izraza (1.18.) za $q = 3 \times 120$ mm², Cu i $\sigma = 4$ MW/km² grafički je prikazano na slici (1.3.). Iz dijagrama na slici br. 1.3. je vidljivo:

1. da izraz (1.18.) za zadanu površinsku gustoću opterećenja (σ) i presjek kabela 10 kV (q) ima minimum, kome pripada odgovarajuća vrijednost radiusa opskrbnog područja tipske TS 35/10 kV, i da je to upravo tražena optimalna vrijednost (R_{opt}). Optimalnoj vrijednosti veličine (R_{opt}) odgovara i optimalna veličina tipske TS 35/10 kV;

2. da o veličini tipske TS 35/10 kV bitno ovise ukupni godišnji troškovi distributivne mreže visokog napona uslijed čega njenom izboru u praksi treba posvetiti naročitu pažnju;

3. da jedino krivulje označene u dijagramu na sl. br. 1.1. s a i f imaju bitnog utjecaja na iznos optimalne veličine TS 35/10 kV dok svi ostali troškovi imaju mali utjecaj bilo zato što se malo



Sl. 1.3. Dijagram promjene godišnjih troškova gradske el. mreže V. N. za q = 3 × 120 mm², σ = 4 mm² i različito R

Oznaka krivulje	Dio troškova	Formule
a	Troškovi TS 35/10 kV neovisno o snazi	$A \cdot R^{-2}$
b	Troškovi TS 35/10 kV ovisno o snazi	$B \cdot \sigma$
c	Troškovi gubitaka elek. energije transformatora 35/10 kV	$C \cdot \sigma^{3/4} \cdot R^{-1/2}$
d	Troškovi kabela 35 kV	$D \cdot R^{-1}$
e	Troškovi gubitaka elek. energije u mreži 35 kV	$E \cdot \sigma^2 \cdot R^2$
f	Troškovi el. mreže 10 kV	$F \cdot \sigma \cdot R$
g	Troškovi gubikata el. energije kabela 10 kV	$G \cdot \sigma \cdot R$
$T = f(\sigma)$	Ukupni specifični troškovi TS 35/10 kV	a+b+c+e+f+g
$T' = f(\sigma')$	Zbroj troškova kapitalizacije TS 35/10 kV i el. mreže 10 kV	a + f

mijenjaju s promjenom radiusa R ili zato što su naročito u onom dijelu važnom za praksu približno konstantne uslijed čega vrijedi da je:

$$R_{opt} \approx R'_{opt} \qquad (1.19.)$$

4. da je za brzo određivanje optimalne veličine gradskih TS 35/10 kV u praksi dovoljno promatrati samo dio godišnjih troškova kapitalizacije TS 35/10 kV neovisnih o njenoj snazi i godišnje troškove kapitalizacije mreže 10 kV.

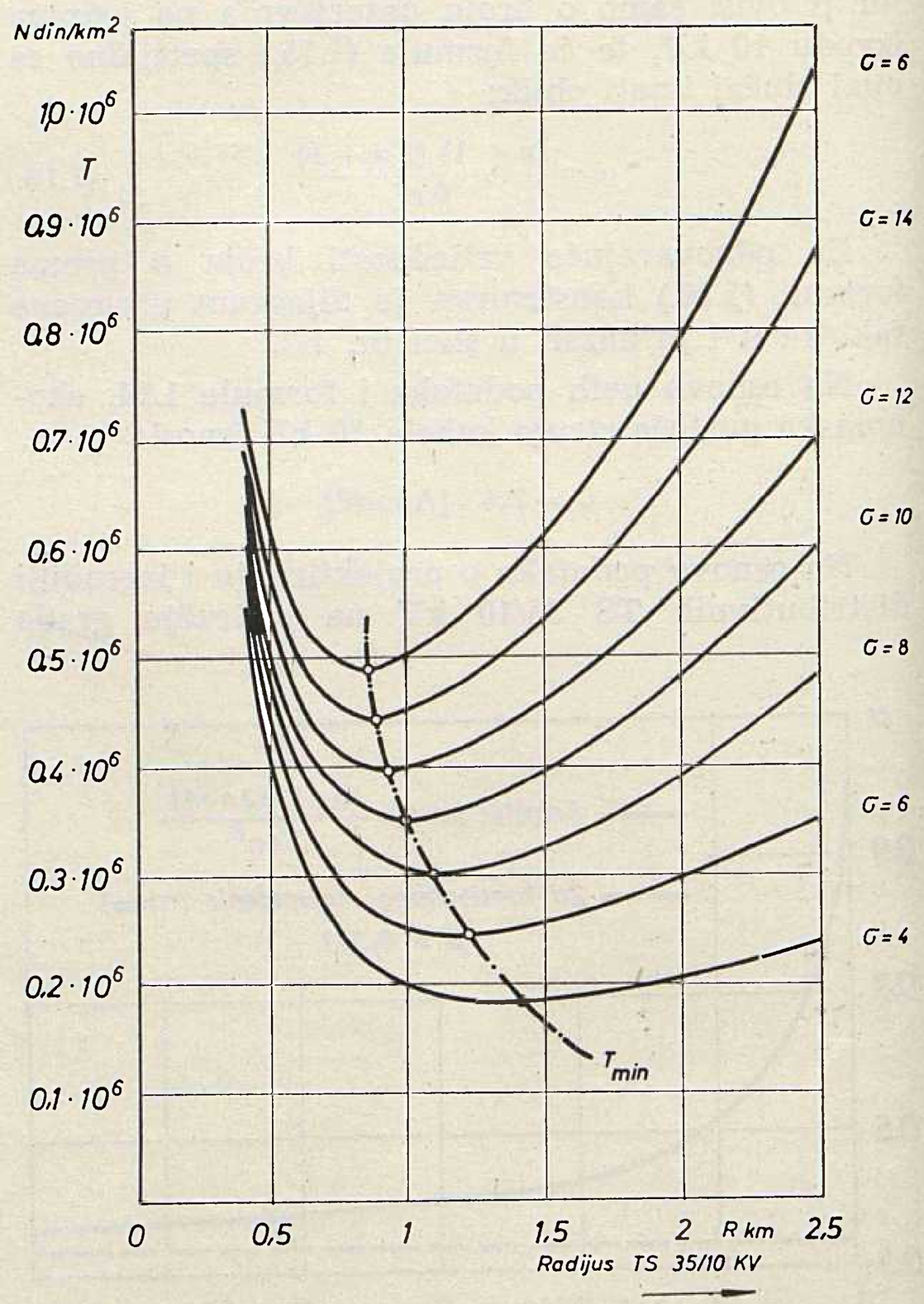
Ako izraz (1.18.) riješimo za određeni prosjek kabela 10 kV npr. q = 3 × 120 mm² Cu i za različite σ i R te rezultate prikažemo grafički dobit ćemo familiju krivulja kao što je vidljivo na slici br. 1.4.

Iz dijagrama na slici br. 1.4. je također vidljivo, da na optimalnu veličinu gradskih TS 35/10 kV ima znatan utjecaj i površinska gustoća opterećenja (σ). Daljnja analiza ovog problema pokazuje, da optimalna veličina gradskih TS 35/10 kV također dosta ovisi o presjeku kabela 10 kV, koji se međutim u praksi od slučaja do slučaja mnogo ne mijenja.

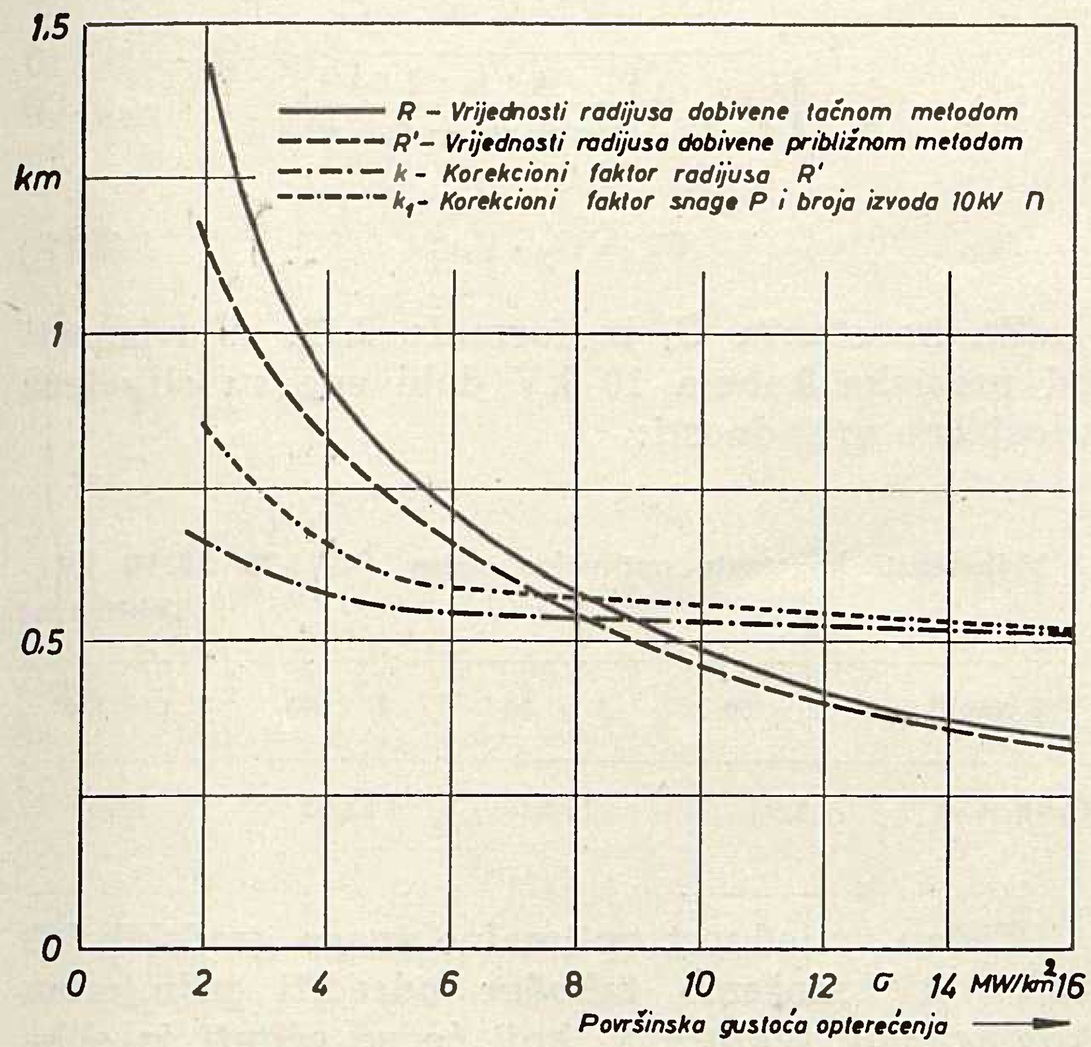
2. Određivanje optimalne veličine gradskih TS 35/10 kV

Optimalna veličina gradske TS 35/10 kV definirana je slijedećim veličinama:

a) Radijusom opskrbnog područja (R)
b) Iznosom tipske snage (P)
c) Brojem vodnih polja, odnosno brojem izvoda 10 kV (n)



Sl. 1.4. Dijagram promjene godišnjih troškova gradske distributivne el. mreže V. N. za q = 3 × 120 mm² Cu, (σ = površinska gustoća opterećenja MW/km²)



Sl. 2.1. Dijagram promjene radijusa R, R' i korekcionog faktora k i k1 u ovisnosti o σ

a) Određivanje optimalnog radijusa gradskih TS 35/10 kV

— Za zadani iznos površinske gustoće opterećenja (σ) i presjek kabela 10 kV (q) optimalnu vrijednost radijusa gradskih TS 35/10 kV možemo odrediti iz izraza (1.3.) na dva načina i to:

1. grafički i
2. analitički

Optimalnu vrijednost radijusa gradskih TS 35/10 kV grafički možemo odrediti najjednostavnije tako, da iz dijagrama na slici br. 1.4. očitamo vrijednosti radijusa (R) za minimum ukupnih godišnjih troškova kod različitih površinskih gustoća opterećenja. Na taj način možemo konstruirati novu krivulju $R_{opt} = f(\sigma)$ za $q = 3 \times 120$ mm², kao što je prikazano na slici br. 2.1. Ako bi ovaj cijeli postupak ponovili i za ostale presjeke kabela 10 kV, koji u praksi dolaze u obzir npr. 3×70 mm², 3×95 mm² itd. dobili bi također familiju krivulja $R_{opt} = f(\sigma)$ za q = konst. iz kojih bi mogli odmah za zadani iznos površinske gustoće opterećenja (σ) i presjeka kabela 10 kV (q) odrediti pripadajuću vrijednost optimalnog radiusa tipske gradske TS 35/10 kV (R_{opt}). Iz opisanog je postupka vidljivo, da je grafički način rješenja ovog problema dosta kompliciran za primjenu u praksi. Budući da izraz (1.18.) ima minimum slika (1.3.) optimalnu vrijednost radijusa TS 35/10 kV možemo dobiti i analitički tako, da deriviramo izraz (1.18.) po varijabli R i rezultat izjednačimo s nulom, odakle možemo onda u općem slučaju izračunati traženu veličinu R_{opt}. Analitički način ispada čak znatno jednostavniji od grafičkog. Međutim i kod analitičkog rješenja ovog problema javlja se poteškoća zbog kompliciranog matematskog oblika formule koja se dobije nakon deriviranja izraza (1.18.). Dobije se naime polinom petog stupnja, koji se može riješiti tek specijalnim računskim metodama ili pomoću računskog stroja. Iz ovih razloga, a na osnovu rezultata analize utjecaja veličine TS 35/10 kV na pojedine dijelove visokonaponskog dijela gradske distributivne mreže iznesene u odjeljku 1. slika br. 1.3. moguće je optimalnu veličinu radiusa gradskih TS 35/10 kV približno odrediti uzimajući u obzir samo godišnje troškove kapitalizacije TS 35/10 kV i električne mreže 10 kV reducirane na jedinicu površine tj.:

$$T' = \frac{p}{100} \cdot C_T + \frac{p}{100} n \cdot R \cdot C_{k,2} \qquad (2.1.)$$

Ako u formulu 2.1. uvrstimo za:

$C_T = a_T + b_T \cdot P$ — cijena TS 35/10 kV;

$P = \pi \cdot \sigma \cdot R^2$ — snaga TS 35/10 kV;

$n = \dfrac{I}{g \cdot I_1}$ — broj izvoda 10 kV;

$I = \dfrac{P}{\sqrt{3} \cdot U_1 f_r}$ — ukupna struja opterećenja TS 35/10 kV;

$I_1 = \dfrac{I_e \cdot q}{f_{r,2}}$ — struja opterećenja jednog kabela 10 kV;

$C_{k,2} = C_G + a_k + b_k \cdot q$ — cijena kabela 10 kV;

te ako ove troškove reduciramo na jedinicu površine dijeljenjem izraza (2.1.) s površinom jedne TS 35/10 kV $F_1 = \pi R^2$ dobivamo formulu na osnovu koje možemo odrediti približnu vrijednost optimalnog radijusa gradske TS 35/10 kV tj.:

$$T' = \frac{p}{100} \cdot \frac{a_T}{\pi} \cdot R^{-2} + \frac{p \cdot f_r (C_G + a_k + b_k \cdot q)}{100 \cdot g \cdot i_e \cdot q \cdot U_2 \cdot \sqrt{3}} \cdot \sigma \cdot R = \min \qquad (2.2)$$

Da bi u izrazu 2.2. bio ispunjen uvjet minimuma mora također prva derivacija po varijabli R biti jednaka nuli, tj.

$$\frac{\partial T'}{\partial R} = -2 \frac{p}{100} \cdot \frac{a_T}{\pi R^3} + \frac{p \cdot f_r \cdot \sigma}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot g \cdot U_2 \cdot q \cdot i_e} \cdot (c_G + a_k + b_k \cdot q) \qquad (2.3.)$$

Iz formule slijedi analitički izraz za približnu vrijednost optimalnog radijusa gradskih TS 35/10 kV

$$R'_{opt} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot g \cdot i_e \cdot U_2 \cdot q \cdot a_T}{\pi \cdot f_r \cdot (C_G + a_k + b_k \cdot q) \cdot \sigma}} \qquad (2.4.)$$

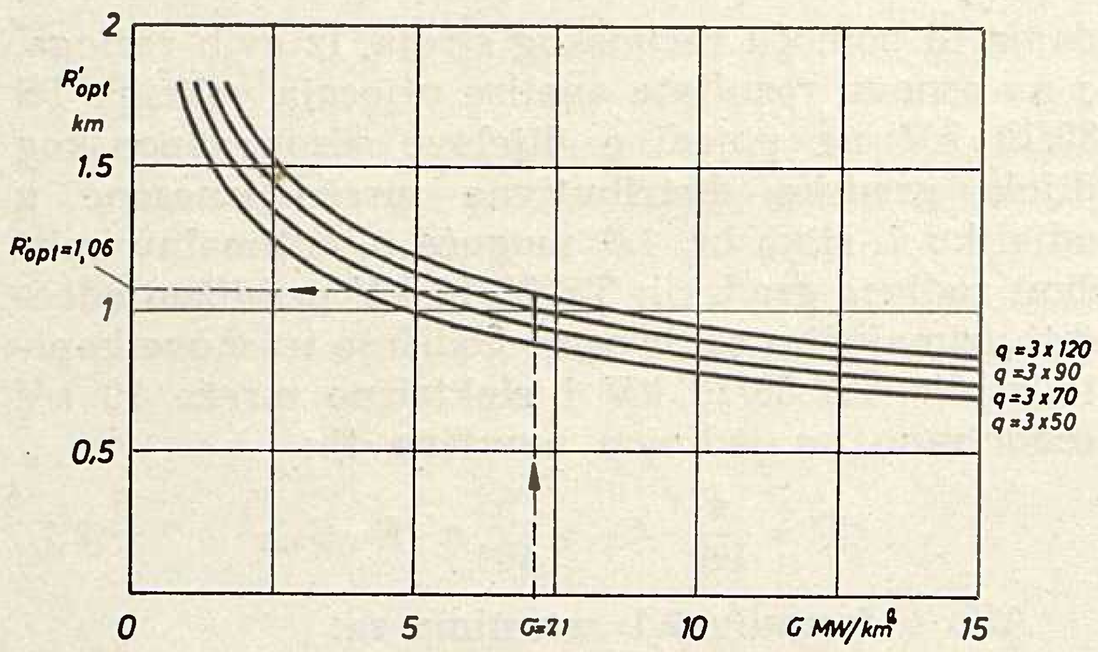
Budući da su sve veličine u formuli (2.4.) približno iste i za ostale gradske distributivne el. mreže osim eventualno veličine a_T i σ ovaj izraz možemo napisati u znatno jednostavnijem obliku, to jest

$$R'_{opt} = C'_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{a_T}{\sigma}} = \frac{C_1}{\sqrt[3]{\sigma}} \qquad (2.5.)$$

Vrijednost konstanti C'_1, odnosno C_1 iz izraza (2.5.) iznose:

$$C'_1 = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot g \cdot i_e \cdot U_2 \cdot q}{\pi \cdot f_r \cdot (C_G + a_k + b_k \cdot q)}} \qquad (2.6.)$$

$$C_1 = C'_1 \cdot \sqrt[3]{a_T} \qquad (2.7.)$$



Sl. 2.2. Dijagram optimalnog radijusa (R_{opt}) gradskih TS 35/10 kV (q = presjek kabela 10 kV [mm²])

Na osnovu cijene izgradnje gradskih TS 35/10 kV u distributivnoj mreži grada Splita iz (1.17.) vrijednost konstante C_1 iz formule 2.5. i 2.6. bi iznosila:

Vrijednosti konstante optimalnog radiusa (C_1) TS 35/10 kV

Tablica 2.1

q (mm²)	3 × 50	3 × 70	3 × 95	3 × 120
C_1 (q, Cu)	1,7	1,84	1,97	2,08

Na osnovu vrijednosti iz gornje tablice i formule 2.5., konstruiran je dijagram promjene optimalnog radiusa gradskih TS 35/10 kV ovisno o površinskoj gustoći opterećenja i za presjeke kabela koji najčešće dolaze u praksi kao što je prikazano u slici br. 2.2.

Na slici 2.1. ucrtana je također radi usporedbe krivulja $R_{opt} = f(\sigma)$ koja predstavlja približne vrijednosti dobivene prema formuli 2.5. Iz slike 2.1. je vidljivo, da odstupanja i nisu značajna naročito u području onih površinskih gustoća opterećenja koje dolaze najčešće u praksi. Na istoj slici konstruirana je krivulja korekcionog faktora (k) prema kojoj možemo tačan iznos optimalne vrijednosti gradskih TS 35/10 kV odrediti pomoću jednostavnog izraza:

$$R_{opt} = k \cdot R'_{opt} \qquad (2.8.)$$

b) Optimalna tipska snaga gradskih TS 35/15 kV

— Optimalnu vrijednost snage gradskih TS 35/10 kV možemo općenito odrediti prema formuli:

$$P_{opt} = \pi \cdot R^2_{opt} \cdot \sigma \qquad (2.9.)$$

Na osnovu formule 2.9. i formule 2.5. izraz za optimalnu vrijednost snage gradskih TS 35/10 kV bi glasio:

$$P_{opt} = C'_2 \sqrt[3]{a^2_T \cdot \sigma} = C_2 \cdot \sqrt[3]{\sigma} \qquad (2.10)$$

Konstanta C'_1, odnosno C_2 iz formule 2.10. iznosi:

$$C'_2 = \sqrt[3]{12 \cdot \pi \left[\frac{g \cdot i_e \cdot q \cdot U_2}{(c_G + a_k + b_k \cdot q) \cdot f_r}\right]^2} \qquad (2.11)$$

$$C_2 = C'_2 \cdot \sqrt[3]{a^2_T} \qquad (2.12.)$$

Za konstantu C_2 iz formule 2.10. u ovisnosti od presjeka kabela 10 kV dobivene su slijedeće prosječne vrijednosti:

Vrijednosti konstante optimalne snage (C_2) TS 35/10 kV

Tablica 2.2

q (mm²)	3 × 50	3 × 70	3 × 95	3 × 120
C_2 (q, Cu)	8,95	10 65	12,55	13,6

Tačnu vrijednost optimalne snage gradskih TS 35/10 kV možemo također odrediti primjerom korekcionog faktora k_1 koji će se očitati iz slike br. 2.1, tj.:

$$P_{opt} = k_1 \cdot P'_{opt} \qquad (2.13.)$$

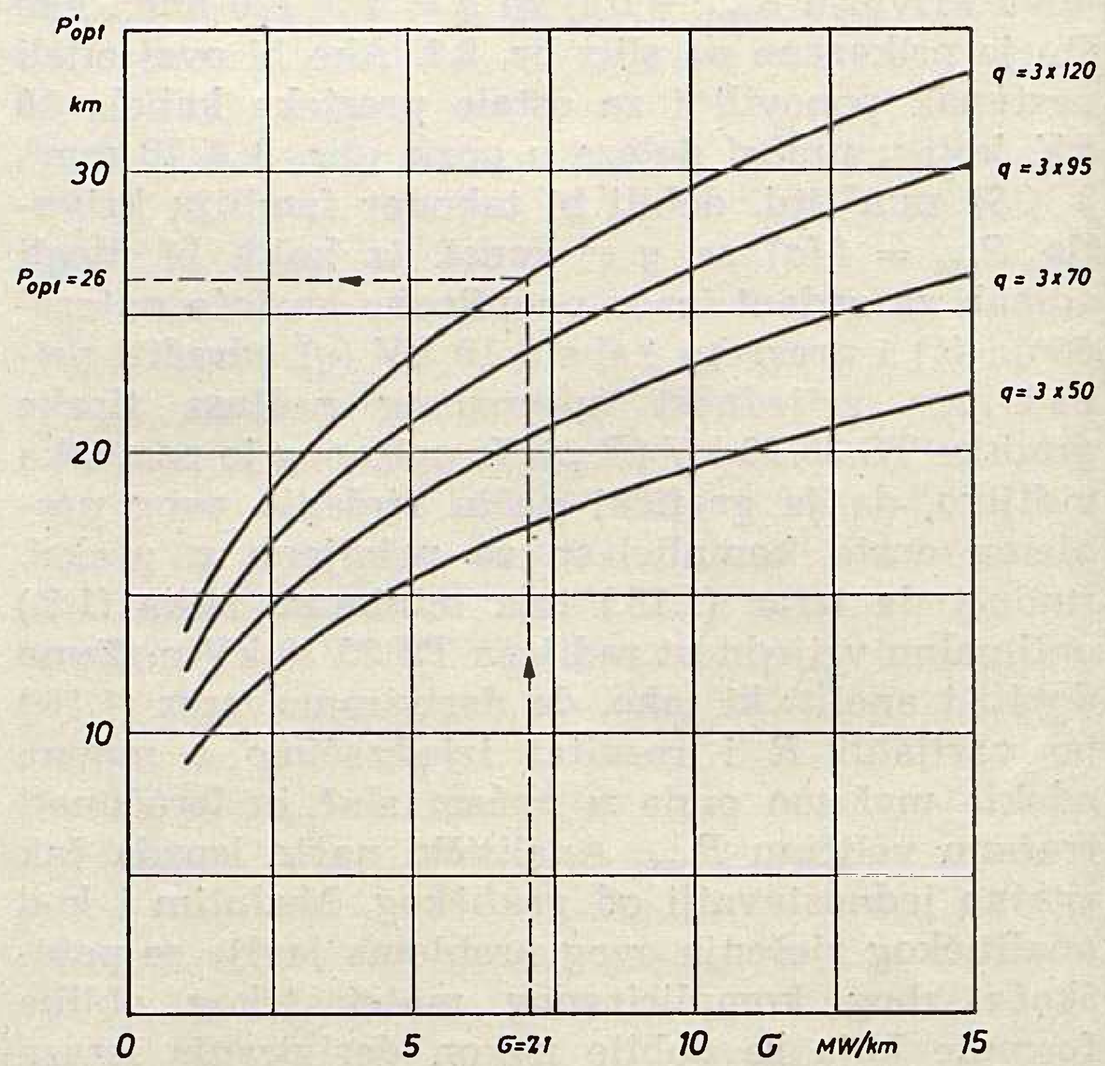
Na osnovu vrijednosti u gornjoj tablici i formule 2.10. konstruiran je dijagram promjene optimalne snage gradskih TS 35/10 kV u ovisnosti o σ i q koji je prikazan na slici br. 2.3.

c) Optimalni broj izvoda 10 kV gradskih TS 35/10 kV

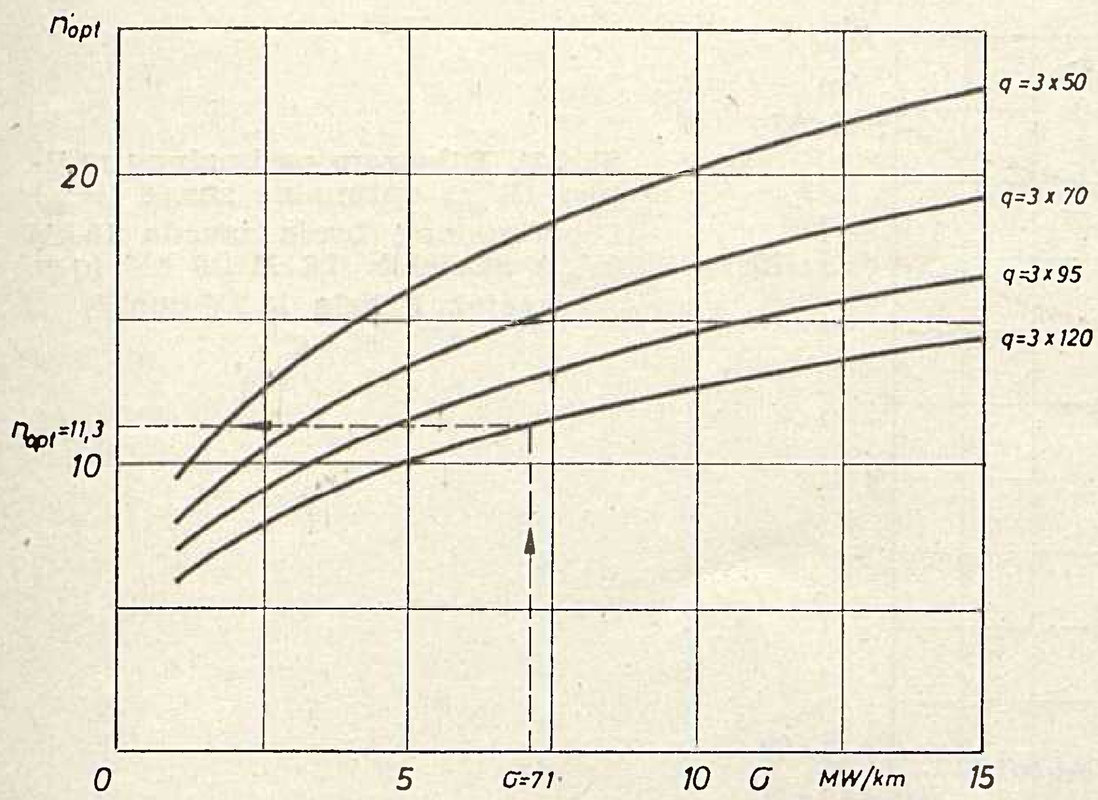
— Optimalni broj izvoda 10 kV gradskih TS možemo odrediti pomoću formula:

$$n_{opt} = \frac{P'_{opt} \cdot f_{r,2}}{\sqrt{3} \cdot U_2 \cdot f_{r,T} \cdot g \cdot I_1}$$

$$I_1 = \frac{i_e \cdot q}{f_{r,2}} \qquad (2.14.)$$



Sl. 2.3. Dijagram optimalne snage (P_{opt}) gradskih TS 35/10 kV (q = presjek kabela 10 kV [mm²])



Sl. 2.4. Dijagram optimalnog broja izvoda 10 kV (n'_{opt}) gradskih TS 35/10 kV (q = presjek kabela 10 kV [mm²])

i formula (2.9.) i (2.10.), tj.

$$n'_{opt} = C'_3 \sqrt[3]{a_T^2 \cdot \sigma} = C_3 \cdot \sqrt[3]{\sigma} \qquad (2.15.)$$

Konstante C'_3 odnosno C_3 u formuli 2.15. iznose

$$C'_3 = \sqrt{\frac{4\pi}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_r}{U_2 \cdot g \cdot i_e \cdot q\ (c_G + a_k + b_k \cdot q)^2}} \qquad (2.16.)$$

$$C_3 = C'_3 \sqrt[3]{a_T^2} \qquad (2.17.)$$

Za konstantu C_3 iz formule 2.15. ovisno o presjeku kabela 10 kV može se računati sa slijedećim prosječnim vrijednostima:

Vrijednosti konstante optimalnog broja izvoda (C_3) TS 35/10 kV

Tablica 2.3

q (mm²)	3 × 50	3 × 70	3 × 95	3 × 120
C_3 (q, Cu)	9,35	7 8	6,7	5,85

Tačnu vrijednost optimalnog broja gradskih TS 35/10 kV dobivamo također pomoću korekcionog faktora k_1 iz slike br. 2.1., tj.:

$$n_{opt} = k_1 \cdot n'_{opt} \qquad (2.18.)$$

Prema gornjoj tablici i formuli 2.15. nacrtan je također dijagram promjene optimalnog broja izvoda gradskih TS 35/10 kV koji je prikazan na slici br. 2.4.

3. Optimalna veličina gradskih TS 110/10 kV

Tehničko-ekonomske analize optimalnog oblikovanja gradskih distributivnih mreža pokazuju, da se relativno povoljniji ekonomski odnosi ukupnih godišnjih troškova postižu primjenom dvostepene transformacije, tj. 110/35 kV, 35/10 kV i 10/0,4 kV.

Optimalna veličina gradskih TS 110/10 kV može se odrediti sličnom analizom kao i TS 35/10 kV. Kod toga je važna konstatacija, da između pojedinih karakterističnih konstantí koje treba koristiti kod određivanja optimalne veličine gradskih TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV ne postoji neka bitna razlika osim za veličinu a_T, jer je cijena T_s 110/10 kV viša od cijene TS 35/10 kV.

Prema tome analogno izrazima 2.5., 2.10. i 2.15., optimalne vrijednosti osnovnih parametara gradskih TS 110/10 kV možemo odrediti ovako:

a) Optimalni radijus TS 110/10 kV:

$$R'_{opt} = C'_1 \sqrt[3]{\frac{a_T}{\sigma}} = \frac{C_1}{\sqrt[3]{\sigma}} \qquad (3.1.)$$

b) Optimalna snaga TS 110/10 kV:

$$P'_{opt} = C'_2 \sqrt[3]{a_T^2 \cdot \sigma} = C_2 \cdot \sqrt[3]{\sigma} \qquad (3.2.)$$

c) Optimalni broj izvoda 10 kV TS 110/10 kV:

$$n_{opt} = C'_3 \sqrt[3]{a_T^2 \cdot \sigma} = C_3 \cdot \sqrt[3]{\sigma} \qquad (3.3.)$$

Na osnovu posebne analize, slično kao što je ranije obrazloženo određena je orijentaciona vrijednost za veličinu a_T gradskih TS 110/10 kV iz formule 3.1., 3.2. i 3.3. koja približno iznosi:

$$a_T = 3{,}8 \cdot 10^6 \quad [\text{N. din}] \qquad (3.4.)$$

Vrijednosti konstanti C_1, C_2, C_3 iz formule 3.1., 3.2. i 3.3. Za a_T iz 3.4. prema formulama 2.6. i 2.7., 2.11. i 2.12., 2.16. i 2.17. iznose:

Vrijednost konstanti C_1, C_2, C_3 TS 110/10 kV

Tablica 3.1

Presjek kabela 10 kV q (mm²)	3 × 95	3 × 120
C_1 (q, Cu)	2,9	3,07
C_2 (q, Cu)	26,4	29,4
C_3 (q, Cu)	12,5	11

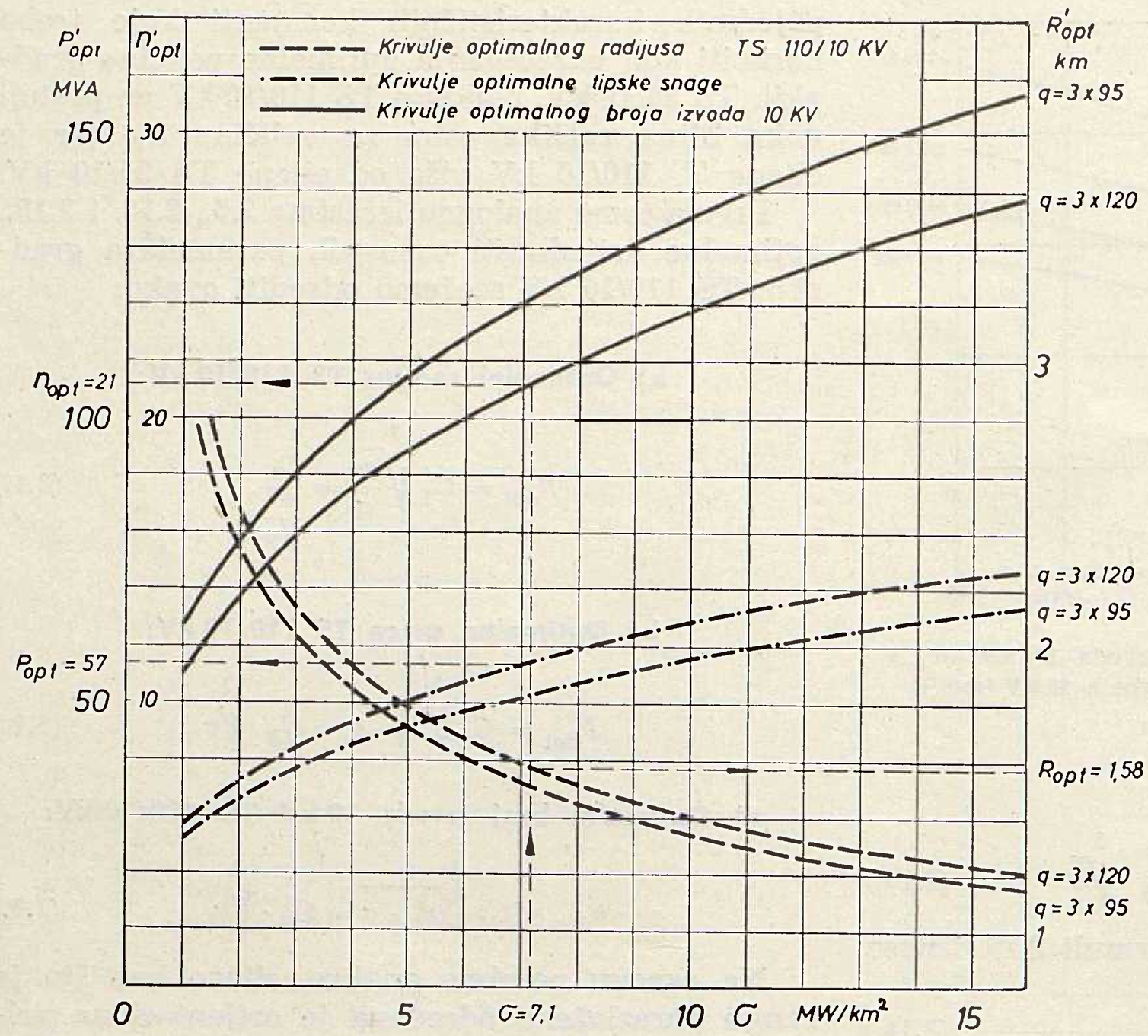
Za vrijednosti iz gornje tablice a prema formulama 3.1., 3.2. i 3.3. konstruirani su dijagrami promjene optimalnih vrijednosti osnovnih parametara gradskih TS 110/10 kV koji su prikazani na slici br. 3.1.

Primjer: Prema Generalnom urbanističkom planu grada Splita predviđena je prosječna gustoća naseljenosti za cijelo gradsko područje u iznosu od: $s = 4000$ (domaćinstava/km²). Uz faktor istovremenosti na nivou TS 35/10 kV u iznosu:

$$k = 0{,}21$$

i jedinično maksimalno opterećenje potpuno elektrificiranog domaćinstva u iznosu: $P_{m,1} = 8{,}4$ kW/dom, prosječna površinska gustoća opterećenja za grad Split iznosi:

$$\sigma = s \cdot P_{m,1} \cdot k\infty = 7{,}1 \quad [\text{MW/km}^2]$$



Sl. 3.31. Dijagram optimalnog radijusa (R'_{opt}) optimalne snage (P'_{opt}) i optimalnog broja izvoda 10 kV (n'_{opt}) gradskih TS 110/10 kV (q = presjek kabela 10 kV [mm²])

Gornjem iznosu površinske gustoće opterećenja (σ) za grad Split prema formulama: 2.5., 2.10., 2.15., 3.1., 3.2., 3.3., odnosno prema dijagramima u slici br. 2.1., 2.3. i 3.1. i za $q = 3 \times 120$ mm² odgovaraju slijedeće optimalne vrijednosti osnovnih parametara gradskih TS 35/10 kV, odnosno TS 110/10 kV:

Optimalne vrijednosti radijusa, tipske snage i broja izvoda 10 kV TS 35/10 kV i TS 110/10 kV za grad Split

Tablica 3.2

Optitimalna vrijednost osnovnih parametara	R_{opt}	P_{opt}	n_{opt}
TS 35/10 kV	1,06	26	11,3
TS 110/10 kV	1,58	57	21

4. Zaključak

Na osnovu rezultata dobivenih u prethodnim izlaganjima može se zaključiti slijedeće:

Veličina i broj gradskih TS 35/10 kV odnosno TS 110/10 kV imaju znatan utjecaj na ukupne godišnje troškove naročito visokonaponskog dijela gradskih distributivnih mreža.

Najveći utjecaj imaju veličine TS 35/10 kV, kao i TS 110/10 kV na iznos uloženih investicija, odnosno godišnjih troškova kapitalizacije elektr. mreže 10 kV i cijenu TS 35/10 kV, odnosno 110/10 kV. Prema tome za određivanje optimalne veličine gradskih TS 35/10 kV i TS 110/10 kV, odnosno optimalnih vrijednosti osnovnih parametara (R_{opt}, P_{opt} i n_{opt}) ovih transf. stanica dovoljno je promatrati samo cijenu stanice i troškove pripadajuće mreže 10 kV.

Optimalnu veličinu gradskih TS 35/10 kV i TS 110/10 kV treba odrediti za perspektivno opterećenje. Međutim, ukoliko se želi osigurati optimalni režim rada i razvoj izgradnje mora se distributivna mreža u početku predvidjeti s manjim brojem tipskih trafostanica, ali s većim radijusom. Porastom površinske gustoće opterećenja nakon određenog broja godina, koje se može također analizom odrediti, potrebno je smanjiti radijus opskrbnog područja postojećih TS na optimalni iznos na račun izgradnje novih transformatorskih stanica.

Literatura

[1] V. A. Dale, Z. P. Krišan, O. G. Paegle: *Optimizacija električeskih setej prirasta nagruzok.* Riga 1964.

[2] H. Ruff: *Planung und Bau von Stromverteilungsnetzen für ländliche Versorgengebiete* Siemens Z.

[3] B. Pavlovski, V. List: *Električke site* čast 1. Praha 1964.

[4] *Izvještaji pogonskih mjerenja i ostala dokumentacija* iz »Elektrodalmacije«, Split.

Naslov pisca: Josip Nevešćanin, dipl. ing. »Elektrodalmacija« Split, Radničko šetalište 40

NAPAJANJE TELEKOMUNIKACIONIH UREĐAJA U ELEKTROPRIVREDI

Branko Kragić, Zagreb

Razmatraju se, uglavnom, tri mogućnosti jedinstvenog napajanja za sve telekomunikacije uređaja u jednom objektu. Predlaže se jedna od ove tri mogućnosti kao prihvatljivo rješenje napajanja za naša elektroprivredna postrojenja.

DK 621.39 : 621.311.1

Telekomunikacioni uređaji uvode se u elektroprivredu u svrhu što neposrednijeg upravljanja proizvodnjom i prenosom električne energije iz odgovornih upravljačkih (dispečerskih) centara. Ove telekomunikacione uređaje možemo grupirati po svojim osnovama, uglavnom, u tri grupe: uređaji za prenos govora, za prenos signala telemehanike i uređaji za automatsku ili ručnu komutaciju govornih veza.

Uređaji za prenos govora i signala telemehanike su uređaji za visokofrekventni prenos preko vodova visokog napona. Primjena UKV uređaja svedena je kod jednokanalnih izvedbi za govorne veze i to specijalno za mobilne veze. Višekanalni UKV sistemi uvode se i planiraju u pojedinim slučajevima, a prvenstveno umjesto kabelskih veza između dispečerskog centra i nekog energetskog objekta.

Visokofrekventni uređaji do razvoja tranzistorske tehnike sastojali su se iz sklopova s elektronskim cijevima. Danas, međutim, se skoro potpuno takva izvedba napušta. Potpuno tranzistorizirani uređaji, velike visokofrekventne izlazne snage, već se uvode u našoj elektroprivredi.

Uređaji telemehanike obuhvaćaju uređaje za prenos mjerenja, uređaje za daljinsko upravljanje i prenos signalizacija, uređaje za regulacije te uređaje za prenos impulsa brze distantne zaštite. I za ove uređaje vrijedi isto što i za visokofrekventne, tj. da je tehnika izvedbe s elektronskim cijevima zamijenjena tranzistorskom.

Komutacija, bilo automatska, bilo ručna, još uvijek se osniva na izvedbi sa elektromehaničkim relejima. Uređaji ručne komutacije gube svoje značenje zbog sve većih mogućnosti koje pruža automatska komutacija. Potpunim automatiziranjem telefonskog saobraćaja otpast će bilo kakva potreba za ručnim prespajanjima veza.

Razvoj proizvodnje i prenosa električne energije diktirao je postepeno uvođenje telekomunikacionih uređaja u energetske objekte. Odobravanje sredstava za pojedinačne nabavke telekomunikacionih uređaja te momentane ponude proizvođača uvjetovali su nabavke telekomunikacionih uređaja, koji su odgovarali svojoj namjeni, bez obzira na način izvedbe, ali su obzirom na priključni napon napajanja bili raznovrsni.

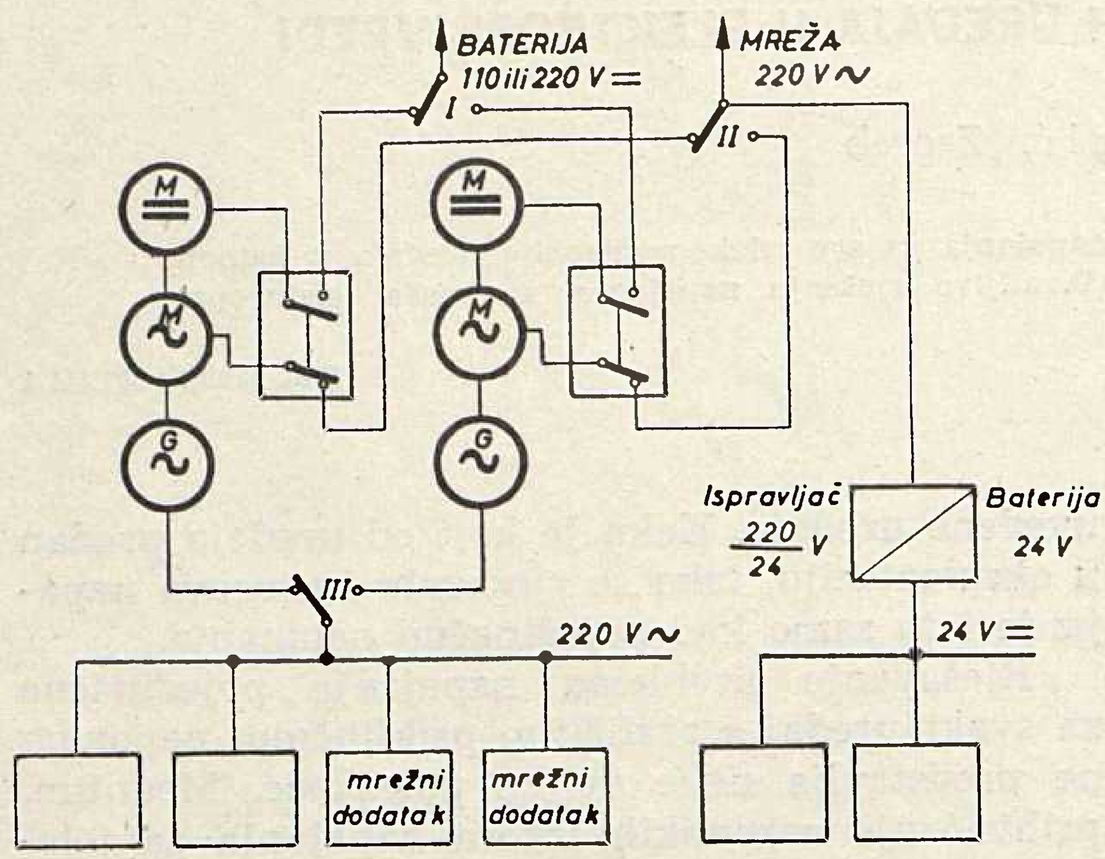
Budući da se uvođenje telekomunikacionih uređaja odvijalo postepeno, i to, većinom, u skladu s dovršavanjem izgradnje pojedinih energetskih objekata, to problem napajanja nije bio sagledavan kroz prizmu jedinstvenog rješenja i za naknadno uvedene uređaje. Kako je koji od uređaja predan u eksploataciju, tako se rješavalo i njegovo napajanje i to samo kao pojedinačno napajanje.

Rješavanje problema napajanja pojedinačno za svaki uređaj s različitim priključnim naponom ne predstavlja neke velike poteškoće. Međutim, prihvaćanje raznolikih izvora napajanja za telekomunikacione uređaje u jednom energetskom postrojenju nije najprikladnije rješenje. Nameće se stoga problem pronalaženja čim je moguće jedinstvenijeg naponskog izvora napajanja za sve uređaje jednog objekta. Prema nominalnim priključnim naponima napajanja telekomunikacioni uređaji u elektroprivrednoj eksploataciji mogu se razvrstati u slijedeće grupe:

a) 220 V izmjeničnih:	visokofrekventni uređaji, uređaji za telemehaničke prenose, UKV uređaji za jednokanalne i višekanalne veze, koji sadržavaju sklopove s elektronskim cijevima. Tranzistorizirani uređaji, koji su opremljeni dodatkom za priključak na mrežu.
b) 60 V istosmjernih:	veće telefonske centrale u elektroprivrednim centrima.
c) 48 V istosmjernih:	tranzistorizirani VF uređaji, uređaji telemehanike, te uređaji planirane automatske regulacije i komutacije.
d) 24 V istosmjernih:	tranzistorizirani VF uređaji, uređaji telemehanike, te postojeći uređaji za ručnu ili automatsku komutaciju.
e) 12 V istosmjernih:	UKV uređaji za mobilne stanice.

Ako napon napajanja 12 V istosmjernih izostavimo iz daljnjeg razmatranja, jer je općenito vezan za UKV mobilne stanice, a samo izuzetno uz fiksni objekt, onda još uvijek ostaje preveliki broj različitih napona napajanja.

Problem napajanja možemo postaviti u dva pravca: 1) Da li težiti da rješenje napajanja bude takvo da se svi telekomunikacioni uređaji u jednom objektu priključuju neposredno na jedan no-



Sl. 1. Napajanje telekomunikacionih uređaja u elektroprivredi. Varijanta *a*

minalni izvor i 2) Kako za određeni izbor napona osigurati neprekidno napajanje, vrlo nužno za svrsishodan rad određenog broja telekomunikacionih uređaja. Kako su oba problema usko povezana, to se moraju uporedo analizirati.

Ako problem napajanja s obzirom na raznolikost priključnih napona ne bi uzimali u razmatranje, te bi ostajali pri rješenju da se svaki uređaj napaja iz izvora koji odgovara njegovom priključnom naponu, onda bi u najnepovoljnijim slučajevima moglo doći do toga da su nam potrebni svi navedeni izvori, tj.: 220 V, 60 V, 48 V, 24 V.

U tom najnepovoljnijem slučaju potrebno bi bilo imati u jednom objektu odvojene baterije za 60, 48 odnosno 24 V sa pripadajućim ispravljačima. Da bi se osiguralo brzno nužno napajanje za uređaje koji traže 220 V izmjeničnog napona, potrebna je motorgeneratorska grupa. Za ovu grupu pogonsku energiju kod nestanka mrežnog napajanja daje akumulatorska baterija 220 ili 110 V. Uz bateriju potreban je i odgovarajući ispravljač.

Očigledno je da pri takvom rješenju nailazimo na niz poteškoća. Ove poteškoće izazvane su: zahtjevom za povećani prostor za ugradnju odvojenih akumulatorskih baterija i za smještaj ispravljača i motorgeneratorske grupe, zatim odvojenim instalacijama, održavanjem baterija i ispravljača i sl. Ako hoćemo postići neki jednostavniji način napajanja, onda se moramo odlučiti za jedno od slijedećih rješenja:

a) Kao priključni napon napajanja koristiti izmjenični napon 220 V i samo jedan istosmjerni napon (60, 48, ili 24 V)
b) Sve telekomunikacione uređaje napajati samo izmjeničnim naponom 220 V.
c) Sve telekomunikacione uređaje napajati samo jednim istosmjernim naponom (60, 48 ili 24 V).

Na slici 1 prikazan je način napajanja po varijanti a. Kako je iz slike vidljivo dio uređaja napaja se direktno nominalnim naponom 220 V. U toj varijanti kao istosmjerni napon izabran je 24 V, jer se taj napon do sada najviše upotrebljavao. Ovim naponom bi se također direktno napajali oni uređaji kojima je i priključni napon 24 V.

Uređaji koji traže 60 ili 48 V istosmjernih mogu dobiti odgovarajući napon ili ugradnjom tzv. »mrežnog dodatka« za 220 V ili ugradnjom pretvarača za priključak na bateriju 24 V. Kako je potrošnja visokofrekventnih uređaja koji se napajaju 48 V naponom redovito velika, to bi se struje koje uzima pretvarač 24/48 V bile dvostruko veće od onih koje uređaj uzima kad se napaja iz 48 V baterije. Zbog toga je prikladnije da se uređaji napajaju preko mrežnog dodatka, kako je prikazano na slici 1.

Kako je u varijanti a izmjenični napon 220 V u osnovi i priključni napon napajanja, to odmah moramo riješiti pitanje neprekidnosti napajanja. Jedino prikladan način osiguranja trajnog napajanja osnovan je na upotrebi motorgeneratorske grupe. Određeni prenosi ne podnose ni najkraći interval beznaponske pauze, pa upotreba grupe od samo istosmjernog motora i izmjeničnog generatora ne bi došla u obzir. Pri nestanku mrežnog napona ne može se izbjeći beznaponski interval, određen vremenom od nestanka napona mreže do postizanja punog napona generatora. Ako je ovaj interval dovoljno kratak, on bi se za uređaje koji imaju elektronske cijevi dao premostiti. Naime, tromost odvođenja topline sa žarne niti elektronske cijevi je dovoljno velika te je nit sposobna da isijava još neko vrijeme nakon nestanka napona grijanja.

Anodni napon otpada odmah nakon nestanka mrežnog napona, a time prestaje i funkcioniranje uređaja. Ako prikladnom kondenzatorskom baterijom u anodnom krugu podržimo anodni napon za vrijeme beznaponskog intervala, onda možemo postići neprekidnost rada uređaja.

Tranzistorizirani uređaji koji se napajaju preko mrežnog dodatka ostaju za vrijeme beznaponske pauze bez potrebnog napajanja. Kako ne postoji mogućnost jednostavnog akumuliranja energije potrebne za podržavanje rada uređaja u beznaponskom intervalu, to tranzistorizirani uređaji prestaju funkcionirati. Radi toga primjena grupe za nužno napajanje, istosmjerni motor-izmjenični generator, ne daje potrebno rješenje. Zbog toga je nužno da se rezervno napajanje izvede trajno rotirajućom grupom (izmjenični motor-istosmjerni motor-izmjenični generator). Uređaji trajno uzimaju potrebnu energiju napajanja iz izmjeničnog generatora. Kod normalnog stanja mreže pogonsku energiju za generator daje izmjenični motor. Ako dođe do prekida mrežnog napona, onda pogon generatora preuzima istosmjerni motor gonjen iz akumulatorske baterije. Za vrijeme od nestanka mrežnog napona do preuzimanja pogona od istosmjernog motora generator se goni rotirajućom masom bloka. Ova energija rotirajuće mase dovoljna je da podržava rad generatora, tako da ne dolazi do beznaponskog stanja.

Kako je blok u stalnom pogonu, to se samo jednom jedinicom problem ne bi do kraja riješio.

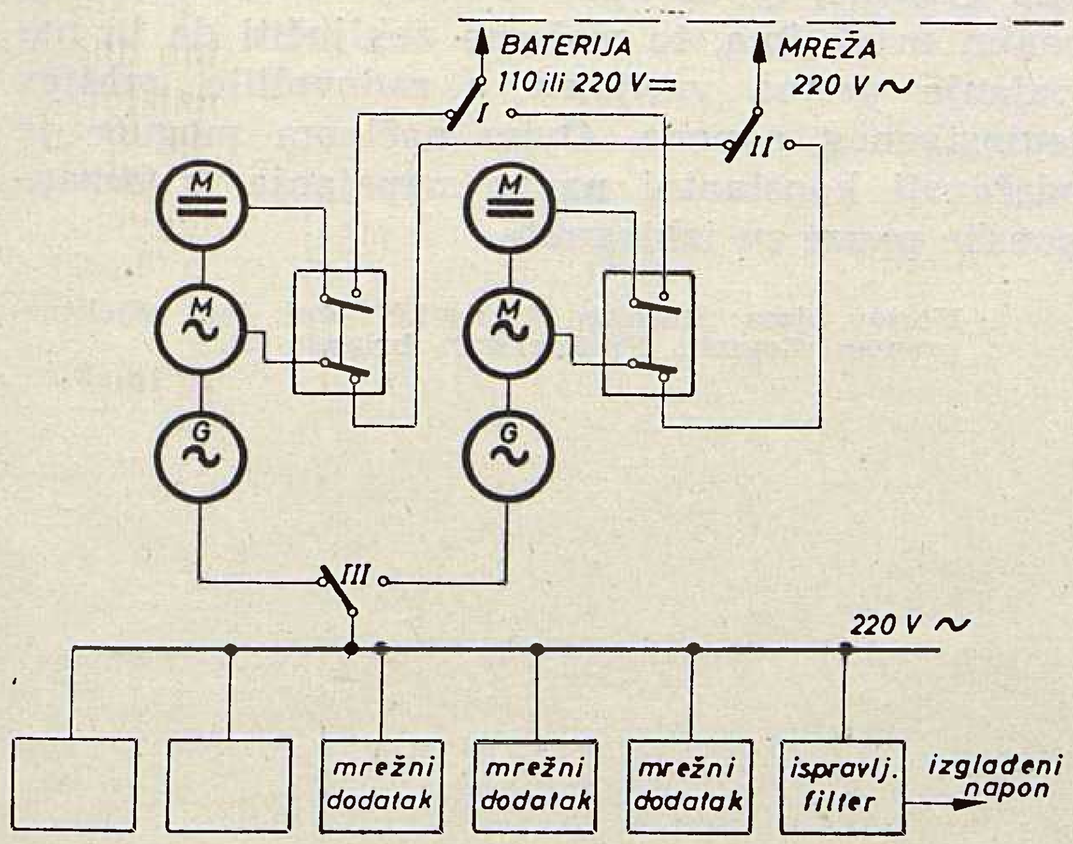
Naime, ako je korišten samo jedan blok od tri stroja, na njemu nije moguće vršiti bilo održavanje ili bilo koje druge zahvate jer je trajno u pogonu. Zbog toga je za slučaj napajanja prema varijanti a potrebno imati dva bloka od tri stroja (izmjenični motor-istosmjerni motor-izmjenični generator) i to jedan u radu, a jedan u pripremi.

Generatori ovakvih blokova izvode se i za snage do 5 kVA, što bi bilo dovoljno i za napajanje maksimalno očekivanog broja potrošača u nekom objektu. Akumulatorska baterija bi, za slučaj da je generator od 5 kVA, trebala imati kapacitet trosatnog pražnjenja od 25 A, kod nominalnog napona 220 V istosmjernih. Prema dosadašnjem iskustvu uobičajeni prekidi mrežnog napona traju redovito manje od jednog sata, pa je prema tome dovoljno dimenzioniran kapacitet baterije za trosatno pražnjenje.

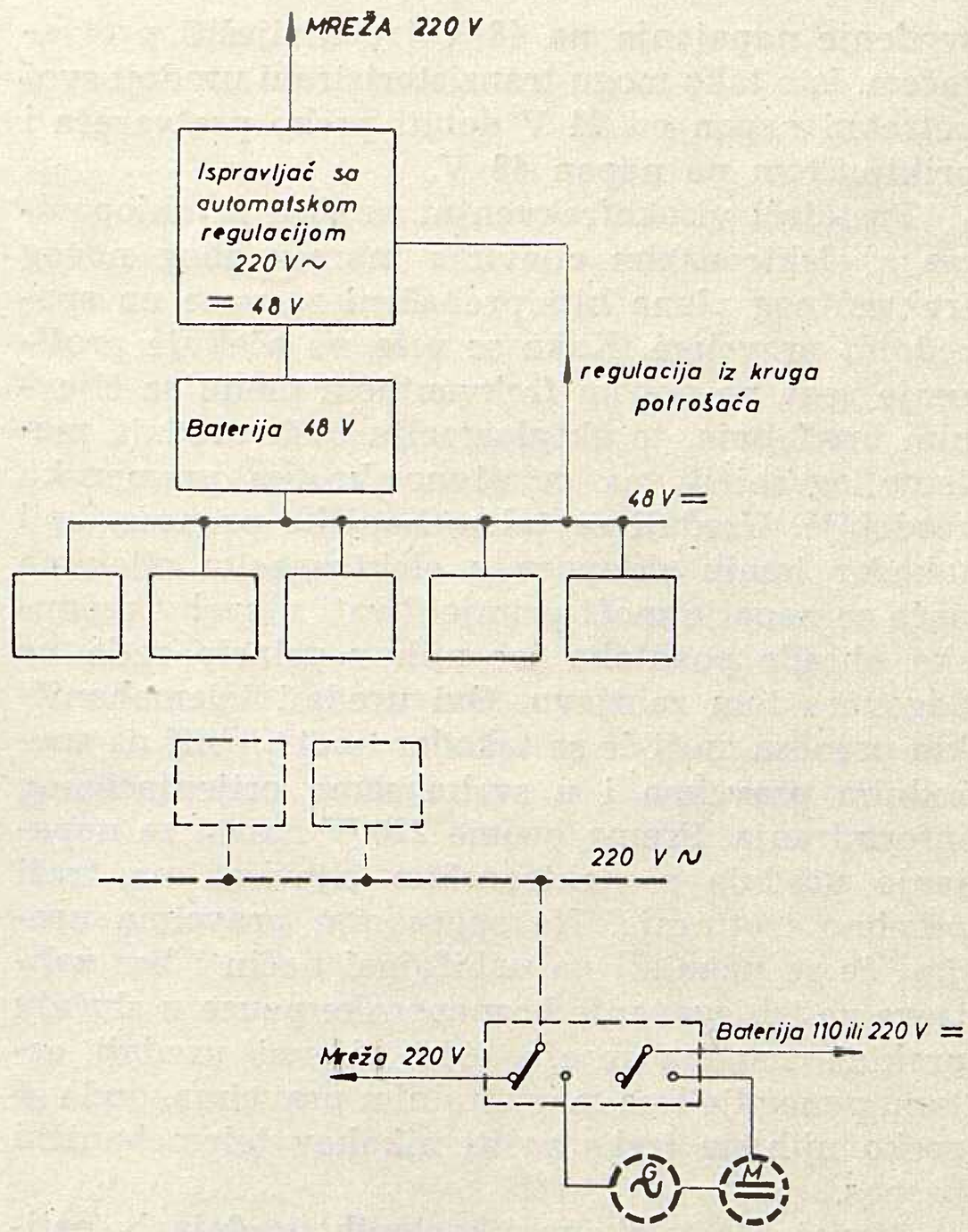
Duži prekidi mrežnog napona zahtijevali bi osiguranje napona iz drugih izvora (diesel ili benzinskih agregata).

Na slici 2 prikazano je napajanje uređaja iz samo jednog izvora 220 V izmjeničnog napona (varijanta b). Sve što je rečeno za izmjenični napon u varijanti a vrijedi i ovdje. Uređaji automatske ili ručne komutacije napajali bi se, u ovoj drugoj varijanti, preko ispravljača i dodatnih filterskih krugova. Ispravljeni i zatim izglađeni napon morao bi biti u dozvoljenim granicama valovitosti. Tranzistorizirani uređaji s priključnim naponom od 24 V trebali bi se dograditi mrežnim dodatkom i priključiti na napon od 220 V izmjenično.

Prema varijanti c (slika 3) predviđa se napajanje svih telekomunikacionih uređaja jednim istosmjernim naponom. U obzir dolaze sva tri redovito upotrebljavana istosmjerna napona: 60 V, 48 V i 24 V. Ako međutim pođemo od toga da se 60 V upotrebljava za napajanje većih telefonskih centrala, uglavnom u upravnim centrima, onda broj postojećih akumulatorskih baterija ne može predstavljati ekonomsko opravdanje za uvođenje



Sl. 2. Napajanje telekomunikacionih uređaja u elektroprivredi. Varijanta b



Sl. 3. Napajanje telekomunikacionih uređaja u elektroprivredi. Varijanta c

ovog napona kao standarda za sve pogone. Isto tako izbor ovog napona ne bi predstavljao zadovoljavajuće tehničko rješenje, budući da se osim telefonskih centrala svi drugi uređaji napajaju drugim naponima. Napon napajanja od 24 V bio bi također neprikladan i to iz slijedećeg razloga. Za jednu određenu snagu napajanja uređaja, struje pražnjenja baterije 24 V bile bi dvostruko veće od struja koje bi za tu snagu tekle iz baterije 48 V ili 60 V. Kako većina proizvođača za svoje uređaje usvaja priključni napon napajanja 48 V, to se možemo bez dvoumljenja odlučiti na izbor tog napona kao najprikladnijeg.

Pošto smo se odlučili da prihvatimo 48 V kao najprikladniji napon napajanja za sve uređaje, ostaje pitanje kako postići priključni napon za one uređaje kod kojih on nije 48 V.

Kao prvo morali bi utvrditi da izborom jedinstvenog napona napajanja od 48 V za sve telekomunikacione uređaje svako daljnje uvođenje ili planiranje uređaja mora da se svede na taj priključni napon. Ovaj zahtjev priključnog napona mora se proizvođačima uređaja postaviti kao jedan od tehničkih uvjeta.

Uređaji koji su sada u eksploataciji, a koji se napajaju drugim priključnim naponima, moraju se tretirati kao da rade u prelaznom stanju.

Postojeći uređaji automatske ili ručne komutacije mogu se u ovom prelaznom razdoblju napajati iz postojećih izvora. Ukoliko se u dogledno vrijeme ne očekuje zamjena ovih uređaja, onda se

svođenje napajanja na 48 V treba riješiti pretvaračem. Isto tako mogu tranzistorizirani uređaji svoj potrebni napon od 24 V dobiti preko pretvarača i priključkom na napon 48 V.

Postojeći visokofrekventni uređaji sa sklopovima s elektronskim cijevima moraju zbog novog frekventnog plana biti prebačeni za veze na sporednim pravcima. Kako se više ne očekuje proširenje veza po novom frekventnom planu sa cijevnim uređajima, to eksploataciju ovih uređaja možemo ograničiti na relativno kratko vremensko razdoblje. Uređaji za telemehaničke prenose, koji također imaju sklopove s elektronskim cijevima neće se nadalje moći primjenjivati u svrhu računske obrade podataka jer njihov princip rada ne odgovara tom zahtjevu. Ovi uređaji telemehaničkih prenosa moći će se također upotrijebiti na sporednim pravcima i u svrhu samo orijentacionog informiranja. Prema ovome 220 V napon za napajanje uređaja s elektronskim cijevima ne traži posebno tretiranje. Na sporednim pravcima uređaji će se napajati na uobičajeni način i bez zahtjeva za izbjegavanje beznaponske pauze u slučaju prekida napona mreže. Ako cijevni uređaji ostanu ponegdje i na magistralnim pravcima, onda se preko njih ne treba vršiti nikakav telemehanički prenos.

Napajanje telekomunikacionih uređaja baterijskim naponima 48 V ne traži daljnje rješavanje problema nužnog napajanja. Pri ovom napajanju ostaje jedino da se riješi konstantnost napona i procjena Ah kapaciteta baterije. Konstantnost napona, neovisnog o utjecaju mrežnog napona, mogla bi se postići upotrebom dviju baterija. Ako bi jedna baterija bila priključena na potrošač u režimu pražnjenja, a druga na ispravljač u režimu punjenja, onda varijacije mrežnog napona ne bi mogle utjecati na potrošača. Ovakav način napajanja zahtijeva da baterije imaju veliki kapacitet, jer bi u protivnom prekapčanja režima rada od jedne baterije na drugu morala da uslijede u relativno kratkim vremenskim intervalima.

Zahtjev za velikim Ah kapacitetom nije opravdan ako mu je svrha izbjegavanje čestih prekapčanja.

Ako predvidimo da će se uređaji napajati iz jedne baterije koja je trajno priključena i na uređaj i na ispravljač, onda će se promjene u mrežnom naponu preko ispravljača prenositi na sam uređaj. Ako su varijacije mrežnog napona kratkotrajne i u granicama tolerancije koje za uređaje obično iznose 10—15%, onda se to neće štetno odražavati na same uređaje. Ako pak mrežni napon postigne čak i kratkotrajne više vrijednosti od toleriranih, može doći do oštećenja na uređaju. Kod dugotrajnih niskih napona mreže, napon ispravljača će biti niži od napona baterije. U tom slučaju baterija će napajati uređaje i gubiti akumuliranu energiju. Ako pri takvom stanju uslijedi i potpuni nestanak mrežnog napona, baterija neće moći napajati uređaje u procijenjenom vremenu.

Kao najprikladnije rješenje napajanja uz samo jednu bateriju može se prihvatiti napajanje po sistemu »fool float«. Po tom je sistemu jedna baterija spojena na potrošača i istovremeno na regularni ispravljač. Osnov ovog sistema leži u tome da se za krajeve baterije, a time i za potrošača, podržava konstantan napon iz ispravljača. U takvom režimu rada moguće je postići da baterija bude uvijek nabijena na maksimalni Ah kapacitet.

Svaka promjena, bilo u krugu mreže, bilo u krugu potrošača prenosi se preko krugova regulacije na ispravljač. Ovom regulacijom se postiže da se otpor izmjeničnoj struji za ispravljač mijenja u skladu sa izazvanim promjenama. Ako je došlo do povećanja mrežnog napona, toliko se povećao otpor da je struja ostala nepromijenjena. Ako je pak napon mreže opao, onda se smanjio otpor, pa je struja opet ostala konstantna. U slučaju da je došlo do promjene opterećenja u krugu potrošača zbog toga što je, na primjer, neki uređaj ispao iz pogona, onda se ova promjena također prenosi preko krugova regulacije u krug izmjenične struje za ispravljač. Napajanje po ovom sistemu čini da ispravljač pri normalnom stanju mreže napaja direktno uređaje i podmiruje samopražnjenje baterije. Baterija u tom stanju ima ulogu filtra. Ako mrežni napon nestane, baterija je u stanju da svojim punim kapacitetom napaja uređaje za predviđeno vrijeme.

Zaključak

Budući da uređaji sa napajanjem 220 V izmjeničnim naponom ostaju u eksploataciji samo dogledno vrijeme, tj. do njihove zamjene tranzistoriziranim uređajima, to možemo zaključiti da bi napajanje prema varijanti c zadovoljilo zahtjev jedinstvenog napona. Ovim načinom moguće je održavati konstantni napon napajanja, a beznaponske pauze su izbjegnute.

Naslov pisca: Branko Kragić, dipl. ing. »Elektroprenos« Zagreb, Proleterskih brigada 37.

PREVELIKI PROGRAM IZGRADNJE ELEKTRANA

U jugoslavenskoj elektroprivredi su sada u gradnji objekti u vrijednosti od NDin 8 milijardi. U toj svoti uključene su i nove elektrane iz plana 1966—1970. Federacija preko Jugoslavenske investicione banke učestvuje sa NDin 3 milijarde, odnosno 35%, dok ostatak treba da osiguraju republičke banke, korisnici, investitori itd.

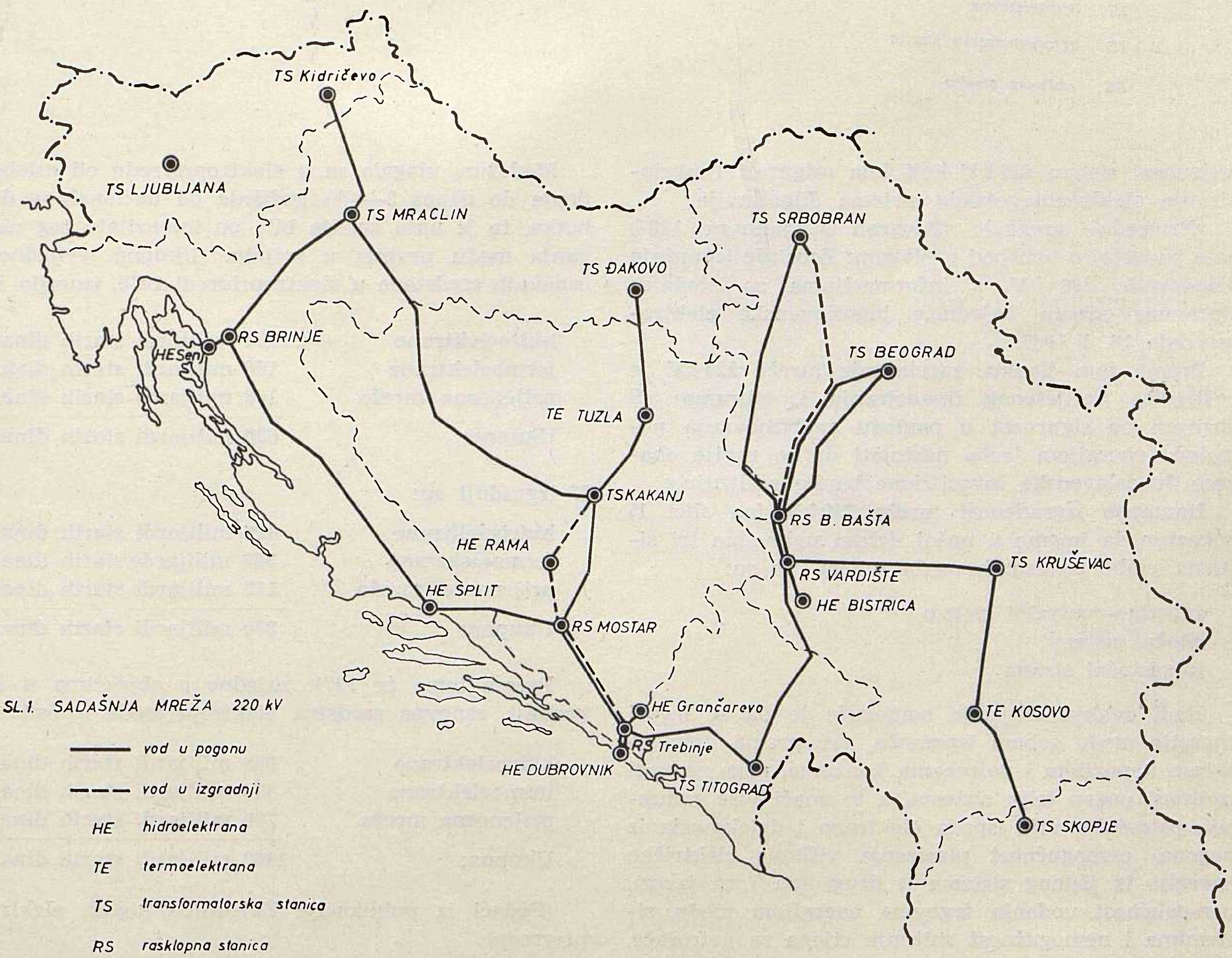
Republike su donijele posebne zakone o ubiranju sredstava i obaveznom oročavanju za potrebe izgradnje elektroenergetskih objekata. Međutim čitav program financiranja ne razvija se kako je zamišljeno, jer sredstva ne pritječu u dovoljnoj mjeri, kako u Saveznu investicionu banku tako i u republičke banke. Sada je jasno, da za dovršenje svih planiranih objekata u izvjesnim rokovima nema dovoljno sredstava, tim više, što su neke elektrane i znatno poskupile prema predračunskoj vrijednosti.

Prema jednom mišljenju u listu »Ekonomska politika« od 1. 4. 1967. trebalo bi rješenje tražiti u obustavi radova na nekim objektima odnosno u odgađanju dovršenja. To se opravdava činjenicom, da neće biti realiziran konzum električne energije, jer se nakon reforme uslijed povišenja cijena, a pogotovo nakon daljnjeg povišenja cijena električne energije, koja se priprema već za iduću godinu, očekuje, da će stopa prirasta potrošnje biti znatno niža i da će pasti od nekadašnjih 15—16% na možda najviše 10% godišnje. Ako bi to zaista tako bilo, onda bi imali dovršenjem svih novih objekata suficit struje već 1970. Te godine bi proizvodnja bez Đerdapa dostigla 31 milijardu kWh, dok bi potrebe konzuma tada iznosile oko 24 milijarde.

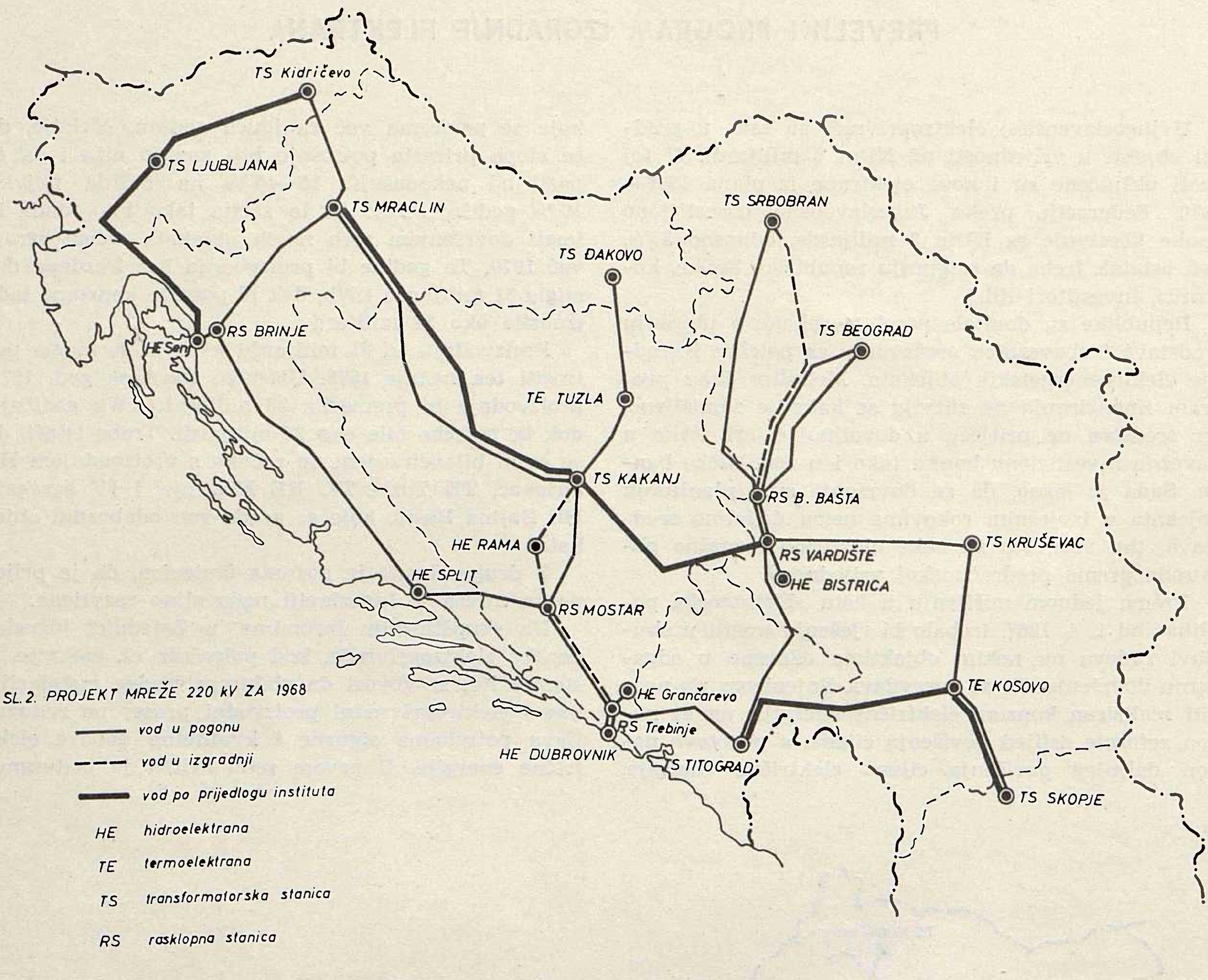
Proizvodnja od 31 milijardu kWh bi se mogla potrošiti tek negdje 1975. Ulaskom Đerdapa god. 1972. proizvodnja bi premašila 35 milijardi kWh godišnje, dok bi potrebe bile oko 27 milijardi. Treba istaći, da se ovim bilanciranjem ne računa s proizvodnjom HE Orlovac, TE Tuzla IV, HE Mratinje, i IV agregata HE Bajina Bašta, koje se grade van odabranih objekata.

S druge strane je poznata činjenica, da je prijenosna mreža u Jugoslaviji nedovoljno razvijena.

Na skupštinskim forumima, u Zajednici jugoslovenske elektroprivrede, kod potrošača el. energije, u štampi itd. se govori da elektroprivredne instalacije, kao i elektroprivredni proizvodni proces ne zadovoljava potrebama sigurne i kvalitetne dobave električne energije. U prvom redu kritici je podvrgnut



SL. 1. SADAŠNJA MREŽA 220 kV



prijenosni sistem 220 kV koji ima osigurati funkcioniranje elektroenergetskog sistema Jugoslavije.

»Privredni pregled« (Beograd 20. januara 1967) daje izvještaj o tom pod naslovom: *Zaostaje izgradnja dalekovoda 220 kV*, s informacijama sa sjednice Upravnog odbora Zajednice jugoslovenske elektroprivrede 18. I 1967.

Prema tom članku, zaostajanje mreže 220 kV je posljedica neriješenog financiranja i, citiramo: »S obzirom na sigurnost u pogledu snabdijevanja potrošača energijom treba nastojati da se ranije obaveze Jugoslavenske investicione banke realizuju.«

Današnja izgrađenost mreže 220 kV (na slici 1) pokazuje da imamo u našoj državi uglavnom tri sistema, slabo povezanih među sobom. To su:

zapadno-centralni sistem
istočni sistem
jugoistočni sistem

Radi ovakve situacije nemoguće je da se izvori energije među sobom ispomažu, već prema raspoloživosti kapaciteta i potrebama konzuma, nego se vodi izolirani pogon triju sistema, a to znači više redukcija potrošača, više ispada elektrana i dalekovoda iz pogona, nemogućnost plasiranja viškova električne energije iz jednog sistema u drugi (pa i za izvoz), nemogućnost vođenja trgovine energijom među sistemima i nemogućnost sniženja cijena za potrošače.

Međutim, ulagalo se u elektroprivredu od oslobođenja do danas 3—4 % godišnje od nacionalnog dohotka, te je naša zemlja bila po intenzitetu tog ulaganja među prvima u svijetu. Ukupna vrijednost osnovnih sredstava u elektroprivredi 1965. iznosila je:

hidroelektrane	354 milijardi starih dinara
termoelektrane	168 milijardi starih dinara
prijenosna mreža	108 milijardi starih dinara
Ukupno:	630 milijardi starih dinara

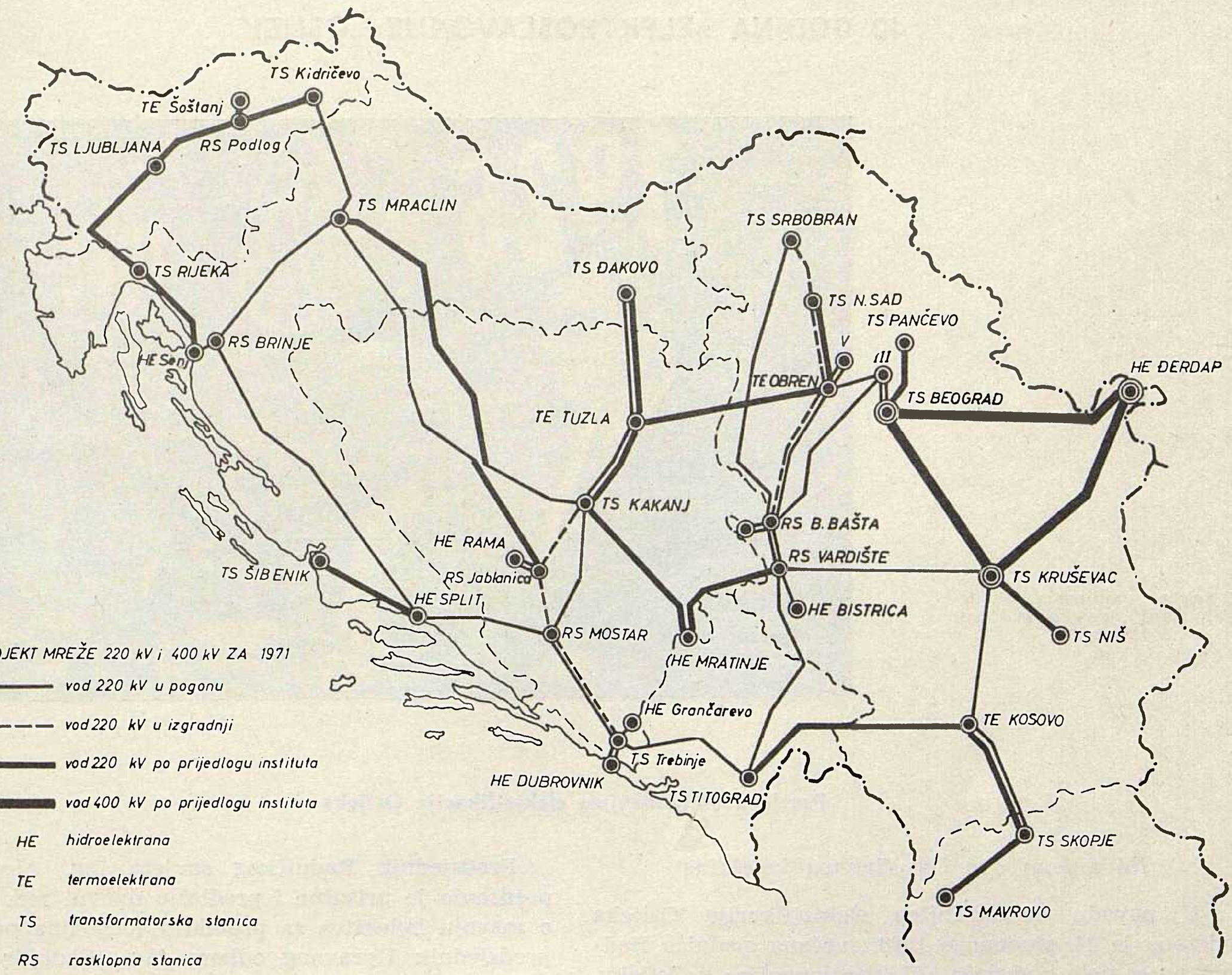
U izgradnji su:

hidroelektrane	496 milijardi starih dinara
termoelektrane	322 milijarde starih dinara
prijenosna mreža	112 milijardi starih dinara
Ukupno:	830 milijardi starih dinara

Prema tome će 1971. zajedno s objektima u izgradnji, osnovna sredstva elektroprivrede iznositi:

hidroelektrane	850 milijardi starih dinara
termoelektrane	490 milijardi starih dinara
prijenosna mreža	220 milijardi starih dinara
Ukupno:	1460 milijardi starih dinara

(Podaci iz publikacije Zajednice jugosl. elektroprivrede)



SL.3. PROJEKT MREŽE 220 kV i 400 kV ZA 1971

- vod 220 kV u pogonu
- vod 220 kV u izgradnji
- vod 220 kV po prijedlogu instituta
- vod 400 kV po prijedlogu instituta
- HE hidroelektrana
- TE termoelektrana
- TS transformatorska stanica
- RS rasklopna stanica

Znači do 1965. ulagalo se oko 17% u mreže a do 1971. uložit će se 13,5% pa će ukupna vrijednost uloženih sredstava u mrežu biti oko 15% u odnosu na ukupna investirana sredstva za izvore energije i prijenosnu mrežu 120 i 220 kV. Treba istaći da je postojala mogućnost da se uloženim sredstvima izgradi efikasniji jedinstveni elektroenergetski sistem u Jugoslaviji, jer su postojali i studijski kapaciteti i elaborati i projekti koji su ukazivali što treba raditi.

Na slici 2. je prijedlog mreže kako bi trebala izgledati 1968. Debelo su ucrtani vodovi koji bi trebali biti, a nisu do sada izgrađeni. Većinom su to vodovi za povezivanje razjedinjenih sistema. Najnoviji projekt od 1966. daje projekciju mreže za 1971. (sl. 3).

U svijetu je poznata zakonitost da postoji odnos 1 : 3 u pogledu investiranja u prijenosnu, razvodnu i distributivnu mrežu prema investiranju u elektrane. Ovaj odnos se kod nas nije poštovao, nego su u mrežu ulagani daleko manji iznosi. Na primjer od planiranih dalekovoda 220 kV Titograd — Kosovo, Jajce — Zagreb, Kakanj — Buk Bijela — Vardište, Kosovo — Skoplje II, Jablanica — Jajce — Zagreb i Matulji — Divača — Ljubljana, izgrađen je samo jedan (Jajce — Zagreb), dok za ostale nisu sklopljeni ugovori s bankom, niti osigurana sredstva vlastitog učešća investitora.

B. Baranović, dipl. ing.

Direktor poduzeća Vladimir Žanić otvara svečanu sjednicu

Proslava 40-godišnjice elektrifikacije Osijeka

Nagrađeno oko 300 članova kolektiva

U povodu 40-godišnjice elektrifikacije Osijeka održana je 24. studenoga 1966. svečana sjednica Radničkog savjeta poduzeća »Elektroslavonija« u Osijeku.

Na sjednici u velikoj dvorani poduzeća pored članova organa upravljanja bio je veći broj gostiju, kao i nagrađeni članovi kolektiva koji su proveli u poduzeću više od 15 godina. Među brojnim uzvanicima bili su predsjednici općinskih skupština onih komuna na kojima djeluje poduzeće »*Elektroslavonija*«, predstavnici elektrodistributivnih poduzeća, tajnik Osnovne privredne komore kotara Osijek Bogdan Kovač, predstavnici Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske Anđelko Marušić i Daniel Feöcze.

Predsjednik Radničkog savjeta ing. Alojz Čepl pozdravio je prisutne i predložio dnevni red. Referat o razvoju kolektiva za proteklih 40 godina podnio je predsjednik Upravnog odbora ing. Vladimir Tomić.

U referatu je posebno mjesto dato razdoblju od osnivanja električne centrale u Osijeku do 1945. godine. Nadalje, obrađeno je i razdoblje od 1946. do 1954. tj. vrijeme skupe električne energije za Slavoniju. Naročito značajan period za Slavoniju predstavlja razdoblje od 1956. godine do danas, tj. izgradnja dalekovoda 110 kV i povezivanje sistema Slavonije s jakim elektroenergetskim izvorima Bosne i Hercegovine.

U nastavku je uzeo riječ i direktor poduzeća Vladimir Žanić, koji je govorio o poslovnim rezultatima postignutim u proteklom razdoblju i istakao

Članovi kolektiva na svečanoj sjednici povodom 40-godišnjice

Učesnici proslave na svečanoj sjednici Radničkog savjeta

naredne zadatke u planu elektrifikacije Slavonije i toplifikacije Osijeka. Jedan je od osnovnih zadataka, prema riječima Vladimira Žanića, do 1970. godine ostvarenje prodaje pola milijarde kilovat-sati električne energije.

Direktor Biroa Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske Anđelko Marušić bio je također prisutan na svečanoj sjednici, te je između ostaloga rekao:

»Dozvolite da u ime radnog kolektiva Biroa Poslovnog udruženja čestitam ovaj rijetki jubilej, 40-godišnjicu elektrifikacije vašeg Osijeka i Slavonije i djelovanja ovog vrijednog kolektiva. Iz referata je vidljivo da ste dio poslova oko elektrifikacije završili i da vam preostaje još manji dio do potpune elektrifikacije«.

Tom prilikom Anđelko Marušić zaželio je svim članovima kolektiva mnogo uspjeha u narednom razdoblju.

Na svečanoj sjednici predsjednik Radničkog savjeta ing. Alojz Čepl uručio je nagrade 178 članova kolektiva koji su proveli u poduzeću 15 i više godina.

U ime nagrađenih zahvalio se Dimitrije Verić, rukovodilac službe izgradnje koji je sa još šest članova kolektiva proveo više od tri decenija u radu poduzeća.

U svim distributivnim i pogonskim područjima održani su povodom proslave 40-godišnjice svečani zborovi radnika. Na zborovima je pored iznošenja rezultata rada bilo govora o narednim zadacima, te su podijeljene nagrade i onim članovima kolektiva koji su proveli na radu u poduzeću 10—15 godina.

U povodu proslave 40-godišnjice poduzeća »*Elektroslavonija*« izašao je i prvi broj informativnog lista radne zajednice »*Elektroslavonija*« kao i monografija o razvoju kolektiva. Svaki član radne zajednice dobio je list i monografiju kolektiva.

Nagrađeni članovi kolektiva sa stažom dužim od 30 godina: Josip Kovačević, Franjo Sladić, Stjepan Vilhelm, Dimitrije Verić, Mato Stojanović (stoje), Dionizije Horvat, Vladimir Tomić, dipl. ing., predsjednik Upravnog odbora i Stjepan Kazenski (sjede)

Predsjednik Radničkog savjeta Alojz Čepl, dipl. ing. uručuje nagradu Vladimiru Pozniču dipl. ek. za dugogodišnji rad u kolektivu

Elektrifikacija Slavonije i Baranje na početku petog desetljeća

Danas »*Elektroslavonija*«, poduzeće za distribuciju električne energije, sa sjedištem u Osijeku obuhvaća teritorijalno veći dio Slavonije i cijelu Baranju, a proteže se na području 13 općina i to: Beli Manastir, Donji Miholjac, Đakovo, Našice, Orahovica, Osijek, Podravska Slatina, Slavonska Požega, Slavonski Brod, Valpovo, Vinkovci, Vukovar i Županja. Danas »*Elektroslavonija*« djeluje na operativnom području cijelog kotara Osijek, bez područja općine Nova Gradiška.

Na području poduzeća od ukupno 743 naselja krajem prošle godine, koja je bila jubilarna, bilo je neelektrificirano 230 ili cca 31% naselja. Na tom području ima ukupno 216.636 domaćinstava od kojih je 77.000 ili 36% neelektrificirano. Od ukupnog broja stanovnika na ovom području još uvijek živi bez električne energije 36%.

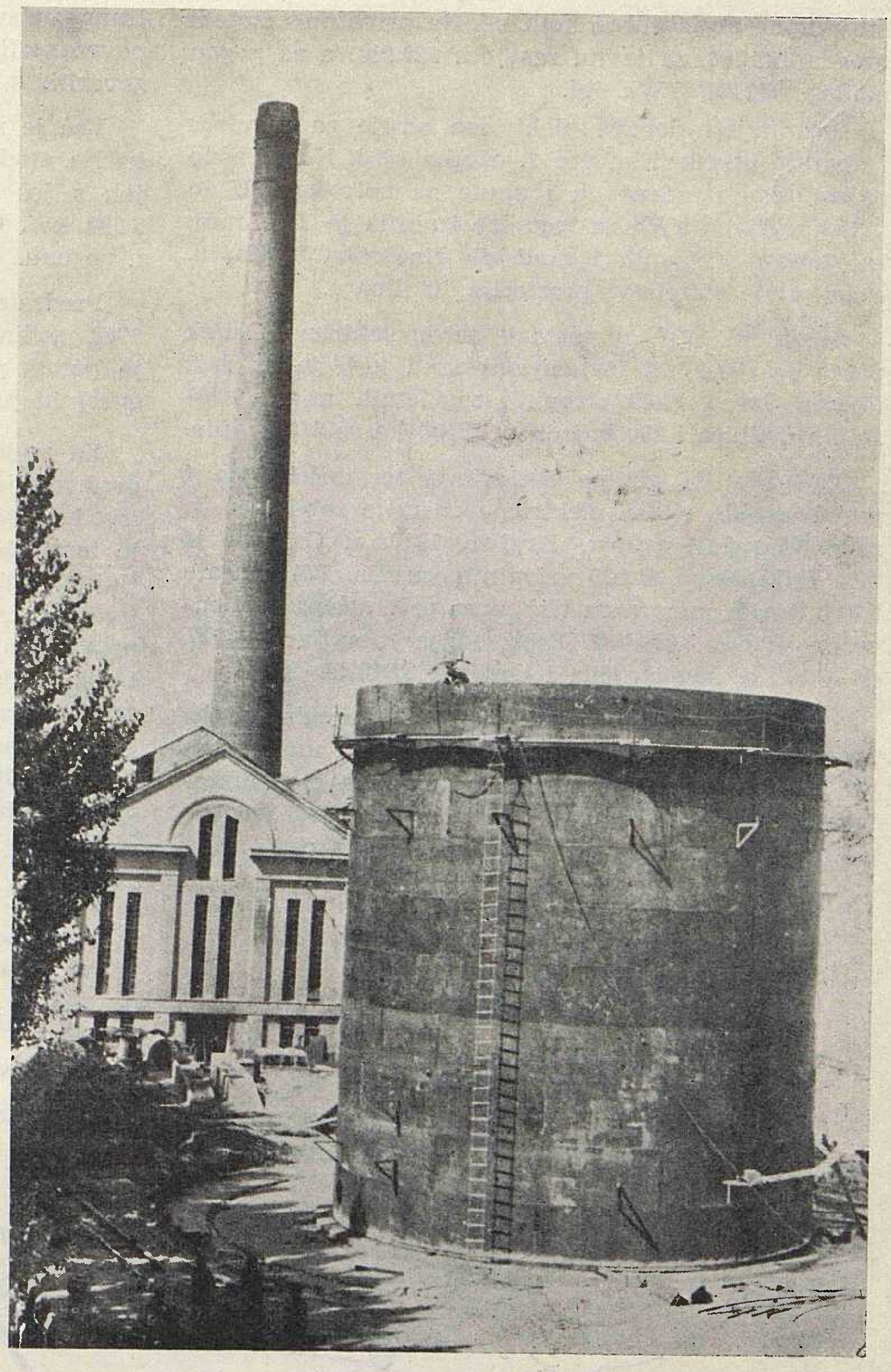
Kolektiv »*Elektroslavonije*« proslavio je krajem prošle godine 40-godišnjicu postojanja termoelektrane Osijek i djelovanja kolektiva. Istovremeno u prošloj godini zbilo se još nekoliko značajnih događaja. Među najznačajnije ubraja se preuređenje stare termoelektrane u toplanu, kao i priključenje Slavonije na budući 220 kV sistem Lukavac — Đakovo, koji još za sada radi pod 110 kV.

Prvi počeci elektrifikacije Slavonije zasnivaju se na malim, lokalnim izvorima električne energije koji se krajem XIX i početkom XX stoljeća formiraju uglavnom oko postojećih industrijskih postrojenja, kao što su pilane, mlinovi, ciglane i kudeljare.

Prva žarulja u Slavoniji zasjala je godine 1891. Stanovnici industrijskog naselja Đurđenovac dobili su prvi električnu energiju. Tu je postojala lokalna industrijska elektrana koja je davala i neznatne količine električne energije za rasvjetu domova.

Stanovnici Vukovara upotrebljavali su električnu rasvjetu od 1909. godine dok je u Slavonskoj Požegi prva centrala puštena u pogon 6. listopada 1912. godine. Električna centrala u Našicama izgrađena je 1914. godine, a u Đakovu 1921. godine. Slavonski Brod i Osijek dobili su struju 1926, a Vinkovci 1929. Prilikom razmatranja elektrifikacije na ovom području ne smije se zaboraviti ni nekoliko dizel i termo-elektrana, koje su davale struju uglavnom za najuže lokalne potrebe i rasvjetu tvornica u čijem su se sklopu nalazile, dok su manje količine električne energije davale za potrebe mjesta u kojima su se nalazile. Do godine 1926. u Slavoniji nije postojalo poduzeće koje se bavilo isključivo proizvodnjom i distribucijom električne energije, pa tako nije bilo ni organiziranog snabdijevanja električnom energijom. U Osijeku, koji je prije 40 godina bio centar čitave ove pokrajine, za rasvjetu je služio plin i petrolej, a javno gradsko saobraćajno sredstvo bio je tramvaj sa konjskom vučom. Krajem 1926. ili tačnije 17. prosinca 1926. pokrenuti su strojevi termoelektrane u Osijeku i od tada su danonoćno radili strojevi jedne termoelektrane, koja je svojom za današnje prilike neznatnom snagom, odigrala značajnu ulogu u industrijalizaciji Slavonije i Osijeka. Kada je teret industrijalizacije Slavonije prešao mogućnosti termoelektrane, preuzeo ga je, upravo prije 10 godina, 110 kV sistem, koji će uskoro, jer je i on postao nedostatan, biti zamijenjen sistemom 220 kV. U posljednjih 10 godina ili tačnije od 11. studenog 1956, kada je pušten u pokusni rad 110 kV sistem, pa do danas, termoelektrana Osijek služila je kao pogonska rezerva. S obzirom na njenu malu snagu o njoj su se vodile rasprave i razmatrala mogućnost demontaže. Ona je samo povremeno, u doba redukcije električne energije »zasvijetlila«, pa je opće mišljenje bilo, da su njeni dani odbrojeni. Međutim, razvoj Osijeka posljednjih godina, kao i urbanizacija ovog dijela Slavonije, odlučila je o njenoj daljnjoj sudbini. Podizanje novih stambenih četvrti u neposrednoj blizini stare termoelektrane kao i dotrajalost kotlovskih postrojenja osječke industrije, stvorili su uvjete za rekonstrukciju postojeće termoelektrane i njeno preuređenje u toplanu.

Ugovor o izgradnji električne centrale s mrežom i električnog tramvaja, sklopljen je 10. prosinca 1924. između Općine slob. i kralj. grada Osijeka i tvrtke



Sl. 1. Pogled na zgradu Toplane (bivše termoelektrane) s novim rezervoarom za mazut

Charles B. Mac Daniela iz Pariza. Cijena cjelokupnih radova na elektrifikaciji iznosila je 1,100.000.— dolara. Električna centrala izgrađena je za nešto više od osamnaest mjeseci. Za ono vrijeme ona je bila sagrađena prema najnovijim tekovinama tehnike i opremljena najmodernijim strojevima i uređajima.

Osječka električna centrala imala je tri parna kotla sistema vodenih cijevi, dvije parne turbine snage od po 1160 KS i 3000 okretaja u minuti i dva turbogeneratora »Škoda« od po 825 kW.

Od ukupne instalirane snage od 1650 kW u 1927. godini korištena je snaga od 580 kW, kod proizvodnje od 1,785.000 kWh, što znači da je po izgradnji TE Osijek imala 100 %-tnu rezervu. Osječka termoelektrana postaje oslonac dalje elektrifikacije, najprije bliže okolice, a zatim i udaljenijih područja istočne Slavonije. Pored termoelektrane koja je završena krajem 1926. izgrađena je i mreža za potrebe privatne i javne rasvjete, pogon industrije i zanatskih radionica, te 16 transformatorskih stanica. Tek 1938. počinje povezivanje okolnih sela na termoelektranu Osijek. Među prvima struju su dobila sela Tenje, Podravlje, Bilje, Darda, Kopačevo i Kneževi Vinogradi. U to vrijeme mreža se dijelila na primarnu, napona 3000 V i sekundarnu napona 380/220 V. Cjelokupna primarna mreža u dužini od 1.200 metara bila je kabelska, a sekundarna je djelomično izvedena kao kabelska, a djelomično kao nadzemni vod. Ukupno je bilo 10.780 metara kabela niskog napona i 42.205 metara nadzemnog voda niskog napona. Javna rasvjeta sastojala se 1926. od 763 rasvjetna mjesta s tim, da je oko polovice bila cjelonoćna, a drugi dio polunoćna.

Krajem 1927. u Osijeku je bilo priključeno ukupno 14.500 žarulja, 61 grijalica, 138 glačala i 39 raznih aparata, te 103 motora. Ukupna proizvodnja električne energije godine 1927. iznosila je, kako je već rečeno, 1,785.450 kWh, a prodano je 923.950 kWh ili 51,7%

od ukupno proizvedene količine. Na privatnu rasvjetu otpada 188.388, za javnu rasvjetu 229.914, a za pogon motora 341.272 kWh itd.

Prvi uvjeti dobave električne struje za rasvjetu i aparate utvrđeni su već 1. ožujka 1926. Neposredno nakon toga izrađene su i upute za potrošače. U to vrijeme cijena kWh za trgovine iznosila je 12 dinara, za stanove državnih i gradskih činovnika 8 dinara, a za ostale stambene prostorije 10 dinara.

Sredinom 1927. u sastavu termoelektrane Osijek počeo je djelovati instalacioni ured koji je za šest mjeseci izveo 1.749 stropnih rasvjetnih mjesta, 258 zidnih utičnica i 290 kućnih priključaka sa 699 brojila.

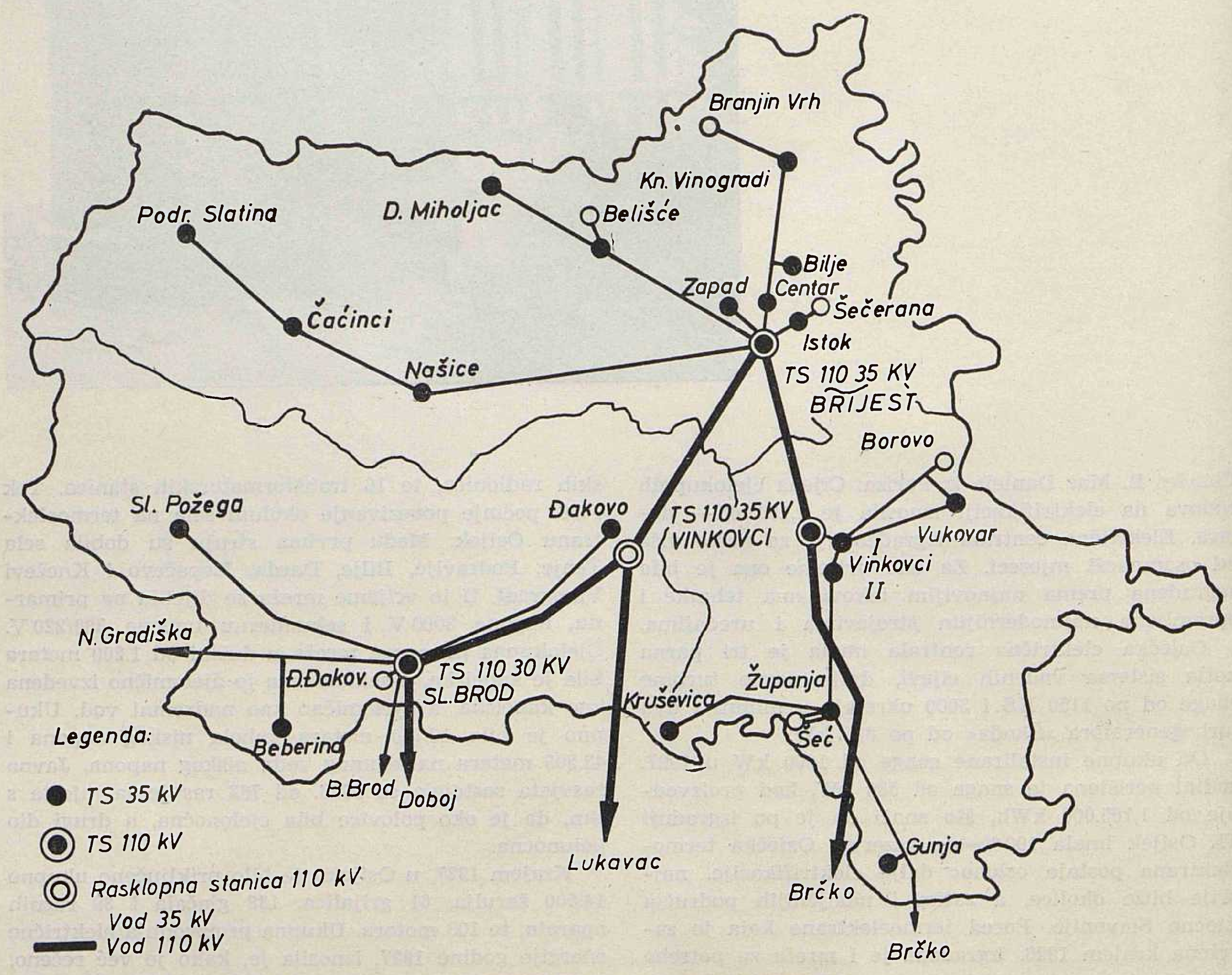
Za prve tri godine djelovanja termoelektrane i pored visokih cijena električne energije zabilježen je zadovoljavajući porast. Krajem 1930. u Osijeku je bilo priključeno 41.900 privatnih žarulja, 774 aparata i 311 raznih motora sa ukupnom priključnom vrijednošću od cca 3.500 kW. Proizvodnja energije od 1927. do 1930. se udvostručila i dostigla 3,342.200 kWh.

Ako se želi dobiti kraći ali cjelovit pregled, treba spomenuti nekoliko vremenskih razdoblja unutar kojih su se odvijali značajniji događaji za elektrifikaciju Slavonije. Prvo razdoblje je ono do 1945. godine, a karakteristično je po izgradnji individualnih elektrana, uglavnom slabih snaga, bez ikakove međusobne povezanosti. O toj elektrifikaciji jedva se može i govoriti.

Već je naprijed bilo govora o počecima elektrifikacije. Godine 1938. proširena je termoelektrana Osijek s još jednim turboagregatom firme »ČKD« od 2.000 kW. Ovaj turboagregat i kotao još su i danas u pogonu.

Predratni porast maksimalne snage od 1927. do 1940. godine iznosio je prosječno 10% godišnje, dok je porast potrošnje iznosio 13,7% godišnje. Tadašnji evropski prosjek iznosio je svega 7% godišnje.

Za vrijeme II svjetskog rata dolazi do opadanja proizvodnje električne energije. Potpuni prekid proizvodnje uslijedio je 24. studenog 1944. godine, kada je termoelektrana Osijek bila bombardirana. Zahvaljujući uglavnom velikom zalaganju članova kolektiva, neposredno poslije rata, elektrana i mreža su popravljeni u rekordnom vremenu. U poduzeću »Elektroslavonija« rade još uvijek 24 radnika, koji su u poslijeratnom periodu sudjelovali u obnovi. Od toga svega 7 su sa stažom dužim od 30 godina (Dionizije Horvat, Stjepan Kazenski, Josip Kovačević, Franjo Sladić, Mata Stojanović, Dimitrije Verić i Stjepan Vilhelm).



Sl. 2. Mreža 110 i 35 kV istočne Slavonije

Drugo vremensko razdoblje elektrifikacije Slavonije obuhvaća razdoblje od 1946. do 1954. godine. To je bilo razdoblje oskudne i skupe električne energije za Slavoniju. Nakon oslobođenja preorijentacija proizvodne strukture zemlje i početak industrijalizacije dovodi do povećanog korištenja postojećih industrijskih kapaciteta.

U tom periodu prosječni godišnji porast električne energije iznosio je oko 10%. Nedostatak potrebnih količina električne energije postaje postepeno kočnica daljnjeg privrednog razvitka ovog kraja. Kako bi se barem djelomično iskoristili postojeći izvori električne energije prišlo se godine 1947. izgradnji 35 kV dalekovoda Osijek — Vinkovci — Borovo. Tu se prvi puta susrećemo s izgradnjom 35 kV objekata i povezivanjem izvora električne energije, što je za Slavoniju vrlo značajno, jer predstavlja početak poslijeratne planske elektrifikacije. Izgradnjom 35 kV dalekovoda težište djelatnosti poduzeća sve više se širi i usmjerava u pravcu prijenosa i distribucije električne energije što će se kasnije snažno odraziti u toku daljnjeg razvoja poduzeća. To razdoblje nazvano je razdobljem »zaporne tarife«. Evo o čemu se ovdje radi: Slavonija je bila elektroenergetski izolirana, s opterećenim lokalnim kapacitetima, pa se nastojalo pomoću visokih tarifa električne energije ograničiti potrošnju. Kilovat-sat električne energije u to vrijeme u Slavoniji se obračunavao sa 10 dinara, dok je u Dalmaciji bio 2,50 dinara, dakle četiri puta jeftiniji.

Naredne dvije godine tj. od 1954. do 1956. predstavljaju razdoblje privremenog poboljšanja situacije i ukidanja »zaporne tarife«, a s tim u vezi i naglog porasta potražnje električne energije. Područje Slavonije nije bilo još uvijek moguće uključiti na elektroenergetski sistem Jugoslavije, te se došlo na spasonosnu ideju da se na kotlovska postrojenja Tvornice šećera u Županji dogradi jedan kondenzacioni turboagregat snage 4000 kW. Taj agregat je krenuo u pogon 1954. godine, a bio je jači od elektrana u Osijeku i Vinkovcima zajedno. Novi izvor električne energije odmah je povezan sa sistemom 35 kW dalekovoda Osijek — Vinkovci — Borovo. Međutim, novi izvor električne energije nije dugo radio, jer je u odnosu na hidroenergiju bio daleko skuplji. No i pored toga on je odigrao značajnu ulogu u Slavoniji, jer je nakon njegovog ulaska u pogon nastupilo razdoblje privremenog olakšanja.

U roku od dvije godine i ovaj kapacitet bio je potpuno angažiran, tako da je jedini izlaz predstavljalo priključenje Slavonije na elektroenergetski sistem Jugoslavije.

Novo razdoblje u elektrifikaciji Slavonije počinje godine 1956. tj. izgradnjom dalekovoda 110 kV i povezivanjem sa jakim elektroenergetskim izvorima Bosne i Hercegovine. Sve ono što se može nazvati suvremenom elektrifikacijom dogodilo se za posljednjih 10 godina ili tačnije rečeno od 11. XI 1956. do danas. Tada je izgrađena 110/35 kV trafostanica u Sl. Brodu i Osijeku i 110 kV dalekovodi Doboj — Brod — Osijek, a nešto kasnije Lukavac — Brčko — Vinkovci — Osijek. Ubrzo nakon izgradnje novih sistema pokazalo se, da nije dovoljno samo dovesti električnu energiju iz jakih izvora. Bilo je neophodno energiju razvesti do potrošača. Dakle, trebalo je u prvom redu izgraditi 35 kV dalekovode i 35/10 kV transformatorske stanice, tj. stvoriti pojne tačke, odakle će se izvoditi 10 kV dalekovodi za neposredno napajanje pojedinih industrijskih objekata ili naselja. Kada se pristupilo tom poslu konstatiralo se da je postojeća mreža Slavonije dotrajala i da je treba obnoviti. Preko postojeće mreže nisu se mogla napajati udaljenija mjesta u već elektrificiranim područjima, a o neelektrificiranim selima da i ne govorimo.

U to vrijeme posebnu poteškoću predstavlja nedostatak kadrova. Tadašnje izrazito niske plaće u elektroprivredi dovele su do osipanja i onako teško prikupljenog stručnog kadra.

Kod današnjeg stupnja izgradnje mreže visokog napona pogonska sigurnost ne zadovoljava. Prekid samo jednog od 110 kV vodova prouzrokuje u Slavoniji redukciju od oko 50%. U posljednje vrijeme prišlo se bržoj izgradnji novih postrojenja, jer ranija izgradnja prijenosnih objekata na ovom području nije išla u korak s potrebama razvoja Slavonije. Jedino rješenje daljnjeg razvoja Slavonije moguće je formiranjem i izgradnjom pojne tačke 220 kV i odgovarajuće mreže. Novoizgrađena transformatorska stanica u Đakovu i dalekovod Lukavac — Đakovo omogućit će bolje snabdijevanje Slavonije električnom energijom, te poboljšati naponske prilike (sl. 2).

Potrošnja električne energije na području poduzeća *»Elektroslavonije«* porasla je u razdoblju od 1950. do 1960. za oko šest puta, a za naredne tri godine zabilježen je porast potrošnje za preko dva puta. To sve potvrđuje da područje Slavonije nema u svom razvitku normalne energetske uvjete. Radi prijenosa potrebnih količina električne energije prišlo se godine 1966. izgradnji 110 kV transformatorskih stanica u Osijeku i nekoliko transformatorskih stanica 35 kV.

Pored ovih, zaista velikih rezultata na polju elektrifikacije Slavonije i znatnog financijskog ulaganja, Slavonija nije još uvijek u potpunosti elektrificirana.

Teritorijalno *»Elektroslavonija«* djeluje uglavnom na području poljoprivrednog karaktera i pokriva teritorij od 10.079 km². Nije rijedak slučaj da se bogatstva Slavonije još uvijek ne prerađuju na mjestu proizvodnje, što se negativno odražava na daljnji razvoj industrijskog potencijala. Samo u jubilarnoj godini »Elektroslavonija« je u saradnji s pojedinim općinama elektrificirala 30 sela i to uglavnom u brdskim krajevima Papuka. Iako ova vrst elektrifikacije spada u neekonomsku elektrifikaciju kolektiv »Elektroslavonije« pomogao je vlastitim financijskim sredstvima u iznosu od oko 3,500.000 NDin. Razvoj i stanje elektrifikacije vidljivo je iz tablica 1 i 2.

Objekti mreže 10 kV

Tablica 1

Stanje	Trafostanice 10 kV		Dužina u km	
	Broj	MVA	DV	Kabela
1960. god.	372	49	1.215	61
1965. god.	774	96	2.053	88

Mreža niskog napona, potrošači i potrošnja

Tablica 2

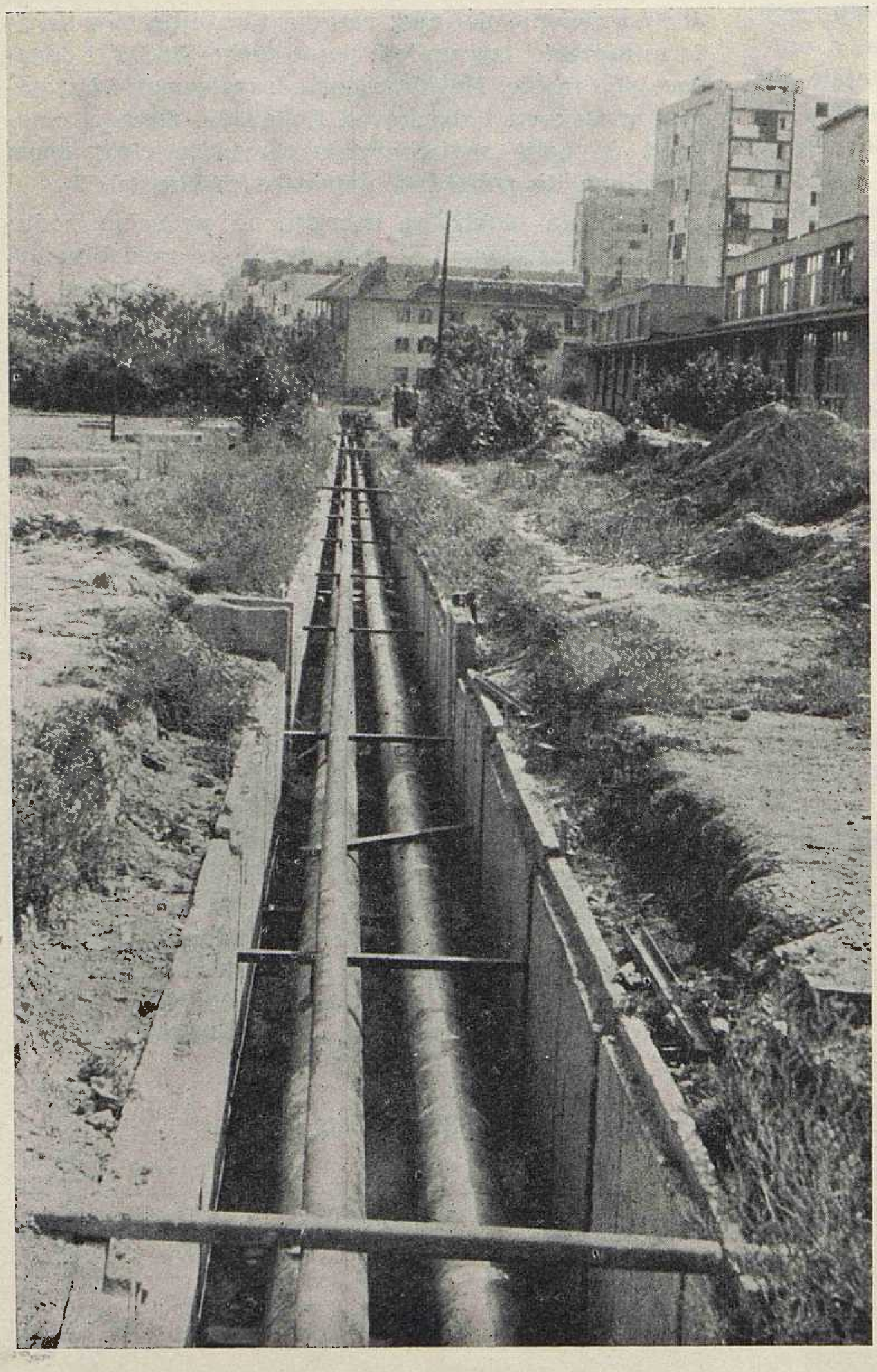
Stanje	Dužina/km nn. mreže	Broj mjesta		Broj potrošača	Potrošnja MWh
		elektr.	neelektr.		
1946. g.	—	31	712	11.482	9.827
1950. g.	—	40	703	23.446	17.083
1956. g.	—	79	664	43.069	37.808
1960. g.	2.102	319	424	86.319	111.414
1965. g.	3.417	513	230	144.883	269.376

Seoska domaćinstva u Slavoniji još uvijek nedovoljno koriste električnu energiju. Stručnjaci »*Elektroslavonije*« prate i pomažu ova kretanja, no, poljoprivrednicima se ne može čak ni dočarati sva korist koju bi imali primjenom električne energije. Ekonomska reforma će u svakom slučaju ubrzati elektrifikaciju poljoprivrednih domaćinstava kao i velikih industrijsko-poljoprivrednih kombinata.

Financiranje izgradnje objekata 110 kV prije se vršilo iz općeg investicionog fonda, a u novije vrijeme sve se češće traži od zainteresiranih potrošača da sudjeluju u izgradnji. Također su i objekti 35 kV bili prije financirani isključivo iz sredstava investicionih fondova kotara i Republike, dok sada padaju na teret »*Elektroslavonije*« i općina na čijem području se grade.

Elektrifikacija na području poduzeća »*Elektroslavonije*« nije obavljana samo u širinu tj. u pravcu povezivanja još nepovezanih područja. Ona se neprekidno razvija i kod postojećeg konzuma.

Radi naglog razvoja konzuma s jedne strane i ograničenih sredstava amortizacionog fonda s druge strane, postepeno dolazi do preopterećenja postojećih distributivnih mreža. To je naročito došlo do izražaja u većim mjestima kao što su Osijek, Slavonski Brod, Vinkovci, Našice i Vukovar. U jubilarnoj godini u



Sl. 3. Izgradnja parovoda u Osijeku

Sl. 4. Osijek

Osijeku je potpuno likvidiran sistem 3 kV koji je bio izgrađen još 1930. godine.

Da bi se izbjegla ponovna zagušenost prijenosnog sistema i da se ne bi ponovile stare teškoće, kolektiv »Elektroslavonije« poduzeo je niz mjera za izgradnju novih objekata u bazenu Slavonije. U prvoj godini petog decenija djelovanja kolektiva izgradit će se dvije transformatorske stanice 35/10 kV u Osijeku koje će napajati centar, zatim transformatorska stanica 110/35 kV. Pored toga planirana je izgradnja 110 kV dalekovoda i transformatorska stanica u Vukovaru, kao i izgradnja 110 kV dalekovoda i transformatorske stanice u Slavonskoj Požegi. U Slavonskom Brodu izgradit će se transformatorska stanica »Brod II« 35/10 kV.

U proteklom razdoblju poduzeće *»Elektroslavonija«* prošlo je kroz različite organizacione oblike. Današnja organizacija poduzeća djeluje od 1. I 1966. godine, a predstavlja plod prethodnog svestranog razmatranja organizacionih oblika unutar kolektiva.

Danas u poduzeću ima osam radnih jedinica. Sistem organizacije poduzeća po radnim jedinicama omogućuje i garantira punu samoinicijativu i zainteresiranost za unapređenje rada. Prema postojećoj organizaciji djeluju i organi upravljanja. Svaka radna jedinica ima svoj savjet i komisije kao i zbor radne jedinice. Za cijelo poduzeće formiran je jedan radnički savjet i odbori kao pomoćni organi tog savjeta. U Radničkom savjetu ima 37 članova, dok Upravni odbor broji 12 članova. Analogno toj organizaciji formirane su i društveno-političke organizacije u kolektivu. Poduzeće je u osnovi jedinstveno, što se odražava u jedinstvenoj poslovnoj politici, jedinstvenim sredstvima rada, investicionoj politici i stručnom rukovođenju.

Vladimir Stanić

PROBLEMI STVARANJA JEDINSTVENOG ENERGETSKOG SISTEMA SOVJETSKOG SAVEZA

U posljednjem desetgodišnjem periodu su u najjače naseljenim i industrijski razvijenim krajevima evropskog dijela SSSR-a formirane velike energetske zajednice: Centar, Ural, Jug, Srednje Povolžje, Sjeverozapad, Sjeverni Kavkaz i Zakavkazje, a na azijskom dijelu Centralni Sibir, Srednja Azija i Kazahstan. Danas je u SSSR-u devet takvih ujedinjenih energetskih sistema sa snagama od 10.000 do 15.000 MW, a predviđeno ih je 13 do 1970. godine. Proizvodnja električne energije u tim zajednicama podmirit će više od 90% potreba u zemlji.

Jedinstveni energetski sistem evropskog dijela SSSR-a formiran je izgradnjom dugih dalekovoda napona 400 kV koji su međusobno povezali Centar, Povolžje i Ural, dok su dalekovodi 220—330 kV povezali Jug sa Centrom i Sjevernim Kavkazom. Ove su veze bile pojačane prijelazom dalekovoda 400 kV na napon 500 kV, a također i izgradnjom istosmjernog prijenosa 800 kV, Volgograd — Donbas. U idućim godinama bit će jedinstvenom sistemu pripojeni Sjeverozapad i Zakavkazje, čime će taj sistem obuhvatiti čitav evropski dio SSSR-a i osigurati 75% potreba zemlje u električnoj energiji, s ukupnom snagom od 100 milijuna kW u 1970.

Ujedinjenje energetskih sistema povisilo je ekonomičnost njihovog rada, povećalo kvalitet električne energije zahvaljujući većoj stabilnosti frekvencije i napona, a osim toga povisilo sigurnost snabdijevanja u uvjetima različitih mogućnosti proizvodnje pojedinih energetskih izvora tokom godine.

U slijedećih desetak godina osnovni problem razvitka energetike zemlje je iznalaženje najekonomičnije opskrbe evropskog dijela zemlje, gorivom i električnom energijom, s obzirom na veću naseljenost i industrijsku razvijenost tog dijela zemlje. Proračuni pokazuju da je poslije 1970. ekonomski opravdano u energetsku bilancu jedinstvenog energetskog sistema evropskog dijela SSSR-a uklopiti energetske izvore gorivom bogatih istočnih rajona zemlje. Na tim istočnim izvorima će se graditi velike kondenzacione elektrane, iz kojih će dalekovodi napajati električnom energijom evropski dio zemlje na rastojanjima od 2000—4000 km. Ovaj prijenos je najekonomičniji dalekovodima istosmjernog napona 1500 kV i prijenosne snage 6000 MW, dok je u daljnjoj perspektivi predviđen istosmjerni prijenos dalekovodima 2200 kV, koji će prenositi snage od 12000 MW. Tako je do 1975. godine predviđena izgradnja dvaju dalekovoda istosmjernog napona 1500 kV Ekibastuz-Centar i Itat-Ural, s pomoću kojih će jedinstvenom energetskom sistemu evropskog dijela zemlje biti pripojene energetske zajednice Kazahstana i Centralnog Sibira. Time će biti stvoren jedinstveni energetski sistem Sovjetskog Saveza, koji će obuhvatiti oko 90% snage energetskih sistema zemlje.

Zajednički rad ujedinjenih energetskih sistema evropskog i azijskog dijela ima velike ekonomske i tehničke prednosti, kao npr. mogućnost izgradnje elektrana na mjestima izvora goriva, postizanje optimalnog kombiniranja rada termo i hidroelektrana itd.

Stvaranje tako velike energetske zajednice, čija bi ukupna instalirana snaga prelazila 250.000 MW, uzrokuje nastajanje još nekih tehničko-ekonomskih problema, kao npr. ekonomska svrsishodnost raspoređa elektrana, izbor i obrazloženje izbora naponskog nivoa magistralnih električnih mreža, kao i osiguranje pouzdanog rada gigantskog jedinstvenog energetskog sistema zemlje, koji se prostire na nekoliko tisuća kilometara.

(Električeskije stancii br. 1/1967.)

I. Hrs

ENERGETSKA POLITIKA SR NJEMAČKE I EVROPE

Ukupna unutarnja potrošnja energije SR Njemačke iznosila je 129 milijuna t SUJ 1950, a 239 mil. t SUJ 1965 godine. (SUJ ≐ Standardna ugljena jedinica; 1 t SUJ = 8 MWh = oko 7 Gcal). Na području zemalja EZT (Evropsko zajedničko tržište: Belgija, Francuska, Holandija, Italija, Luksenburg, Savezna Rep. Njemačka) iznosila je 1965. god. ukupna potrošnja energije 623 mil. t SUJ: 1975. se očekuje 850 mil. t SUJ. To odgovara stopi rasta od 3,2% godišnje. Potrošnja energije po glavi bila bi tada godine 1975. za EZT oko 4,5 t SUJ; Engleska je međutim imala već 1965. potrošnju preko 5 tona, a USA preko 8 tona SUJ po glavi godišnje.

Njemački ugljen potiskuju danas i ložno ulje i jeftini američki ugljen. U budućnosti će još doći i zemni plin i nuklearna energija. EURATOM očekuje da će krajem stoljeća oko 1/4 ukupne potrošnje energije podmirivati nuklearno gorivo. U SR Njemačkoj pala je proizvodnja kamenog ugljena od 153 mil. tona u 1956. godini na 129 mil. tona u 1965. godini, unatoč investicijama od preko 7 milijardi DM, kojima je uspjelo povisiti dnevni učin po čovjeku i smjeni od 1642 kg u 1958. na 2705 kg u 1965. godini. Broj ugljenokopa smanjio se u SR Njemačkoj od 172 krajem 1957. godine na 105 krajem 1965, a na cijelom području EZT od 416 na 240.

Postavlja se pitanje smije li se dozvoliti da dođe do potpunog zatvaranja kopova kamenog ugljena u SR Njemačkoj i ostalim zemljama EZT? Većinom se smatra da bi barem 40 % energetskih potreba trebalo pokrivati sa vlastitog područja. Kao glavni razlozi navode se:

Za ponovno otvaranje i razvijanje ugljenokopa treba oko 15 godina.

Na području danas nerazvijenih zemalja živjet će godine 2000. predvidivo skoro četiri petine čovječanstva. Njihova potrošnja energije bit će tolika, da je neizvjesno da li će biti dovoljno nafte i plina ako se njima zamijeni sav ugljen?

Glavna naftna ležišta nalaze se na područjima danas nerazvijenih zemalja. Jasno je da će one podmirivati u prvom redu svoje potrebe.

Ne zna se kako će se razvijati cijene nafti i američkom ugljenu.

Njemačka poduzima velike napore da uz zadržavanje slobode uvoza zaustavi sadašnji pad potroška i proizvodnje ugljena. Uvedena je trošarina od 25 DM po toni na teško, a 10 M/t na lako ložno ulje. Donesen je zakon da barem 50 % nove proizvodnje električne energije mora uslijediti ugljenom iz jamskih kopova, a sve elektrane koje se obavežu na isključivu upotrebu toga ugljena dobivaju premiju od 15 DM po toni upotrebljenog ugljena. Sporazum države s velikim dobavljačima ložnog ulja da uvedu »samoograničenje« dobave pridržavajući se stope rasta do 8 % godišnje nije donio nikakav rezultat; iz 8 je postalo 16 % god. Razlog je neograničenje uvoza nafte i derivata, te su se pojavile nove »pridošlice« koje se nisu brinule za utanačenja o ograničenju.

Njemačka čelična industrija ne može pri cijeni koksa iz njemačkog ugljena konkurirati čeličanama koje rade s koksom iz američkog ugljena. One zahtijevaju subvenciju. Proučava se da se sredstva za to namaknu iz povećanja trošarine na ložna ulja, u prvom redu na laka.

Teškoće ugljenokopa stvaraju i socijalne probleme uslijed smanjenja broja rudara i njihove nedovoljne zarade. Poduzet je niz socijalnih mjera kojima je cilj da suvišni rudari ili odlaze u mirovinu pod povoljnim uvjetima ili da se tako prekvalificiraju da u novom zaposlenju budu stručni, a ne samo pomoćni radnici te da im bude osigurana i rudarska renta i stan.

Unutar zemalja članica EZT najveći je problem postizavanje pravedne unutarnje raspodjele proizvodnje ugljena i preuzimanje obaveza za njegov otkup.

(Das Gas und Wasserfach No. 51 1966.)

I. J.

ELEKTROPRIVREDA SAD — ZNAČAJNO TRŽIŠTE UGLJENA U BUDUĆNOSTI

Ugljen, a posebno kameni ugljen, zauzima najveći udio u strukturi svjetske potrošnje energije. Međutim, pojavom nafte i zemnog plina udio ugljena u ukupnoj potrošnji energije sve više opada. Dok je 1860. godine udio ugljena u ukupnoj svjetskoj potrošnji energije iznosio 99,4% (od toga kameni ugljen 98% a mrki ugljen 1,4%), već sto godina kasnije, odnosno 1960. godine, udio ugljena se smanjio na svega 52%. Na tekuća goriva otpadalo je te godine oko 31%, na plinovita goriva oko 15% a na hidroenergiju 2%.

SAD raspolažu s gotovo 50% svjetskih zaliha kvalitetnog ugljena s najekonomičnijom ekstrakcijom pa ugljen zauzima vidno mjesto u strukturi potrošnje energije elektroprivrede. Proizvodnja električne energije SAD ima slijedeću strukturu potrošnje energije: ugljen oko 62%, nafta i plin oko 22%, nuklearna energija oko 1,2% i hidroenergija oko 15%. Termoelektrane SAD utrošile su 1960. godine 45% proizvodnje ugljena u zemlji.

Glavni konkurenti ugljena na energetskom tržištu su nafta i zemni plin. Pod pritiskom ekspanzije ovih oblika energije proizvodnja ugljena SAD smanjena je u sedam poslijeratnih godina za 230 milijuna tona odnosno od 630 milijuna tona iz 1947. na svega 400 milijuna tona u 1954. Željeznice su prešle od parnih na dizelske lokomotive. Time je smanjena proizvodnja ugljena za 135 milijuna tona godišnje. Osim toga i veliki porast potrošnje zemnog plina u kućanstvu utjecao je na smanjenje potrošnje ugljena za daljnjih 100 milijuna tona godišnje.

Iz analiza »Coal Age« stručnog časopisa ugljenokopa SAD proizlazi da će elektroprivreda i u budućnosti biti osnovni potrošač ugljena. Nagli porast potrošnje električne energije u kućanstvima održat će se i nadalje pod utjecajem porasta populacije i broja kućanstva te sve veće primjene kućanskih elektroaparata za klimatizaciju, električno grijanje i suvremenu kuhinju. Time će se povećati potražnja ugljena za proizvodnju termoelektrana od 209 milijuna tona iz 1963. godine na 450 milijuna tona u 1975. godini.

Nuklearnu energiju ne smatra »Coal Age« ozbiljnim konkurentom na energetskom tržištu sve do 1975. godine. Smatra da će nuklearne elektrane sudjelovati 1975. godine samo s oko 10% u ukupnoj proizvodnji električne energije. Gorivo nuklearnih elektrana ima pred sobom još dugi put borbe s ugljenom na području ekonomičnosti utoliko više što ugljenokopi stalno povećavaju svoju produktivnost a i na području transporta ugljena uvode nove racionalizacije kao npr. transport ugljena cjevovodima (ugljene prašine pomiješane vodom) do specijalnih velepotrošača u okolici ugljenokopa. Uvođenjem specijalnih vlakova za transport ugljena i sniženjem željezničkih tarifa znatno su sniženi troškovi prevoza.

D. Feöcze dipl. ek.

Postupak za brzo određivanje specifičnog potroška topline u termoelektranama

Specifičan potrošak topline vrlo je važan pokazatelj rada termoelektrana. Njegovo utvrđivanje skopčano je s nizom poteškoća koje s jedne strane daju rezultate s izvjesnim zakašnjenjem (na primjer klasična računska metoda i bilanciranje), a s druge strane prilično nesigurne rezultate. Ovo potonje odnosi se na direktnu metodu, gdje na bazi uložene topline (količina goriva x kalorična vrijednost) i proizvedene električne energije slijedi specifični potrošak.

Autor Horst Robiné je iznio jednu metodu brzog utvrđivanja specifičnog potroška na bazi indirektne metode, tj. praćenja gubitaka. Razumljivo je da ovom metodom ne mogu biti obuhvaćeni svi gubici, već su izabrani oni koji bitno utječu na specifični potrošak, pa se mogu na temelju određenih mjernih veličina pratiti.

Kao osnova služi specifični potrošak kod optimalnog opterećenja. Za promijenjene uvjete opterećenja, temperature rashladne vode, temperature dimnih plinova, pritiska i temperature pregrijanja, pritiska i temperature svježe pare i slično, ovome se osnovnom potrošku dodaje određeni postotak. Veličina ovoga dodatka očitava se iz posebnih dijagrama, čime se postiže vrlo brzo utvrđivanje specifične potrošnje.

(»Energie« broj 9/1966)

Tri godine »ENEL«-a

Prema prikazu: *L'attività dell'ENEL nel suo primo triennio di vita illustrata da due conferenze del suo Presidente«.* (Djelatnost ENEL-a povodom trogodišnjice postojanja).

Na inicijativu Talijanskog centra za istraživanja i informacije o privredi državnih poduzeća (CIRIEC), predsjednik ENEL-a, advokat Di Cagno, održao je 20. lipnja 1966. na Univerzitetu Bocconi u Milanu predavanje o djelatnosti ENEL u prve tri godine postojanja, kao i rezultate bilance posljednje godine.

Advokat Di Cagno je prije svega istakao značajan rad s kojim se ENEL suočio na početku svoga djelovanja, u svrhu postavljanja jedne nove organizacije, prema kojoj je prenošenje privatnog poslovanja na nov način poslovanja trebalo nanijeti što je moguće manju štetu, kako u odnosu na samo poslovanje tako i na potrošače. Zatim je dosta značajnim ciframa prikazao predvidive rezultate studija u cilju postavljanja programa novih električnih postrojenja koja bi se trebala izgraditi u slijedećem petogodištu: na bazi tog programa predviđa se godišnji porast potrošnje od 9%, koji se odnosi na čitavu zemlju na kraju 1971., s godišnjom potražnjom energije od 138,5 milijardi kWh i maksimalnom snagom od 26.100 MW.

Uzimajući u obzir postrojenja snage 6740 MW, koja su već u izgradnji 1. prosinca 1965., kao i postrojenja od cca 1550 MW, obuhvaćena programom nenacionaliziranih poduzeća (samostalni proizvođači i poduzeća pod gradskom upravom), — za pokriće potražnje predviđene za 1971., trebala bi ENTE izgraditi novih postrojenja ukupne snage od okruglo 3700 MW, (tj. tradicionalnih postrojenja hidroelektričnih od 889 MW i termoelektričnih od 2850 MW.) Program, osim toga, obuhvaća i izgradnju jedne nove nuklearne elektrane od 600—700 MW, s godišnjom proizvodnjom od cca četiri milijarde kWh, koja bi elektrana trebala biti stavljena u pogon 1971. Ova će se elektrana, po svojoj prilici, izgraditi negdje u Lombardiji.

Program koji je već u toku svoga ostvarenja dat će u toku 1971. više od 53 milijarde kWh nove raspoložive energije.

Advokat Di Cagno se je također dotakao i problema seoske elektrifikacije. ENEL je u tu svrhu poduzeo već niz ispitivanja, u svrhu ustanovljenja stvarnog stanja problema: broj raštrkanih naselja koje treba okupiti, broj postrojenja koja treba izgraditi, te za to potrebne investicije. Rezultat toga ispitivanja je, da broj stanovnika koje treba okupiti iznosi 1,700.000 do 1,800.000, koji nastavaju cca 350.000 raštrkanih kuća, od kojih se oko 75% nalaze u južnoj Italiji i na otocima. Potrebne investicije procijenjene su na 300 milijardi lira. Za prvi milijun stanovnika troškovi bi iznosili oko 105 milijardi lira, tj. 105.000 lira po stanovniku. — Što se tiče tarifa, Di Cagno je podvukao činjenicu, da su one nastale na visini iz 1959., dok su troškovi znatno porasli (plaće su povećane za 71,8%, a cijena bakru se od 1961. gotovo udvostručila).

(»Energia elettrica« br. 7/1967)

L. P.

Aluminij postaje sve važniji

Povećanjem cijene bakra, upotreba aluminija za napojne i spojne kabele dobiva sve veći značaj. Jedna britanska firma — Aerialite iz Stalybridge-a proizvodi više vrsta kabela sa provodnicima od punog aluminija, izrađenim prema britanskom standardu BS 2004. Firma Pyrotena nudi aluminijske kabele izolirane mineralnim izolatorima tipa »Alpiro«, a firma Pirelli General Cable Works iz Southampton-a proizvodi aluminijske kabele za visokonaponsku upotrebu.

Mogućnost izgradnje naftovoda Iran — Bugarska

Predstavnici naftne industrije iz Irana i Bugarske vodili su pregovore o dugoročnoj isporuci nafte. Pošto se radi o isporukama većih količina, u okviru pregovora posebno je razmotrena mogućnost izgradnje naftovoda koji bi povezivao iranska naftna polja s Plovdivom, gdje je predviđena izgradnja rafinerije velikih kapaciteta.

Preko naftovoda Iran—Bugarska, izgradnjom posebnih ogranaka mogle bi se naftom snabdijevati i druge države u jugoistočnoj Evropi.

Sjeverna Afrika izvozi zemni plin u Evropu. Za izvoz bogatih nalazišta zemnog plina u Alžiru pa i Libiji postoje dva projekta plinovoda. COMES projekt predviđa trasu od Mostaganema sjevernoistočno od Orana (za nalazište zemnog plina kod Hassi R'Mela jugoistočno od Mostaganema) preko Sredozemnog mora, Cartagene i Barcelone u području Marseille-a na kojem se jedan krak odvaja za Ženevu, Zürich, Salzburg i Amsterdam, a drugi za Lyon do područja Karlsruhe. Trasa »RIVERGAS« projekta polazi iz Bône na alžirskoj obali (jugoistočno je nalazište zemnog plina na Hassi-Messaoud) pa pored zapadne obale Sardinije i Korzike preko La Spezie i područja Genove i Švicarske do Ulma. Italija (ENI) sklopila je ugovor s Libijom (ESSO) o isporuci 3 mlrd m^3 a Španjolska 0,5 mlrd m^3 zemnog plina godišnje.

Zemni plin se sada već izvozi iz Alžira — ali posebnom tehnikom — u Veliku Britaniju i Francusku. Postoje ugovori između alžirskih proizvođača zemnog plina i poduzeća Gas Council iz Velike Britanije za isporuku 1 mlrd m^3 i francuskog poduzeća Gaz de France za isporuku 0,5 mlrd m^3 zemnog plina, koji se ukapljuje i kod temperature od —161 °C transportira u posebno izgrađenim tankerima iz alžirskog pristaništa Arzev do Londona i Le Havrea. Ukapljeni zemni plin se ovdje ponovno oplinjuje i plinovodima transportira u područja potrošnje. Iskustva pokazuju da je ovakva tehnika transporta zemnog plina: ukapljivanje, duboko zamrzavanje, prevoz tankerima, ponovno oplinjavanje te prenos cjevovodima do mjesta potrošnje, ekonomična pa se očekuje da će zemni plin Sjeverne Afrike i ovom tehnikom transporta sve više prodirati na energetsko tržište Evrope.

Organizacioni aspekt strukture proizvodnje javne elektroprivrede Austrije. Javnu opskrbu električnom energijom u Austriji vrše savezna (Sondergesellschaften), pokrajinska (Landesgesellschaften), gradska (Landeshauptstädtische EVU) i ostala elektroprivna poduzeća. Svaka od ovih grupacija proizvodi električnu energiju. Struktura te proizvodnje u protekle tri godine ima ove odnose:

Struktura proizvodnje javne elektroprivrede Austrije (organizacioni aspekt)

Grupacija elektro privrednih poduzeća	1962		1963		1964	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Savezna	9.184	63,0	9.402	62,0	10.541	62,3
Pokrajinska	4.500	30,8	4.829	31,9	5.321	31,5
Glavni gradovi pokrajina	307	2,1	308	2,0	345	2,0
Ostala	594	4,1	614	4,1	706	4,2
	14.585	100	15.153	100	16.913	100

Elektroprivreda Austrije je nacionalizirana. Najveći dio proizvodnje otpada na savezna elektroprivredna poduzeća. To su dionička društva posebnog karaktera. 50% dionica otkupljuje država. Preostali dio dionica otkupljuju zainteresirana pokrajinska i druga poduzeća odnosno i drugi interesenti u zemlji. Druga po veličini proizvodnje su pokrajinska elektroprivredna poduzeća, također dionička društva. Svaka savezna pokrajina ima po jedno elektroprivredno poduzeće koje snabdijeva električnom energijom cijelo područje odnosne pokrajine, osim područja glavnih pokrajinskih gradova. Svaki glavni grad pokrajine ima svoje elektroopskrbno poduzeće. Odnosi proizvodnje ovih grupacija elektroprivrede jedva da se mijenjaju iz godine u godinu. U skladu s izvršenom podjelom rada u elektroprivredi i s razvojem potrošnje električne energije svaka od elektroprivrednih grupacija ima svoju stopu rasta izgradnje elektrana i ostalih elektroenergetskih objekata i svoju stopu rasta proizvodnje električne energije. Savezna elektroprivreda izravnava viškove i manjkove električne energije u zemlji a višak energije izvozi.

Prognoza potrošnje električne energije u Francuskoj. Electricité de France (EdF) prognozira do 1980. godine slijedeće količine potrošnje električne energije:

1970	—	151 do 152 TWh
1975	—	215 do 225 TWh
1980	—	430 do 450 TWh

Predviđa se da će se do 1975. godine izgraditi nove hidroelektrane s proizvodnjom od 15 TWh, nuklearne elektrane s proizvodnjom od 25 do 30 TWh, dok bi ostatak pokrile nove termoelektrane.

Prema naslovnom izvještaju za 1964. godinu EdF, bruto potrošnja električne energije iznosila je 96 TWh ili za 8,1% više od prethodne godine. U ovoj količini sadržani su gubici u mreži s 8,1 TWh. Uvezeno je iz Španjolske 1.700 GWh, Švicarske 980 GWh, Italije 480 GWh, Velike Britanije 300 GWh i SR Njemačke 195 GWh. Izvezeno je u Švicarsku 1000 GWh, Belgiju 140 GWh, Italiju 130 GWh, Španjolsku 120 GWh i Veliku Britaniju 90 GWh. Saldo razmjene energije iznosi oko 2,2 TWh uvoza energije.

Snowy Mountains projekt izgradnje hidroenergetskog potencijala Australskih Alpa. Grandiozni pothvat navodnjavanja i izgradnje hidroelektrana na vodama Australskih Alpa, poznat pod imenom »Snowy Mountains Projekt«, dovršen je već s 50%. Smatra se budućim svjetskim čudom.

Australija, najsuši kontinent, ima u prosjeku za 40% manje padavina od ostalih dijelova svijeta. Osim toga, sve padavine su geografski neravnomjerno raspoređene.

Snowy-River teče iz Australskih Alpa kratkim tokom u Tasmanijsko more pa se vode ove rijeke nisu mogle iskoristiti za navodnjavanje širih područja. Snowy Mountains Projekt mijenja tok ove rijeke i njene pritoke Eucumbene tako da će jedna utjecati u rijeku Murray a druga u rijeku Murrumbidgee preko njene pritoke Tumut. Na taj način će vode

ovih rijeka teći u jugozapadnom smjeru. Time će se navodniti 4500 km² daljnjih površina zemlje. Istovremeno će se izgraditi 3000 MW snage elektrana s godišnjom proizvodnjom od 5 milijarda kWh vršne energije.

Australija ima danas izgrađenih elektrana instalirane snage 7700 MW i godišnju proizvodnju 32,5 TWh električne energije od koje količine otpada gotovo 3/4 na proizvodnju termoelektrana.

U okviru »Snowy Mountains Projekta« izgradit će se dva sistema dovodnih tunela duljine 150 km, 9 brana i 10 elektrana od kojih će se neke izgraditi pod zemljom. Promjena tokova ovih rijeka i mogućnost navodnjavanja novih površina dovršit će se 1969. godine dok će se posljednja od predviđenih elektrana izgraditi 1975. godine.

Australci su se značajem ovog energetskog centra na području između milijunskih gradova Sidney i Melbourne bavili već prije Drugog svjetskog rata. Odluka o realizaciji ove zamisli donijeta je u toku Drugog svjetskog rata. Oko 1% državnih prihoda u toku 25 godina upotrebljeno je za financiranje izvedbe »Snowy Mountains Projekt«.

SR Njemačka gradi nuklearnu elektranu snage 280 MW. U Obrigheimu, područje Mosbacha, SR Njemačka gradi nuklearnu elektranu snage 280 MW. Ukupni troškovi izgradnje iznosit će 355 milijuna DM. To je treća tzv. »demonstraciona nuklearna elektrana« SR Njemačke. Prva je NE Gundremmingen a druga je NE Lingen u Donjoj Saskoj. Na konferenciji za štampu u Stuttgartu je saopćeno da ove nuklearne elektrane trebaju demonstrirati konkurentnost svojih troškova u odnosu na parne termoelektrane na kameni ugljen.

U financiranju izgradnje nuklearne elektrane Obrigheim (poduzeće: »Kernkraftwerk Obrigheim GmbH« — Nuklearna elektrana Obrigheim, društvo s ograničenim jamstvom) sudjeluju elektroprivredna poduzeća sa 100 milijuna DM i to: »Energieversorgung Schwaben« s 35%, »Badenwerk« s 28%, Technische Werke der Stadt Stuttgart« sa 14%, »Neckar--Werke Esslingen« s 10%, grupa elektroprivrednih poduzeća manjih gradova s 5% te »Kraftübertragungswerke Rheinfelden« s 3%. Preostali dio investicija se pokriva ERP kreditima od 50, doprinosom savezne vlade od 40 i inozemnim kreditima od 165 milijuna DM a pokrajina Baden-Würtemberg za 65 milijuna DM.

Opskrba kućanstava SAD energijom nuklearnih elektrana. U svojem godišnjem izvještaju za 1964. godinu AEC (Komisija za atomsku energiju SAD) predviđa da će se 1980. godine 8 milijuna kućanstava SAD snabdijevati električnom energijom nuklearnih elektrana.

Dinamika strukture energetske potrošnje. U proteklih 100 godina znatno su unaprijeđene tehnika i tehnologija proizvodnje uopće a paralelno s razvojem privrede stalno se mijenjala i struktura energetske potrošnje. Ugljen je nadomjestio drvo, prvobitni energetski faktor, a nafta i zemni plin sve više istiskuju ugljen s energetskog tržišta. Sada se već pojavljuje nuklearna energija kao perspektivni konkurent na energetskom tržištu. Na pomolu je i energija uljnih škriljaca. SAD su počele ulagati znatna sredstva u ekonomičniju preradu i eksploataciju neizmjernih količina uljnih škriljaca Colorado-Platoa.

Značajno je, međutim, da je period dominacije pojedinog novog oblika energije u strukturi energetske potrošnje sve kraći jer je proces ekonomskog razvoja sve brži. Dok je drvo kao oblik energije dominiralo tisućama godina, ugalj je vladao samo oko 100 godina. Nafta je ozbiljno ugrozila opstanak ugljena na energetskom tržištu. Međutim, dominacija ekonomičnije nafte ocjenjuje se samo s 50 godina dok bi period ekspanzije zemnog plina trebao biti još kraći. Ni nuklearna energija neće biti izvan konkurencije kad i ako osvoji vodeće pozicije u strukturi energetske potrošnje. Širom svijeta se istražuju mogućnosti efikasne eksploatacije energije sunca, geotermije, plazmatehnike i drugih.

Investicione odluke u privredi osnivaju se na perspektivi razvoja tehnike i nauke uopće pa je očekivati da će struktura energetske potrošnje u okviru ovakvog kvaliteta ekonomskog rasta biti sve složenija.

Složena tehnika zahtijeva intenzivnije investicije. Dok su investicije u energetiku drva i ugljena bile, gledane u masi, tako reći skromne u odnosu na investicije u naftu i zemni plin, ulaganja potrebna za osvajanje nuklearne energije još su veća. Ova ulaganja u proteklih 10 godina dala su vidne rezultate. Prva generacija izgrađenih nuklearnih reaktora proizvodila je električnu energiju s 5,7 dolarskih centa po kWh. Već druga generacija nuklearnih reaktora proizvodi električnu energiju s 0,8 do 1,0 a treća generacija s 0,4 do 0,5 dolarskih centa po kWh. Dakle, u toku samo jedne decenije uspjelo je sniziti troškove proizvodnje električne energije u nuklearnim elektranama za preko 90%. *D. Feöcze*

Nova energetska postrojenja u Bugarskoj. U toku 1967. u Bugarskoj će ići u pogon nove elektrane snage od 570 MW, među kojima su termoelektrane »Marica—Istok 11« — 300 MW i »Varna« — 200 MW.

Puštanjem u rad novih elektrana ostvarit će se ukupna godišnja proizvodnja od 13,5 milijardi kWh. U odnosu na proizvodnju 1966. ovogodišnja proizvodnja će se povećati 15,5 %. Ostvarenjem proizvodnih planova u ovoj godini na stanovnika u Bugarskoj će otpasti količina električne energije od 1 600 kWh.

U svrhu poboljšanja elektroenergetske situacije usvojen je plan da se Bugarska poveže s energetskim sistemom S E V.

U realizaciji toga programa u prvi plan je ušla izgradnja dalekovoda K r a j o v a (Rumunjska) — B o j č i n o v c i (Bugarska), čija izgradnja ulazi u završnu fazu.

Treba istaknuti da su u Bugarskoj počele pripreme za izgradnju prve atomske elektrane u selu K o z l o d u j, na Dunavu.

U gradnji atomske elektrane, snage 800 MW, učestvovat će stručnjaci iz SSSR, a samo postrojenje gradit će se u etapama. U prvoj etapi izgradit će se elektrana snage 400 MW koja prema usvojenom planu treba biti gotova do 1973. *I. R.*

Savezni dispečerski centar i regulacija snage i frekvencije

U prijedlogu financijskog plana JUGELa za 1967. predviđena su i sredstva za izgradnju saveznog dispečerskog centra. Uz dokumentaciju plana izrađen je i prikaz tehničkog rješenja i funkcioniranja informativnog sistema, koji se izgrađuje. Donosimo nekoliko informacija i podataka iz toga prikaza.

Do organiziranja Saveznog dispečerskog centra došlo je iz više razloga. Jedan od njih je loše operativno upravljanje u elektroprivredi u tehnološkom i u metodološkom pogledu, koje ne odgovara već današnjim potrebama, a pogotovo neće više odgovarati u doglednoj budućnosti. Kako je dosad instalirano u našoj zemlji oko 3600 MW proizvodnih kapaciteta, a do 1971. se predviđa da će ih biti oko 8000 MW, to se vidi očita potreba za jednim centrom u koji bi se automatski slijevao niz informacija s terena, i dobiveni podaci obrađivali sa svrhom donošenja optimalnih rješenja. Osim toga, daljnji razlozi za uspostavljanje centralnog dispečerskog mjesta jesu činjenice, da se potrošnja energije teritorijalno ne poklapa s njenom proizvodnjom, zatim da se sve više energije razmjenjuje sa susjednim zemljama, kao i da će se pooštriti zahtjevi u pogledu kvalitete dobavljene energije (plaćanje penala za prekide snabdijevanja i lošu kvalitetu energije).

Iz gornjih je razloga 1961. izrađen Program investicione izgradnje Saveznog dispečerskog centra i regulacije snage i frekvencije. Program je bio zamišljen za tadašnje stanje organizacije elektroprivrede, ali s mogućnošću prilagođenja novim uvjetima, pa je kasnije i nadopunjavan.

Ovaj je program bio baza za stvaranje tzv. informacionog sistema za prijenos i obradu informacija. Informacioni se sistem planira za razdoblje od 1968—1978. godine, kada treba da bude optimalan. Od njega se traži da odgovara momentalnim potrebama elektroprivrede, da bude elastičan pri uvođenju novih objekata u pogon i novih organizacionih formi rada, da koristi najsuvremeniju tehniku, da daje visoku sigurnost pogona, i da se upotrebljava standardizirana i unificirana oprema. Programom je dan kostur samog sistema, a pojedina će poduzeća projektirati i nabavljati opremu u svom djelokrugu.

Informacioni bi sistem sadržavao nekoliko podsistema: mrežu veza, mrežu kontrole (telemjerenja i telesignalizaciju u jednom smjeru), teleregulaciju i obradu podataka.

Mreža veza bi služila za prijenos govornih i telemehaničkih informacija radi zadovoljenja operativnih i upravno-administrativnih potreba. Dosadašnja je mreža bila neelastična, ponegdje slabih kvaliteta, nedovoljno automatizirana, s premalim brojem kanala, koristila se raznolika oprema i sl.

Mreža kontrole sadrži telemjerenja i telesignalizaciju. Do sada se u manjem dispečerskom centru znalo stjecati i do par hiljada ovakvih informacija, koje dispečer nije mogao niti pratiti, a kamoli donijeti i brzo rješenje. Današnjim bržim prijenosom i automatskom obradom ovih informacija u računskom centru omogućeno je brzo donošenje optimalnih rješenja. Podaci koji se prenose jesu: aktivna i reaktivna snaga, napon, energija, frekvencija i nivo vode u bazenima. Predlaže se kao koristan podatak i prijenos količine isporučene energije.

Podsistemom teleregulacije regulirala bi se iz Saveznog dispečerskog centra snaga i frekvencija na međunarodnim vodovima, a iz glavnih dispečerskih centara (Beograd, Zagreb, Sarajevo) snaga i frekvencija unutar njihovih područja.

Podsistemom obrade podataka obrađivali bi se dolazeći signali u nekoliko stupnjeva obrade. Prvi bi stupanj bio u velikim termoelektranama, hidroelektranama jednog sliva i centralnoj transformatorskoj stanici, drugi u područnim dispečerskim centrima i treći u Saveznom dispečerskom centru kao koordinacionom centru čitavog energetskog sistema Jugoslavije. Dosad se izvodio drugi stupanj obrade s manom da se stjecalo previše podataka kod dispečera, i to na analognim indikatorima. Zatim, daljnja je analitička obrada ovih podataka dugotrajna, pa nije rukovodstvo za neposrednu akciju, nego je tek kontrola rada. Današnjim uvođenjem elektroničkih načunala bit će omogućeno puno efikasnije poslovanje dispečera, koji će gotovo trenutno dobivati optimalna rješenja i situacije.

M. Vujnović

Nove tarife električne energije

U Zajednici jugoslavenske elektroprivrede pripremaju se prijedlozi novog sistema cijena, koje bi trebale doći na snagu iduće godine.

Osnovni razlozi za izmjenu tarifa i cijena su, što se prihodima od prodaje električne energije ne mogu pokriti troškovi, a niti potrebe za proširenjima instalacija. Cijene za kućanstva su neekonomične, tj. preniske, a s druge strane cijene za izvjesne velike potrošače su previsoke. To su proizvođači ferolegura i karbida, aluminija i željezara sa elektro-pećima.

B. B.

Problemi oko HE Đerdapa

Za »Okruglim stolom ‚Borbe'« održanim 23. ožujka o. g., naši poznati stručnjaci, naučni i javni radnici razgovarali su o mogućnostima otklanjanja neželjenih posljedica HE Đerdap.

Zbog drastičnog smanjenja brzine vode, do čega će doći, led će se stvarati nešto ranije i često dopirati čak do Novog Sada. U tim novim uvjetima doći će do zagušenja na nekim mjestima gdje to do danas nije slučaj. Kod toga bi trebalo također žrtvovati nešto od električne energije i maksimalno spustiti nivo vode, čime će se lomiti i propuštati led.

Posebno je opasno otopljenje sa sjevera jer se tada sante gomilaju na nepokretnu ledenu koru i mogu stvoriti oko milijun kubnih metara leda.

To zahtijeva kompleksne studije i proučavanja. Poduzeća »Đerdap«, »Elektroprojekt« i Institut »Jaroslav Černi« izradili su niz studija o režimu leda.

Koristeći strana iskustva i podatke koje su dala naša ranija istraživanja komisija stručnjaka izradit će do kraja ove godine elaborat, koji treba da pruži odgovore na sva tehnička i ekonomska pitanja u vezi s ledom. Ostaje još da se osiguraju sredstva i ostvare predviđene mjere. Pri tome ćemo surađivati ne samo s Rumunjima već i s Mađarima s kojima imamo zajednički Pravilnik o obrani od leda i velikih voda i koji snose 50 posto troškova lomljenja leda na našem području.

Uspor vode i povećani vodostaj izmijenit će odnos Dunav — priobalje. Podzemne vode teže će se kretati k Dunavu i znatna količina voda ostajat će u zemlji, pa se javlja mogućnost da se porastom nivoa ovih voda zemljište zamočvari. Stoga smo se s Rumunjima dogovorili da se izgradnjom hidroelektrana ne smije izmijeniti, tj. pogoršati postojeće stanje. Treba dakle, između sistema samoizlivnih bunara, vezanih pumpnih stanica, drenažnih rovova ili neprobojne betonske zavjese izabrati optimalno tehničko-ekonomsko rješenje, koje će omogućiti da se ništa štetno — u odnosu na ono što je dosad bilo — ne dogodi. Isto tako treba predvidjeti mogućnost da obrambeni sistem u jednom trenutku otkaže i zato treba imati dovoljno rezervi za takav slučaj. Traženo tehničko rješenje bit će dato do kraja ove godine, a radovi izvedeni do kraja 1971.

Značajno je napomenuti, da prva i druga klasa zemlje zahvaća otprilike 75 posto ukupnih površina zemljišta u priobalju, a u slučaju uspora bez intervencije to bi se svelo na 26 posto, dok bi se istovremeno povećao procenat treće, četvrte i pete klase zemlje.

Ako bi se dogodilo da se izmijeni režim podzemnih voda, izmijenio bi se i solni režim zemljišta i time smanjila proizvodna sposobnost priobalnog područja. Danas je površina zasoljenog zemljišta mala, a i stepen zasoljavanja neznatan. Ali, ako bi se podigao nivo podzemnih voda sol bi se gomilala u površinskom sloju zemlje i s vremenom uništavala biljke. Opasnost za zaslanjenje zemljišta ne prijeti samo od podzemnih voda Dunava već i od podzemnih voda koje dotječu sa viših terena, a čiji je kvalitet veoma nepovoljan. Osim toga i samo zemljište predstavlja potencijalan izvor soli. Vjeruje se, međutim, da će sadašnji nivo podzemnih voda biti očuvan, što znači da realna opasnost od zaslanjivanja ne postoji. Dosadašnja istraživanja nisu mogla dati precizne odgovore na pojedina pitanja, ali će daljnja sistematska ispitivanja dati metode efikasnog suprotstavljanja mogućim štetnim posljedicama.

Kad se govori o podzemnim vodama i zaslanjenju postavlja se i pitanje nebranjenih područja. Napravljene su, naime, studije (čiji su početni elementi vrijednost zemljišta i onoga, što ono daje, s jedne, i vrijednost mjera potrebnih da se ono zaštiti, s druge strane) koje pokazuju koja područja treba braniti, a koja ne s tim što bi ova posljednja »Đerdap« platio. Značajno je da u tome podjednako s nama učestvuju i Rumunji.

Međutim neki stručnjaci iznijeli su mišljenje da će tim rješenjem oko 26.000 hektara biti neopravdano isključeno ili ugroženo do te mjere, da neće moći da se koristi. Radi se o zemljištu izvanrednog kvaliteta na kojemu su izvršena znatna ulaganja i gdje se razvija i superintenzivna proizvodnja.

Ako bi se odlučilo da je jedan dio zemljišta — dosad nebranjenog — ekonomičnije braniti, mi bi u to mogli da uložimo samo onoliko sredstava koliko smo mi i Rumunji predvidjeli za otkup tog zemljišta. Dodatna sredstva koja bi bila za to potrebna morat će da uloži netko drugi — zainteresirane komunalne i poljoprivredne organizacije, koje bi od toga imale koristi. Ovdje je primijećeno da su, otkad se HE Đerdap gradi, bili uključeni predstavnici svih zainteresiranih privrednih grana, osim poljoprivrede. A upravo su poljoprivredni organi ti koji su zainteresirani da osiguraju potrebna dodatna sredstva za izgradnju sistema — tj. treba izgraditi nasipe i napraviti unutrašnju mrežu za obranu voda, a poznato je da ti tereni uglavnom leže na slabom materijalu.

Uspor vode smanjit će njenu snagu i ona neće moći kao do sada da sobom odnosi nanose. Gomilanjem nanosa u jezeru podiglo bi se njegovo dno i smanjila njegova zapremina, a još više povećao uspor vode i podigao vodostaj. U dogovoru između Rumunja i nas nisu mogle da budu predviđene sve posljedice tog procesa, kao i tehnička rješenja kako se braniti. Predviđeno je samo da »Đerdap« snosi troškove vađenja i bagerovanja nanosa sa opasnih mjesta, s time što će se oko 20.000 kubnih metara koristiti za građevinske i druge radove.

Smatra se da treba izvršiti saniranje cijelog sliva i antierozivnim radovima zadržati nanose. Drugi izjavljuju da je to rješenje ekonomski gledano apsurdno, jer zahtijeva preko 500 milijardi i 30—50 godina rada. Po njima, ova teza je neprihvatljiva i sa stanovišta zaštite akumulacije, jer se postavlja zahtjev da efekat dođe u određenom periodu.

Potrebno je prije svega urediti sliv Velike Morave, jer Đerdap može da primi godišnje nanose od 4 milijuna kubnih metara, a Morava, prema nekim proračunima, ubacuje u Dunav 10 milijuna kubnih metara nanosa godišnje.

Usvojeno je jedno vrlo kompleksno i ekonomski vjerojatno najopravdanije rješenje. Predviđeno je da za radove, koji će zaustaviti nanose, »Đerdap« kao direktno zainteresiran osigura 102 milijuna novih dinara i Republički fond voda 180 milijuna novih dinara. Republički fond voda upravo uplaćuje ta sredstva, a »Đerdap« je odvojio predviđena sredstva i prenio ih na Združenu elektroprivredu Srbije, koja treba da odluči, da li je bolje ulagati u antierozivne radove ili na akumulaciju.

I. R.

Naknada za eksproprirano zemljište

Republičko vijeće SR Srbije predložilo je Zakon o naknadama za eksproprirano zemljište. Povodom donošenja nacrta ovoga zakona generalni direktor HE »Đerdap« uputio je pismo Odboru za plan i financije SR Srbije u kome se ukazuje na financijski efekat naknada za eksproprirano zemljište na osnovu predloženog zakona.

Na sektoru buduće hidroelektrane eksproprirat će se oko 13.000 hektara zemljišta. Ako se prihvati prijedlog da se za to zemljište plaća tržišna cijena, onda bi hidroelektrane trebale osigurati 220 milijuna novih dinara.

U Odboru za plan i financije Republičkog vijeća SR Srbije vođena je opširna diskusija o pismu upućenom od strane rukovodećih organa HE »Đerdap«. U diskusiji je utvrđeno da bi šira zajednica trebala podnijeti teret izgradnje hidroelektrane »Đerdap«, a ne samo 8000 građana čije će zemljište biti eksproprirano.

Zbog ovih i drugih primjedbi na predloženi zakon odlučeno je odlaganje donošenja republičkog zakona, dok se ne donese savezni zakon o otkupu i odšteti za eksproprirano zemljište.

I. R.

Čemu žuriti s Đerdapom

U »Borbi« od 13. 6. o. g. najavljuje se akcija u cilju skraćenja roka dovršenja Đerdapa prije 1971. i traženja od banaka premija u tu svrhu. S druge strane poznato je da još manjka dio sredstava za povećanje investicija od 229 milijardi st. din, traženih 1965., na 332 milijarde koliko se traži 1966. Tu nisu uračunate investicije za dodatna ulaganja u sanacije od povišenja vodostaja, nasipi, pumpne stanice, zaštite od bujica itd., za što još djelomično nema ni gotovih projekata. Osim toga imati ćemo od 1970. suficit el. energije od 5—7 milijardi kWh godišnje i bez Đerdapa. Izgleda da između graditelja, vodoprivrede, elektroprivrede i banaka nema suradnje niti jasnog gledanja.

(—)

Aluminij gradi HE Orlovac

Na Upravnom odboru Poslovnog udruženja »Udružena elektroprivreda SRH« 7. 4. g. g. zaključeno je da se HE Orlovac pusti u pogon 1. 1. 1972. a u vezi s ulaskom u pogon novih aluminijskih postrojenja na području Dalmacije. Zadužen je Biro Poslovnog udruženja da izradi plan financiranja ovog i ostalih objekata iz plana 1967.—1971.

Međutim, čitamo u »Borbi« 13. 6. o. g. da će Poslovno udruženje elektroaluminijske industrije »Jugal« sa sjedištem u Splitu financirati i završiti HE Orlovac već 1971. g., a isto tako i tvornicu glinice u Mostaru i elektrolizu aluminija u Šibeniku. Ovi objekti graditi će se sredstvima članica »Jugal«, banaka i inozemnim kreditima.

U udruženje »Jugal« učlanjeni su Tvornica aluminija u Šibeniku »Boris Kidrič«, aluminijski kombinat u Mostaru, »Jadral« u Obrovcu, rudnici boksita u Bosanskoj Krupi, Drnišu i Jajcu, Tvornica elektroda i ferolegura u Šibeniku, »Elektroprivreda Dalmacije« i »Energoinvest« u Sarajevu.

Nova hidroelektrana davati će godišnje aluminijskoj industriji preko milijardu kWh a objekti zahvaćaju dalmatinsko i bosansko-hercegovačko područje. Investicioni iznos cijeni se na oko 60 milijardi st. din.

(—)

Valorizacija snage i energije elektrana kao osnova za raspodjelu ukupnog prihoda parcijalnog sistema regije Rijeka

U studiji Instituta za elektroprivredu su razmotrene vrijednosti hidroelektrana (HE Vinodol i HE Senj) i termoelektrana (TE Vlaška i TE Rijeka) u regiji Rijeka i to uz dvije pretpostavke:

a) promatrane elektrane rade u elektroenergetskom sistemu SR Hrvatske i
b) promatrane elektrane rade u elektroenergetskom sistemu SR Hrvatske i SR Slovenije kao jednom sistemu.

Obrada po drugoj pretpostavci izvršena je, jer je elektroenergetski sistem SR Hrvatske premalen za osiguranje plasmana energije iz hidroelektrana riječkog područja.

Obrada valorizacije elektrana parcijalnog sistema Rijeka izvršena je za 30-godišnje razdoblje iz kojega je određena potreba izgradnje termoelektrana, i obrada za konkretnu 1966. godinu sa ostvarenom proizvodnjom i potrošnjom električne energije iz koje se odredila ušteda u gorivu.

U studiji su navedeni rezultati udjela pojedinih elektrana u raspodjeli ukupnog prihoda za obje pretpostavke (u sistemu SR Hrvatske i u sistemu SR Hrvatske i Slovenije) iz kojih se vide očite razlike, što i potvrđuje pretpostavku da je sistem SR Hrvatske premalen da primi svu energiju iz hidroelektrana.

Kod određivanja udjela pojedine elektrane u raspodjeli ukupnog prihoda parcijalnog sistema Rijeka, uzeta je u obzir i stvarna spremnost pogona, jer se radilo o protekloj godini za koju su bili poznati svi ispadi odnosno kvarovi.

B. Udovičić

Valorizacija snage i energije elektrana kao osnova za raspodjelu ukupnog prihoda elektroenergetskog sistema Srbije

Vrijednost hidroelektrane u elektroenergetskom sistemu definirana je uštedama u sistemu i to:

a) uštedama na stalnim troškovima radi smanjenja potrebne izgradnje termoelektrana i
b) uštedama na gorivu radi smanjenja proizvodnje u termoelektranama.

Ušteda se na stalnim troškovima određuje prema stalnim troškovima najnovije termoelektrane u sistemu, a ušteda na gorivu prema strukturi termoelektrana koje zamjenjuje svojom proizvodnjom. Vrijednost termoelektrane definirana je kao zbroj veličine stalnih troškova koje bi imala najnovija termoelektrana u sistemu kad bi imala upravo onoliku snagu koju ima promatrana termoelektrana i veličine promjenljivih troškova, koji su jednaki produktu ostvarene proizvodnje i prosječnih promjenljivih troškova u svim termoelektranama sistema.

Na osnovu navedenih postavki, u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu izvršena je analiza energetske vrijednosti elektrana u elektroenergetskom sistemu SR Srbije za konzum i stanje izgradnje u 1967. godini. Osim analize provedene za 30-godišnji period, iz koje se određuje potreba izgradnje termoelektrana, izvršena je analiza prilika za osam konkretnih godina, iz kojih su određene uštede na gorivu.

U elaboratu je vidljivo da vlažnost godine može imati znatnog utjecaja na raspodjelu prihoda na elektrane unutar sistema. Isto tako kvarovi na postrojenjima mogu imati znatnog utjecaja na raspodjelu prihoda, što se u studiji nije moglo predvidjeti.

Rezultati dobiveni u studiji vrijede za promatrano stanje izgradnje i za promatrani konzum.

B. Udovičić

Izvještaj o pregledu elaborata »Ekonomski odnosi u 1967. g. između područja S R Hrvatske«

U elaboratu Instituta za elektroprivredu u Zagrebu su pokazane znatne prednosti zajedničkog rada regija u Hrvatskoj, kao i triju republika zapadnog sistema Jugoslavije. Zajedničkim radom regija u Hrvatskoj povećala se proizvodnja skupljih termoelektrana koje smanjuju redukcije, smanjuje se proizvodnja jeftinijih termoelektrana na račun boljeg korištenja vode u hidroelektranama, znatno se smanjuju preljevi i redukcije, a posebno se smanjuje potrebna dodatna snaga termoelektrana. Rezultati su sasvim logični jer se radi o malim regijama i k tome raznorodnih karakteristika. Prema tome ima opravdanja da regije Hrvatske zajednički nastupaju prema ostalim partnerima. Zbog istih razloga bilo bi rezona da zajednički nastupaju i sve republike.

U elaboratu je proveden obračun razmjene energije i snage po postojećim tarifama i alternativno na osnovu garantirane snage i zamjene energije. U ovom drugom slučaju rezultati su znatno nepovoljniji za Hrvatsku.

Autori smatraju da ovaj način osigurava opskrbu potrošača, što je ispravno ako se radi o godini za koju bi se mogle izgraditi nove elektrane. Ova analiza je rađena za 1967. god. pa je sigurnost potrošača onakva kakva jest i ne može se promijeniti načinom obračuna.

Interesantno bi bilo provesti usporedbu dobivenih rezultata i onih ostvarenih u pogonu i to kako u naturalnim tako i u financijskim pokazateljima.

M. Šodan

Analiza strukture i karakteristika konzuma električne energije u kućanstvu

Tokom posljednje tri godine program rada Instituta za elektroprivredu proširen je, među ostalim, istraživanjima strukture i karakteristika konzuma električne energije u kućanstvu. Početni cilj tih istraživanja bio je da se dođe do realnih osnova za prognoziranje razvoja konzuma u kućanstvu, i posebno do dokumentiranih mjerila za dimenzioniranje distributivne mreže. Međutim, već do sada stečena iskustva pokazuju da je njihov domet mnogo veći, jer omogućuju da se dođe i do takvih podataka koji su odlučni za realno energetsko, ekonomsko i tarifno vrednovanje tog konzuma u najširem smislu.

Po svom sadržaju i ciljevima, ta istraživanja idu u red tzv. ekonometrijskih istraživanja. Cilj im je da utvrde i kvantificiraju one faktore koji određuju veličinu i karakter konzuma u kućanstvu (uključujući potrošak energije i opterećenja u mreži). Ovisno o ciljevima sadržaj istraživanja može obuhvatiti velik broj faktora: standard elektrificiranost (opremljenost aparatima), komfor stanovanja, veličina obitelji, socijalni status, materijalni status, sistem tarifa, cijena el. energije, utjecaj drugih konkurentnih oblika energije i dr.

Naša dosadašnja istraživanja bila su usmjerena samo na istraživanje utjecaja elektrificiranosti kućanstva na veličinu, strukturu i karakteristike konzuma. Utjecaj ostalih faktora nije istraživan, jer je ocijenjeno da njihov utjecaj u našim prilikama nije dovoljno selektivan. Utjecaj dvotarifnog sistema npr. nije se ni mogao istraživati jer na područjima gdje su istraživanja vršena nije ni realiziran.

Sama istraživanja obuhvaćaju ove faze rada:

1. Izbor reprezentativnog skupa kućanstva (u matematsko-statističkom smislu) ukoliko se žele utvrditi karakteristike većeg područja,
2. Anketiranje potrošača prema određenom programu,
3. Snimanje opterećenja u mreži za skupine anketiranih potrošača,
4. Matematsko-statistička obrada anketiranih i snimljenih podataka.

U dosadašnjim radovima matematsko-statistička obrada je obuhvatila:

a) utvrđivanje strukture aparata, ukupne i prosječne instalirane snage po kućanstvu,
b) utvrđivanje ukupnog i prosječnog potroška energije ovisno o strukturi aparata u kućanstvu,
c) utvrđivanje statističke raspodjele, potroška energije po kućanstvu,
d) utvrđivanje statističke raspodjele instaliranih snaga po kućanstvu,
e) prosječni potrošak energije za pojedine važnije namjene (kuhanje, topla voda itd.),
f) korelacioni odnos instalirana snaga — potrošak energije,
g) korelacioni odnos vršno opterećenje — potrošak energije,
h) korelacioni odnos instalirana snaga — vršno opterećenje,
i) analiza dijagrama opterećenja sa stanovišta utjecaja vremenskog korištenja većih aparata.

Do sada su provedena tri istraživanja s približno istim programom. Prvo istraživanje provedeno je u Tuzli i obuhvatilo je relativno malen broj kućanstava, a svrha mu je bila više provjera metodologije, nego sami rezultati. Ipak, rezultati su pokazali iznenađujuću podudarnost teoretski dobivenih rezultata sa stvarnim prilikama u mreži.

U gradu Sisku provedeno je nešto veće istraživanje sa ciljem dobivanja podloga za planiranje konzuma. Ukupno je bilo obuhvaćeno oko 450 potrošača na području dviju TS 10/0,4 kV. I ovdje su se teoretski rezultati odlično podudarali s prilikama u mreži.

Posljednje istraživanje provedeno je u gradu Puli. To je istraživanje široko zamišljeno i sistematski organizirano, a obuhvatilo je oko 2500 potrošača.

Zbog velikog broja potrošača i proširenog opsega analize, glavnina statističke obrade izvršena je pomoću elektroničkog računala. Sama analiza još nije dovršena, no već raspoloživi rezultati ponovo pokazuju podudarnost teoretskih zaključaka sa stvarnim prilikama u mreži.

Ovaj posljednji primjer istraživanja otvorio je, zahvaljujući upotrebi elektroničkog računala, vidike u daljnje mogućnosti proširenja programa analize podataka.

V. Štengl

Potrošnja električne energije

Za potrebe Jugoslavenske elektroprivrede, prošle je godine u Institutu za elektroprivredu završena studija »Racionalizacija potrošnje električne energije za naše uslove«. Na osnovu zaključka Stručnog savjeta Jugela od 30. III 1967 godine ukazana je potreba izrade tehničko-ekonomskih elaborata s iznalaženjem optimalnog režima rada trošila velike snage (karbid, ferolegure i dr.) i elektroprivrednih poduzeća za isporuku električne energije, zatim na racionalizaciji smanjenja vršnog opterećenja kod potrošača, na poboljšanju faktora snage, na pripremi i upoznavanju potrošača o racionalnom korištenju električne energije, te na pripremanju i organiziranju seminara, predavanja itd. U tom smislu potrebno je da se tom području rada dade odgovarajući značaj, te da se osiguraju redovna financijska sredstva za održavanje kontinuiteta rada, koji ima neposredan materijalni efekat za elektroprivredu, kao i cijelu privredu.

B. Filipović

Analiza stanja izolacija cjevovoda TE Tuzla II

U Laboratoriju za toplinska mjerenja Instituta za elektroprivredu u Zagrebu dovršen je elaborat u kojem je razrađena analitička i grafička metoda određivanja debljine toplinske izolacije za cjevovode kad je zadana temperatura površine izolirane cijevi.

Iz izvještaja slijedi da je temperatura površine cijevi vrlo neprikladan, iako uobičajen, parametar, te se vidi da ugovor, baziran na temperaturi površine izolirane cijevi, može dovesti do tehničkih i pravnih komplikacija.

U radu je obrađen jedan konkretni slučaj iz prakse, koji sadrži prijedlog rješenja na bazi kriterija ekonomske debljine toplinske izolacije.

F. Šprung

Prijenos podataka većim brzinama od 50 Bd

U pojedine područne centre dolazi putem telemjerenja i telesignalizacije već toliko informacija (često i do par hiljada), da ih dispečer sve nije u stanju pratiti, a niti na njih dovoljno brzo reagirati.

Iz gornjeg je razloga potrebno automatizirati prikupljanje podataka o razgranatoj mreži, kao i uspostaviti odgovarajući računski centar zbog vođenja optimalnog dispečiranja.

Da bi se omogućio prijenos velikog broja informacija po mreži, nužno je povećati brzine prijenosa iznad do sada korištene brzine od 50 Bd, za koju su brzinu dosad bili i građeni domaći uređaji. U izrađenoj su studiji Instituta za elektroprivredu prikazani faktori o kojima ovisi kvaliteta i brzina prijenosa informacija, te su uspoređene telefonske mreže, koje su u svijetu najsvestranije istražene, sa dalekovodnim mrežama. Za dobivanje egzaktnih podataka o najvećim mogućim brzinama, a da pri tom ne dođe do grešaka u prijemu, predložena su mjerenja, koja je u tu svrhu potrebno provesti.

M. Vujnović

Nabavke elektrotehničke opreme

Jedan od osnovnih zadataka Laboratorija za visoki napon i jaku struju Instituta za elektroprivredu je ispitivanje i poznavanje elektrotehničke opreme, pa bi Laboratorij mogao vrlo korisno poslužiti kao savjetodavni organ poduzeća kod nabavke opreme.

Kao karakterističan primjer navodimo: »Elektrodalmacija« je poslala Laboratoriju za V. N. na ispitivanje niskonaponske sklopke.

Ispitivanja su pokazala, da sklopke ne odgovaraju karakteristikama navedenim u katalogu firme, te da su dapače opasne za pogonsko osoblje. Neke firme navode u katalozima sasma netačne podatke opreme, pa se poduzeća dovode u zabludu kod nabavke i dobivaju opremu, koja ne odgovara, te trpe štetu i ostale loše posljedice.

Ovo se može izbjeći na taj način, da se poduzeća prije narudžbe odnosno nabavke obraćaju Laboratoriju za savjet, koju bi opremu naručili.

Laboratorij će na osnovu već ranijih ispitivanja i poznavanja opreme moći preporučiti najpodesniju, odnosno prije narudžbe izvršiti ispitivanje tražene opreme i ustanoviti njezinu upotrebljivost.

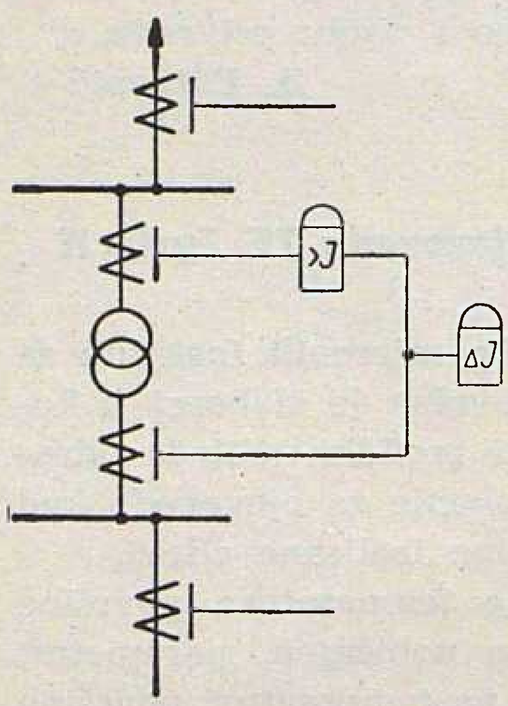
Osim ovoga prikupljanjem i pogonskih iskustava o pojedinoj opremi od korisnika formiralo bi se jedno mjesto, gdje bi se mogli dobiti podaci o opremi, koji bi stajali na raspolaganju svim poduzećima.

B. Uzelac

NEPOUZDANA i NESELEKTIVNA ZAŠTITA?

KAKO SPRIJEČITI OŠTEĆENJA POSTROJENJA I ZASTOJE POGONA?

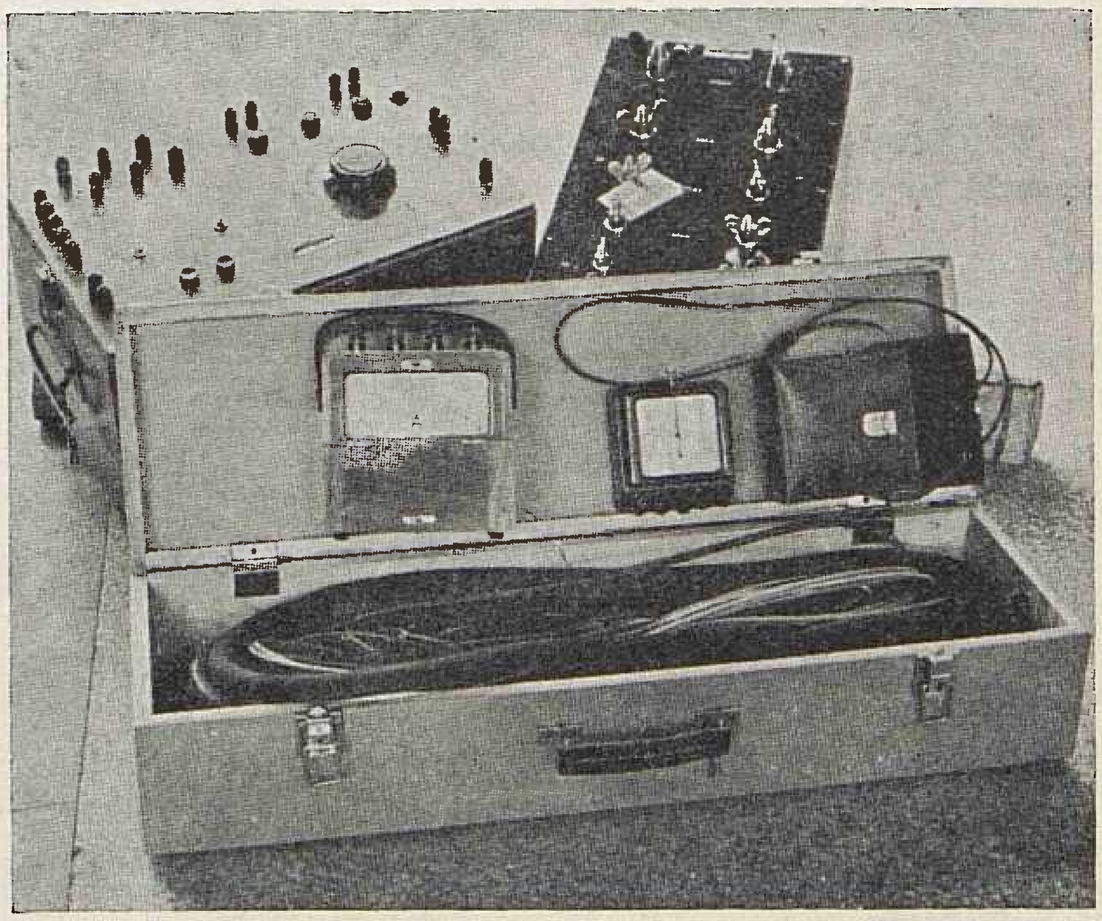
Redovito kontrolirajte Vašu relejnu zaštitu!



Uređajem IR-2S moguće je ispitivati sve vrste prekostrujnih, naponskih i vremenskih releja.

Uređaj se priključuje na mrežu napona 220 V. Snaga uređaja iznosi 2 kVA.

Mjerni opsezi:
struja: 0—1000 A
napon: 0—300 V
vrijeme: 0,1 sek.



Uređaj za ispitivanje releja IR-2S, proizvod Instituta za elektroprivredu Zagreb

Dalekovod Mraclin—Kidričevo u pogonu sa 220 kV

Početkom siječnja 1967. počela je radom novoizgrađena transformatorska stanica 220/110 kV u Cirkovcima, nedaleko Kidričeva. Izgradnjom nove transformatorske stanice omogućeno je da dalekovod 220 kV Mraclin — Kidričevo, dužine 92,5 km, pređe na napon 220 kV.

Dalekovod Mraclin — Kidričevo izgrađen je još 1963., ali pošto nije bila izvedena transformacija 220 kV to je dalekovod bio u pogonu sa 110 kV.

Izgradnjom transformatorske stanice 220/110 kV u Cirkovcima na relaciji Mraclin — Kidričevo ostvareno je povezivanje energetskog sistema Hrvatske i Slovenije dalekovodnom mrežom 220 kV. Osim toga preko nove transformatorske stanice osigurat će se i povoljnija razmjena električne energije između Jugoslavije i susjednih država Austrije i Italije. U planu je naime daljnja izgradnja dalekovoda od 220 kV Cirkovci — Podlog — Ljubljana i Matulji — Divača — Ljubljana, kao i dodatna veza Divača — Italija i Podlog — Austrija.

U novosagrađenoj transformatorskoj stanici Cirkovci montiran je transformator snage 150 MVA koji je prebačen iz transformatorske stanice 220/110 kV Mraclin, gdje je zamijenjen novim iste snage. Treba naime spomenuti da transformator u Cirkovcima predstavlja sklop od tri jednofazna transformatora (s jednom rezervnom fazom), dok je novi transformator u Mraclinu trofazni u štednom spoju. Takav tip transformatora ne bi bio pogodan za rad u mreži čije je zvjezdište uzemljeno preko Petersenovog svitka, kao što je to slučaj u slovenskoj mreži 110 kV, pa je zbog toga trebalo izvršiti navedenu zamjenu. *I. R.*

Podzemne vode poplavile dio strojarnice HE Rječina

Između Grahova i Valića završavaju se građevinski radovi na brani akumulacionog jezera hidroelektrane »Rječina«, koja bi trebala krajem 1967. proizvesti prve kilovatsate električne energije. Unatoč nepredviđenim teškoćama izazvanim podzemnim vodama i Rječine, koja je za vrijeme visokog vodostaja, preko odvodnog kanala plavila donji dio strojarnice, očekuje se da će građevinski radovi u njoj biti doskora završeni.

Uz ostale građevinske radove, betoniran je dovodni tunel dug 3 kilometra, zatim vodna komora, tunel između vodne i zasunske komore i zasunska komora. Završeni su ispusti brane i voda Rječine već teče kroz njih.

Električnu komandu i generatore potrebne za novu hidroelektranu proizveo je »Rade Končar« iz Zagreba, a turbine »Litostroj« iz Ljubljane. U toku su montažni radovi. *Z. D.*

Izgradnja druge etape TE Tuzla

Završena je kompletna izgradnja druge etape TE Tuzla, instalirane snage 100 MW, tako da je postrojenje početkom ožujka ove godine pušteno u redovnu proizvodnju. Najveći dio električne energije TE Tuzla služi konzumu Slavonije i uže Hrvatske preko već izgrađene dalekovodne mreže 220 i 110 kV.

Ovo je prva termoelektrana u našoj zemlji za koju su glavni dio opreme isporučila sovjetska poduzeća strojogradnje. Za izvedbu druge etape investiran je iznos od oko 125 milijuna starih dinara.

Treba istaknuti da su u investiranju termoelektrane učestvovali rudnici ugljena Banovići i Kreka. Ovi će rudnici, nakon proširenih kapaciteta koji su danas u redovnoj proizvodnji, za potrebe TE Tuzla osigurati plasman daljnjih 750.000 tona sitnog ugljena. *I. R.*

Proširenje TE Šoštanj i prijedlog izgradnje TE u Kopru

Proširenje kapaciteta termoelektrane Šoštanj ulazi u treću fazu izborom dobavljača za isporuku opreme. Raspisana je međunarodna licitacija u kojoj učestvuje velik broj domaćih i stranih proizvođača elektroindustrije i strojogradnje. Nakon stručnog i detaljnog pregleda tehničke dokumentacije o pojedinim dijelovima opreme investitor će donijeti konačnu odluku.

TE Šoštanj s novim turboagregatom 275 MW gradi se kreditima Jugoslavenske investicione banke i Opće privredne banke; kao investitor se pojavljuju Šoštanjske elektrane, a suinvestitor je tvornica aluminija u Kidričevu. Povećanjem kapaciteta današnja TE Šoštanj poslije ugradnje novog agregata raspolagat će ukupnom instaliranom snagom od 410 MW.

Povećanjem kapaciteta TE Šoštanj osigurat će se plasman novih 1,5 milijuna tona lignita, odnosno ukupno 2,5 milijuna tona velenjskog ugljena godišnje za potrebe čitave elektrane.

Nedostatak električne energije u Sloveniji u današnjoj situaciji najosjetljiviji je u Slovenskom Primorju, osobito na području Kopra. Privreda ovoga područja predlaže izgradnju nove termoelektrane koja bi kao pogonsko gorivo koristila tekuće gorivo — mazut. Prema mišljenju stručnjaka elektrana bi se trebala graditi u Kopru. Mazut bi se dobavljao iz Rafinerije — Rijeka, koji bi se do Kopra prevozio morem. Prevoz mazuta morem je za 2 do 3 puta jeftiniji od transporta željeznicom.

Nosioci priprema — Soške elektrane — izradili su nekoliko varijanti u pogledu snage koju bi trebala imati buduća TE Kopar. Prema današnjoj potrošnji energije, kao i u daljnjem razvoju privrednog života Slovenskog Primorja stručnjaci smatraju da je najadekvatnija termoelektrana snage 200 MW. *I. R.*

Radovi na izgradnji HE Grančarevo

Nakon prekida od 45 dana, zbog niskih temperatura početkom ožujka ove godine, nastavljeni su radovi na betoniranju brane »Grančarevo« koja se smatra najvećim i najtežim objektom u energetskom sistemu Hidroelektrane na Trebišnjici. Brana je visoka 123 metra, dugačka u temelju 72 a u kruni 493 metra. Izvođač radova je poduzeće »Hidrogradnja« iz Sarajeva. Betoniranje brane počelo je u rujnu 1964. i prema informacijama investitora potpuna izgradnja brane bit će završena do početka rujna ove godine.

S obzirom na značaj brane investitor je za bržu gradnju odlučio stimulirati graditelje premijama.

Istovremeno ubrzano se radi i na izgradnji akumulacionog jezera »Miruša«, u dužini od oko 18 km. Jezero se sada čisti i priprema za punjenje sa cca 1,230.000 m³ vode. Planirano je da radovi budu završeni u ovogodišnjim ljetnim mjesecima.

Izgradnja ostalih pratećih objekata teče normalno, a najveći su radovi na produbljenju korita Trebišnjice, radovi geološkog sondiranja, te montaža dvaju agregata u hali buduće strojarnice. Montažni radovi u strojarnici povjereni su poduzeću »Hidromontaža« iz Maribora.

Prema današnjoj situaciji radova na pojedinim objektima ocijenjeno je, da će početkom 1968. HE Grančarevo započeti s probnom proizvodnjom.

I. R.

Ugljen za TE »Morava« davat će rudarski bazen »Rembas«

Resavsko-moravski ugljeni bazen »Rembas« u 1967. godini planirao je proizvodnju od 685.000 tona ugljena, to jest za oko 10% više od prošlogodišnje proizvodnje. Do povećanja proizvodnje došlo je zato, jer je osiguran plasman ugljena za potrebe velikih potrošača na domaćem tržištu. Rudnik je prihvatio program modernizacije i rekonstrukcije pojedinih kapaciteta, tako da će u 1969. moći ostvariti proizvodnju od 900.000 tona. U ovome bazenu procijenjene su rudne rezerve od preko 40 milijuna tona ugljena, što će omogućiti eksploataciju rudnika za preko 30 godina. Istražni radovi će se nastaviti, te se očekuje da će rezerve biti znatno veće.

Ugljen rudarskog bazena »Rembas« mnogo je tražen na tržištu tako da se oko 60% cjelokupne proizvodnje plasira u neposrednoj blizini područja bivšeg kragujevačkog kotara.

Potpunom izgradnjom nove termoelektrane »Morava« kod Svilajnca, koja će trošiti više od 300 tisuća tona godišnje, »Rembas« će uskoro svu proizvodnju prodavati potrošačima u neposrednoj blizini svoga područja, te će tako u znatnoj mjeri potrošačima smanjiti transportne troškove.

I. R.

Radovi na gradnji HE Tikveš

Radovi na gradnji HE Tikveš vrlo dobro napreduju i prema programu izgradnje svi će radovi biti završeni do konca ove godine. U prvoj fazi ova hidroelektrana imat će dva agregata instalirane snage 48 MW s godišnjom proizvodnjom od oko 210 milijuna kWh. U drugoj fazi ugradit će se još dva agregata tako da će ukupna instalirana snaga biti 96 MW.

Danas je glavno težište radova na gradnji brane, visoke 105 m, koji su završeni oko 75%, a u planu je da posve budu završeni do lipnja ove godine. Tok rijeke Crne je skrenut tunelom promjera 10 m, a dovršava se i šahtni preliv visine 100 m (promjer na vrhu šahte je 34 m, a na dnu 10 m).

Paralelno s građevnim radovima pristupilo se i postepenoj montaži opreme, tako da će i ti radovi biti završeni u planiranim rokovima.

Potpunim dovršenjem izgradnje hidroelektrane Tikveš ona će imati dvije funkcije. Osim proizvodnje električne energije, elektrana, odnosno akumulaciono jezero služit će i u melioracione svrhe. Iz jezera će se navodnjavati oko 20.000 hektara zemljišta oko Kavadaraca, Negotina, Demir Kapije i drugih mjesta SR Makedonije.

I. R.

Prva naša nuklearna elektrana

U sastavu Poslovnog udruženja energetike Slovenije obrazovana je specijalna radna grupa sa zadatkom da rješava pitanja izgradnje prve jugoslavenske nuklearne elektrane. Već su izrađene studije o lokaciji elektrane, izboru reaktora, problemu kadrova i o uvjetima koje treba ispuniti za potpunu sigurnost stanovništva okolnih mjesta. Ovi podaci korišteni su za izradu investicionog programa.

Na temelju prikupljenih podataka i tehničkih ispitivanja stručnjaci su utvrdili da je Krško na Savi najbolja i najpodesnija lokacija za buduću nuklearnu elektranu koja će raspolagati s intaliranom snagom od 300 MW.

U vezi s izgradnjom prve jugoslavenske nuklearne elektrane treba istaknuti, da je u Sloveniji utvrđeno nekoliko nalazišta urana, a najbogatija su nalazišta na području Zidanog Mosta i Škofje Loke.

Uspostavljene su i poslovne veze s glavnim isporučiocima i kreditorima opreme među kojima su tvrtke: »Siemens«, holandski »General Electric« i američka tvrtka »Federal-Atomic«. U isporuci opreme učestvovat će i naša strojogradnja i elektroindustrija koje će surađivati s inozemnim proizvođačima. Uskoro se očekuje osnivanje konzorcija domaćih i stranih interesenata za izgradnju prve naše nuklearne elektrane.

I. R.

Rad Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske

21. IV 1967. održana je u Zagrebu XIV sjednica Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske na kojoj je razmatrano

— Izvršenje zaključaka XII i XIII redovite sjednice Upravnog odbora,
— Informacije o izradi Pravilnika o isporuci električne energije,
— Novi način financiranja izgradnje elektroenergetskih postrojenja elektrodistributivnih poduzeća SR Hrvatske

  a) preko Privredne banke SR Hrvatske
  b) poduzeća »Rade Končar« — Zagreb
  c) inozemnih poduzeća (Poljska, DR Njemačka itd.)

— Informacije o vođenim razgovorima s predstavnicima Saveznog sekretarijata za industriju i trgovinu za rješenje problema cijene električne energije elektrodistributivnih poduzeća,
— Informacije o raspravama vođenim u Odboru za industriju Savezne skupštine u predmetu novog načina financiranja proširene reprodukcije elektroprivrede,
— Odgovor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede na prijedlog Koordinacionog odbora elektrodistributivnih poduzeća Jugoslavije u vezi udruživanja u JUGEL,
— Periodični obračun Biroa Poslovnog udruženja za razdoblje januar — mart 1967.
— Izmjene i dopune osnova i mjerila Pravilnika o osobnim dohocima radne zajednice Biroa Poslovnog udruženja,
— Davanje suglasnosti za Privremenu odluku o visini naknade osobnog dohotka za prvih 30 dana spriječenosti na radu (bolovanja),
— Ovlaštenje ing. Vladimira Štengla — tehničkog savjetnika za supotpisnika raspolaganja novčanim sredstvima na žiro računu kod banke, i
— Razno: Informacije o održanom sastanku predstavnika elektrodistributivnih poduzeća SR Hrvatske s predstavnicima Školskog centra elektroprivrede, Zagreb.
— Pored prihvatanja izvještaja o izvršenju zaključaka sa XII i XIII redovne sjednice Upravnog odbora u okviru prve tačke je donesen zaključak u vezi realizacije stručne prakse u inozemstvu putem Zavoda za tehničku suradnju za sklapanje kolektivnog ugovora sa istim, a na osnovu ovlaštenja organa samoupravljanja poduzeća za njegovo potpisivanje.
— Stupanjem na snagu Osnovnog zakona o elektroprivredi (8. aprila 1965.) prestao je važiti Pravilnik o općim uvjetima za isporuku električne energije donešen na početku 1964. Istim zakonom Savezna je privredna komora ovlaštena za utvrđivanje posebnih uzanci o kupoprodaji električne energije, koje bi se primjenjivale ako ugovorom o kupoprodaji električne energije njihova primjena nije isključena u cijelosti ili djelomično.

Uzance je izradila posebna komisija elektroprivrednih stručnjaka, ali je Pravna komisija Savezne privredne komore stala na stanovište da nije nadležna za donošenje uzanca u predloženom obujmu. Naime, Komora može u uzancama regulirati samo promet energije između članova komore, dok se promet energije s ostalim potrošačima regulira općim aktom privrednih organizacija.

Bilo je stoga potrebno da elektrodistributivna poduzeća donesu zajednički »Pravilnik o isporuci električne energije«. Međutim, s obzirom da bi postupak usaglašavanja stavova između republika, zbog specifičnosti pojedinih područja, dugo trajao, na Koordinacionom odboru elektrodistribucije Jugoslavije preporučeno je da se donesu pravilnici na nivou republičkih poslovnih udruženja.

Na osnovu toga donešen je Pravilnik za SR Hrvatsku. On je privremen do definitivnog rješenja ovog pitanja kako bi se regulirali odnosi s potrošačima.

Upravni odbor je u svom zaključku prihvatio zajednički doneseni Pravilnik o isporuci električne energije s preporukom da ga prihvate organi upravljanja udruženih članova.

— U traženju mogućnosti osiguranja potrebnih sredstava za izgradnju elektroenergetskih postrojenja razmatrana je mogućnost financiranja preko Privredne banke SR Hrvatske, nekih proizvođača elektroopreme i inozemnih poduzeća.

Oblik financiranja preko Privredne banke, po istoj je zamišljen u odnosu na distributivna poduzeća a sastoji se u oročavanju sredstava poduzeća iz kojih banka financira investicije i daje garanciju poduzeću u odnosu na izvođača. U slučaju da u toku izgradnje nema sredstava onda banka oročava poduzeću.

Predloženi mehanizam je mnogo povoljniji kada u njemu sudjeluje više poduzeća.

Ukoliko kod pojedinih objekata ima i uvozne opreme Banka je u mogućnosti da u skladu s poslovnim aranžmanom osigura i devizna sredstva.

Kreditiranje od strane vodećih proizvođača elektroopreme ne dolazi u obzir zbog njihove nemogućnosti da ulaze, za sada, u takove poslovne odnose.

Od strane inozemnih poduzeća pruža se mogućnost prodaje opreme na kredit. Trgovačke kuće iz Istočne

Njemačke, Poljske i Čehoslovačke pokazuju interes za dobavu opreme na osnovu kredita uz plaćanje u dinarima s kamatnom stopom 2,5—3% na rok od 5—7 godina. U ponudi se ne prihvaća mogućnost isporuke samo serijskih proizvoda već kompletne transformatorske stanice napona 110 kV. Najpovoljniji uvjeti su ukoliko se naruči kompletan inžinjering, uključivo projektiranje i montaža. Karakteristično je da su, na primjer, cijene transformatora poljske proizvodnje niže za oko 25% od transformatora domaće ili zapadnoevropske proizvodnje istog kvaliteta. Istovremeno je od tih inozemnih partnera iskazana spremnost da se dio opreme, koja ne odgovara planskom standardu, nabavi u Jugoslaviji.

Uz prethodna pitanja razmatran je i problem odnosa u financiranju izgradnje transformatorskih stanica 110/35 kV između udružene elektroprivrede i distributivnih poduzeća. Odnosi se ne svode samo na pitanje visine udjela financiranja već i na vlasničke odnose.

Zaključeno je, u vezi toga:

da se u cilju iznalaženja zajedničkog rješenja upozna udružena elektroprivreda s pogledina distribucije o financiranju izgradnje elektroenergetskih objekata;

da se razmotri konkretan pristup korištenja aranžmana ponuđenih kredita iz istočnih zemalja, uključivo program s objektima i veličinom sredstava, kao i uslovi koje postavljaju inozemni partneri, na osnovu čega treba izraditi prijedlog konkretne dinamike izgradnje objekata i korištenja tih kredita;

da se razmotri i konkretizira primjer korištenja aranžmana putem Privredne banke na osnovu planova distribucije i konkretnih potreba; i

da organi upravljanja udruženih distributivnih poduzeća razmotre pitanje korištenja inozemnih kredita, kako bi se moglo utvrditi koja poduzeća žele ući u takav aranžman.

— U okviru rasprava o ekonomskom položaju elektroprivrede Savezni sekretarijat za industriju dao je informacije o izmjenama i dopunama Uredbe o tarifnom sistemu za prodaju električne energije. U informacijama su sadržana tri rješenja, i to: prvo, da se postojeća Uredba ne mijenja; drugo, da se ona doradi na temelju dugoročnog studijskog rada, kako bi imala trajniju vrijednost primjene; i treće, da važi samo u prijelaznom periodu, s tim da od 1. januara 1969. nema Uredbe o tarifnom sistemu.

U okviru »Mjera« Saveznog izvršnog vijeća koje su predložene Saveznoj skupštini naknadno, ide se na izmjenu uredbe o Tarifnom sistemu ali ne na osnovu studijskog rada s tim da bi ona vrijedila od 1. januara 1968.

S obzirom na nemogućnost provođenja pripremnih radova niti proračunavanja potrebnih kalkulacija, bez poznavanja utjecaja izmjene tarifnog sistema na cijene električne energije na pragu prijenosne mreže vođeni su razgovori o ovom pitanju s predstavnicima Saveznog sekretarijata za industriju i trgovinu. Raspravljeno je i pitanje korekture cijena električne energije u više faza.

Iz dobivenih informacija proizlazi da se je od ranije koncepcije pristupa sistematskom studijskom izučavanju tarifnog sitema odustalo, zbog hitnosti poduzimanja potrebnih mjera u elektroprivredi. Prijedlog nove uredbe izradit će zajednička stručna grupa za pitanja tarifa djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije.

Što se tiče korekture cijena električne energije novim je mjerama proklamiran »troškovni princip«, pa veličina cijene ovisi o dosljednosti primjene istog. Neovisno o tome treba računati s povišenjem srednje cijene za maksimalno do 5% na pragu prijenosne mreže, što će se na neka područja jače odnosno slabije odraziti. Smatra se da bi trebalo fuzionirati neka distributivna poduzeća u Jugoslaviji. Međutim sa stanovišta primjene »zonskih cijena« ovo bi značilo prelijevanje dohotka i sredstava između pojedinih područja. Korekture cijena električne energije, po ovoj zamisli, trebalo bi provesti u više faza.

Na osnovu dobivenih informacija, na II sastanku tarifera elektrodistributivnih poduzeća i njihovih poslovnih udruženja održanom 29. marta o. g. u Zagrebu razrađen je prijedlog zaključaka, koji u svojim osnovama, među ostalim, sadrže slijedeće:

1. Izmjena postojećeg tarifnog sistema posljedica je intencije da se snize prosječne cijene električne energije specijalnim potrošačima. Kako je jedna od osnova privredne reforme dovođenje cijena u paritetne odnose, a većina je cijena proizvoda određena na temelju prosjeka međunarodnih cijena tržišta u koje se naša privreda uklapa, to bi sniženje prosječne prodajne cijene električne energije bilo opravdano, kada bi ona bila viša od međunarodne paritetne cijene za takove potrošače. Prije takovog snižavanja potrebno je provjeriti taj odnos, jer bi u protivnom moglo doći do prelijevanja sredstava u korist specijalnih potrošača na teret ostalih potrošača. Također je potrebno tarifne kalkulacije zasnivati na predstojećim uvjetima snabdijevanja električnom energijom, a ne na onima iz proteklog perioda, jer se ti uvjeti međusobno razlikuju. Odstupanja od tih uvjeta snabdijevanja treba posebno regulirati ugovorom tako da ostvarenje prosječne prodajne cijene zavisi od ostvarenja ugovorenog kvaliteta isporuke električne energije.
2. U slučaju izmjene tarifnih stavova za prodaju električne energije na pragu prenosne mreže, kalkulacije treba vršiti za elektroenergetski sistem kao cjelinu, a ne po regijama, što se može u okviru postojećih propisa primijeniti tek nakon isteka prijelaznog perioda.
3. U slučaju da nadležni savezni organi smatraju da treba povećati prosječnu cijenu realizacije na prenosnoj mreži, treba utvrditi veličinu tog povećanja.
4. Smatra se potrebnim ponovno razmotriti podjelu rada i funkcija u elektroprivredi, te da se i specijalni potrošači predaju na snabdijevanje elektro-

distribuciji kao specijaliziranoj djelatnosti, što se ocjenjuje kao povoljnije za direktne potrošače i distribuciju.

5. Ukazuje se na potrebu osiguranja jednakog načina odobravanja novih cijena električne energije za sve elektroprivredne organizacije po istim organima i istom postupku.

6. Budući da povećanje cijena električne energije spada u sklop privrednih mjera koje donosi Savezna skupština potrebno je da nadležni savezni organi o tome obavijeste javnost svim društvenim sredstvima informacija.
Ukoliko se predviđa povećanje cijena i ostalih oblika energije, trebalo bi istovremeno i o tome obavijestiti javnost, kako bi se mogla unaprijed tome prilagoditi, naročito s obzirom na investiranje u nabavu određenih vrsta trošila.
Obrazloženje potrebnog povećanja cijena električne energije treba sadržavati i podatke o cijenama električne energije u drugim zemljama.

7. Korekciju cijena električne energije treba u smislu stava saveznih organa vršiti u više faza i postupno. Smatra se da bi korekciju trebalo izvršiti u pet faza.
U prvoj fazi za djelatnost razvoda i distribucije za razliku od 19,86 i 25,25 Din/kWh prosjeka cijene potrošača domaćinstvu s 1. julom 1967.
U drugoj fazi za djelatnost proizvodnje i prijenosa, za dio tereta koji će izmjenom tarifnog sistema povećati cijenu električne energije na mreži prijenosa za distribuciju sa 1. januarom 1968.
U trećoj fazi za djelatnost razvoda i distribucije za razliku između 31,69 troškovne i 25,52 din/kWh odmjerene prosječne cijene potrošača domaćinstva za privrednu reformu sa 1. julom 1968.
U četvrtoj fazi za djelatnost proizvodnje i prenosa za efekat ili dio efekta revalorizacije sredstava radnih organizacija za koji će se povećati cijena na mreži prijenosa za distribuciju s 1. januarom 1969.
U petoj fazi za djelatnost razvoda i distribucije za efekat ili dio efekta revalorizacije sredstava radnih organizacija elektrodistribucije sa 1. julom 1969.
Predviđa se da radne organizacije izrade svoje prijedloge korekcije cijena električne energije odjednom za sve faze, da Savezni zavod za cijene dade odobrenje također za sve faze unaprijed, kao i da se javnost mora upoznati sa povećanjem svih faza odjednom.

S obzirom na kratkoću vremena do 1. jula 1967. predložena je korekcija, unaprijed prikazanog prijedloga, s tri moguće varijante:

I. da se spoje prva i druga faza te da se povećanje za obje djelatnosti primijeni sa 1. januarom 1968;
II. da se predviđene faze ne spajaju već da se vremenski pomaknu onoliko mjeseci koliko je to potrebno; i
III. da se prva faza korekcije cijene potrošačima domaćinstva odvoji od ostalih i provede sa 1. julom 1967, jer je to vraćanje na cijenu privredne reforme, dok bi se povećanje cijena ostalih faza pravovremeno najavilo.

Na temelju odobrenja povećanja cijena za sve faze unaprijed poduzeća, u skladu s psihološkim uvjetima svog konzumnog područja, mogu pomicati rokove primjene korigiranih cijena.

8. Predlaže se izmjena člana 21. Osnovnog zakona o elektroprivredi, s tim da se rok za obustavu isporuke električne energije, skrati od 30 na 8 dana, na osnovu ugovora o pristupanju, ako potrošač na vrijeme ne plati utrošenu energiju.

6. aprila o. g. održan je sastanak predstavnika Saveznog sekretarijata za industriju i trgovinu, Saveznog zavoda za cijene, Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije, Zajednice Jugoslavenske elektroprivrede u vezi izmjena uredbe o tarifnom sistemu i povećanju cijena. Nakon što Savezni ured za cijene prouči materijale, jer nije u toku, održat će se novi sastanak.

U zaključku Upravnog odbora odlučeno je da se sa službama distributivnih poduzeća priđe izvršenju pripremnih radova za realizaciju prijedloga korekcije cijena sa 1. julom 1967, to jest da se oživotvori prosječna cijena predviđena privrednom reformom (25,25 din/kWh za domaćinstvo).
Ujedno su u grupu Koordinacionog odbora za organiziranu akciju na obavještavanju javnosti o problemima elektroprivrede i potrebnim korekturama cijena u ime SR Hrvatske delegirani drugovi Stanić Vladimir iz Elektroslavonije — Osijek, i Feöcze Danijel iz Biroa Poslovnog Udruženja.

U odboru za industriju i Odboru za budžet Savezne skupštine razmotren je izvještaj Saveznog sekretarijata za industriju i trgovinu o provedbi Osnovnog zakona o elektroprivredi, a u čijem sastavu su surađivali Zajednica jugoslavenske elektroprivrede i Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije.

Kao osnova za izradu Izvještaja trebao je poslužiti elaborat »Ekonomski položaj elektrodistribucije Jugoslavije u uvjetima nakon privredne reforme i revalorizacije sredstava radnih organizacija«, koji se temeljio na dokumentaciji »Preliminara srednjeročnog razvoja elektrodistribucija SR BiH, SR Crne Gore, SR Hrvatske, SR Makedonije i SR Slovenije za razdoblje od 1966. do 1970.«

Na posebnom sastanku održanom 30. marta o. g. predstavnici Koordinacionog odbora upoznali su predsjednika Odbora za industriju Savezne skupštine s rezultatima analiza o ekonomskom položaju elektrodistribucije Jugoslavije.

U naprijed navedenim elaboratima je prikazan ekonomski položaj razvoda i distribucije električne energije u novim uvjetima privređivanja, neažurnost cijena električne energije, problemi revalorizacije sredstava radnih organizacija, defekti projekta nove cijene električne energije za privrednu reformu, proračun bruto investicija po godinama i ekonomskim kategorijama investicija do 1970. godine, problemi uskog grla prerade energije na mreži razvoda i distribucije i problemi zaostalih investicija, struktura

novih investicija i efikasnost tih investicija, tehničko stanje električne mreže, razvoda i distribucije, manjkavost tehničkih propisa i propisa o isporuci električne energije pa su konačno dati i prijedlozi za rješenja. Dokumentacija sadrži podatke o kretanju raspodjele dohotka cijele elektroprivrede. Prema njima osobni dohoci u elektrodistribuciji zaostaju za osobnim dohocima djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije. Razvoj osobnih dohodaka u skladu je s kretanjem relevantnih ekonomskih kategorija, kao i u skladu s kretanjem osobnih dohodaka ekonomske sredine u kojoj djeluju elektrodistributivna poduzeća. Takav razvoj osobnih dohodaka bio je nužan iz razloga što je njihovim zaostajanjem bio ugrožen fond radne snage.

Preporučeno je da se Koordinacioni odbor makar i samoinicijativno uključi u rad Konferencije gradova te Odbora za komunalne poslove Savezne skupštine. Naime, bila je data primjedba da elektrodistribucija ne sudjeluje aktivno u organima Konferencije a niti navedenog Odbora.

5. aprila na sjednici Odbora Saveznog vijeća za industriju, građevinarstvo i zanatstvo, uz prisustvo predstavnika Zajednice jugoslavenske elektroprivrede i Koordinacionog odbora elektrodistribucije raspravljani su, među ostalim, problemi investicione izgradnje elektroenergetskih objekata i izvještaj grupe poslanika o načinu financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata:

U raspravi o problemima financiranja izgradnje podnesena je iscrpna dokumentacija i to:

— izvještaj Jugoslavenske investicione banke o izgradnji elektroenergetskih objekata od 10. marta 1967., kao i dopuna izvještaja od 29. marta 1967. i

— informacije Zajednice jugoslavenske elektroprivrede o problematici investicione izgradnje elektroenergetskih objekata (s prilogom uz izvještaj) od 10. marta 1967.

U materijalima je navedeno da se u toku zadnjih nekoliko godina kasni s izgradnjom elektroenergetskih objekata u odnosu na bilancom i ugovorima predviđene rokove izgradnje. Zakašnjenje, u prosjeku, iznosi godinu dana pa i više. Posljedica toga su manjkovi električne energije i ograničenja potrošnje. Početkom ove godine te su se tendence zadržale i dalje.

Uzroci ovakvog stanja leže u nedostatku dugoročne elektroenergetske bilance, kasnom donošenju odluka o izgradnji, poteškoćama oko osiguranja deviznih sredstava za uvoznu opremu i reprodukcione materijale, neredovitom financiranju, nedostatku nekih reprodukcionih materijala, nedostatku čvrstih ugovornih obaveza i drugo.

Saveznim zakonima donesenim u 1965. i 1966. predviđeno je učešće federacije u izgradnji elektroenergetskih objekata u visini od 20 %, osim kod rudnika i termoelektrane Kosovo III, te dalekovoda Kosovo—Skopje, gdje je učešće predviđeno sa 60 %. Republičke skupštine su ovlaštene da svojim zakonima mogu propisati obavezna oročavanja sredstava elektroprivrednih poduzeća, kao i 2 % od ukupno uloženih investicija u razdoblju do 1970.

Socijalističke republike Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Slovenija i Srbija su na osnovu toga donijele svoje republičke zakone, a SR Srbija je donijela uz to poseban zakon o financiranju energetsko plovidbenog sistema Đerdap, dok SR Slovenija i poseban zakon o osiguranju dopunskih sredstava kojim se sredstva osiguravaju putem obaveznih zajmova.

Sa stanovišta propisa i globalnog planiranja time je pitanje financiranja izgradnje trebalo biti riješeno. Međutim, prilikom donošenja spomenutih zakonskih propisa pravljeni su planovi i pretpostavke kojima nisu bile predviđene poteškoće oko realizacije učešća.

Niti Jugoslavenska investiciona banka nije ispunjavala svoje obaveze prema ugovorima, određujući godišnje tranše kasno u toku godine, a dodijeljene tranše u pravilu su bile niže od ugovorenih pa se dinamika izgradnje nije mogla udovoljiti. Tako na primjer tranše su za 1967. određene nedavno prije sjednice ovog Odbora. Istovremeno Banka predviđa da uslijed nedostatka sredstava za 1967. osigura samo iznose za pokriće već izvršenih radova u 1966. (prijavljenih do 31. decembra 1966.), zatim obaveze za plaćanje avansa i rata po ugovorima za uvoz opreme po komercijalnim kreditima, obaveze po mjenicama, carine i sl. Pri tome Jugoslavenska investiciona banka ne samo da ne osigurava sredstva prema ugovorima, nego ne daje više ni garancije na temelju tih sredstava kako bi se ugovori mogli pravovremeno zaključiti.

Zatim je razmotren Izvještaj grupe poslanika o načinu financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata od 25. marta 1967., u kojem je navedeno da je Privredno vijeće Savezne skupštine na sjednici od 17. juna 1966. razmatralo i usvojilo Prijedlog zakona o osiguranju dopunskih sredstva za financiranje izgradnje elektroenergetskih objekata od 1966. do 1970.

Tom prilikom je Vijeće konstatiralo da bi bilo potrebno pristupiti daljnjem proučavanju metoda prikupljanja i koncentracije sredstava namijenjenih izgradnji elektroenergetskih objekata, a koje bi se temeljile na ekonomskim kriterijima i stimulirale zainteresiranost radnih organizacija za ova ulaganja, što se navedenim zakonom ne osigurava.

Na osnovu toga i sa takovim zadatkom Vijeće je formiralo grupu poslanika Saveznog i Privrednog vijeća u koju su i nadležni organi odredili svoje predstavnike.

U Izvještaju je naglašeno da se i samim Osnovnim zakonom omogućuje da se na bazi veće ekonomske zainteresiranosti odgovarajućih partnera nađu povoljnija rješenja za trajnije osiguranje sredstava u tu svrhu. Tako na primjer u članu 14. Osnovnog zakona stoji da se priključenje objekta ili potrošača, odnosno povećanje postojeće priključne snage potrošača vrši na temelju ugovora o uvjetima za priključenje, zaključenog između elektroprivrednog poduzeća i investitora. Takav ugovor se mora zaključiti,

a ako je u pitanju elektroenergetska saglasnost, ona se mora pribaviti prije početka izgradnje odnosno rekonstrukcije objekta.

U Izvještaju se također iznosi da su u ranijem periodu, naročito do donošenja Osnovnog zakona, odlučujući utjecaj u oblasti proširene reprodukcije imali uglavnom vanprivredni faktori, te je na primjer izgradnja elektroenergetskih objekata bila financirana skoro u cjelini iz sredstava centralnih izvora federacije.

Iz toga su proizlazile i određene negativne posljedice koje su se, među ostalim, sastojale u slijedećem:

— investicije u energetske objekte su planirane i tretirane odvojeno, te je vladalo mišljenje da je federacija obavezna osigurati električnu energiju preko elektroprivrede, čime investitori nisu bili stimulirani da traže racionalnija rješenja u interesu svog vlastitog rentabiliteta, još kod donošenja odluke o investicionoj izgradnji;
— za objekte predviđene za izgradnju, naročito one koji imaju značajnu potrošnju električne energije prikazivana je rentabilnost kroz nisku cijenu električne energije, koje su ranije bile deprecirane;
— odabiranje energetskih objekata za izgradnju često nije, iz navedenih razloga, vršeno na principu optimalnih efekata, budući da je federacija najčešće snosila posljedice takovih investicionih odluka još u toku izgradnje, kao i kasnije pokrivajući regresom visoke troškove proizvodnje, istovremeno umanjujući odgovornost učesnika u donošenju odluke o izgradnji, u samoj izgradnji te eksploataciji objekta;
— prognoziranje potreba za električnom energijom temeljilo se na općim trendovima porasta industrijske proizvodnje, bez dubljih analiza potreba novih potrošača, a naročito njihove strukture prouzrokujući time oscilacije u proizvodnji i potrošnji električne energije i čineći nedovoljno efikasnim dobar dio investicionih ulaganja. Na investicionu izgradnju nepovoljno se odražavalo i nepostojanje dugoročne projekcije razvoja cjelokupne energetike, koja bi trebala da utvrdi kako trendove rasta tako i optimalnu strukturu energetske potrošnje, a time i optimalnu strukturu energetskih izvora;
— financiranje izgradnje elektroenergetskih objekata, prema postojećim zakonskim propisima, svodi se u suštini na poreski način prikupljanja sredstava. Budući da se ta sredstva koncentriraju izvan elektroprivrede, elektroprivredna poduzeća još uvijek nisu postala odlučujući faktor u donošenju investicionih odluka jer nisu u stanju da vlastitim sredstvima osiguravaju proširenu reprodukciju.

U vezi s izloženim smatra se da bi trebalo dio sredstava za proširenu reprodukciju osigurati kroz cijenu električne energije. Ocjenjuje se da sadašnji stupanj autofinanciranja u djelatnosti proizvodnje i prijenosa iznosi samo oko 18 %, iako je privrednom reformom bilo predviđeno 30 %. Predloženo je stoga da se posebno prouči sistem cijena električne energije, te da se utvrdi koliki dio proširene reprodukcije treba osigurati kroz cijenu.

Dalje se smatra da se u investicionim programima industrijskih i drugih objekata trebaju predviditi i investicije u proširenju elektroenergetskih kapaciteta, te da se financijska sredstva za to osiguravaju na isti način i iz istih izvora kao i za objekte potrošača. Elektroprivredno poduzeće ili udruženje preko kojeg će se potrošač snabdijevati izdavalo bi elemente o potrebnim energetskim kapacitetima za tog potrošača, kao i o potrebnim financijskim sredstvima, a na osnovu ugovora s potrošačem u kojem bi pored elemenata iz člana 15. Osnovnog zakona o elektroprivredi bilo regulirano kako se osiguravaju sredstva za izgradnju, po kakvoj dinamici i uz kakve uvjete. Ovako sklopljenim ugovorom utvrdila bi se i cijena električne energije te kvalitet isporuke. Postoje i mišljenja da bi potrošači unaprijed trebali uplatiti odgovarajući dio sredstava za izgradnju. Visina investicione sume za energetski objekt bi, prema ovoj zamisli, odgovarala umnošku jediničnog investicionog iznosa po kilovatu i broja kilovata priključne snage prikazane u investicionom programu. Jedinični investicioni iznos bi za svaku godinu ili srednjeročni plan određivala eventualno Skupština Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, a kao prosječni iznos za koji se može izgraditi jedinica proizvodnog kapaciteta u većoj elektrani. Ovako utvrđena sredstva elektroprivredno poduzeće bi uzimalo u vidu kredita sa strogo namjenskom upotrebom.

Posebno mjesto u prikupljanju sredstava za proširenu reprodukciju ima bankarski i kreditni mehanizam, a dolazili bi u buduće u obzir inostrani izvori sredstava. U principu bi nosilac zajmova trebala biti elektroprivreda.

Prema ocjeni predstavnika Koordinacionog odbora elektrodistribucije većina izloženih pitanja su posljedica dispariteta sadašnjih cijena električne energije i cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede. Naime, proizvođači elemenata reprodukcije ušli su u privrednu reformu s cijenama na nivou nekih međunarodnih tržnih cijena, a elektroprivreda sa zadanim cijenama, nižim od međunarodnih cijena. Cijene električne energije zidane su primjenom normativa troškova iz prijašnjeg privrednog sistema na bazi nerevaloriziranih vrijednosti osnovnih sredstava i primjenom određene stope akumulacije na bazi nerevaloriziranih prosječno angažiranih sredstava. Uzmu li se u obzir samo propisani koeficijenti za revalorizaciju sredstava uočljivo je koliko su osnovice za zidanje cijene bile deprecirane. U toku je rad na analizi dispariteta, koji će pokazati koliko prodajne cijene zaostaju za cijenom normalne reprodukcije, odnosno za prosjekom međunarodnih cijena.

Pri odmjeravanju stupnja autofinanciranja potrebno je analizirati i uvažiti kreditnu sposobnost svih izvora financiranja.

Odbor privrednog vijeća za industriju, građevinarstvo i zanatstvo zaključio je potrebu dorade i dokumentiranja materijala, kao i da sami nadležni organi savezne uprave izvrše izvjesne analize te da pripreme prednacrte novih propisa ili izmjene postojećih propisa.

Potrebno je u cilju provjeravanja iznijetih razloga izvršiti analize:

a) obraditi akumulativnost udružene elektroprivrede i distribucije (za svaku godinu) na osnovu podataka iz završnih računa za 1966., te po godinama do 1970., a na osnovu ostvarenih uslova privređivanja u 1966. uzimajući u obzir nova postrojenja prema srednjeročnom planu;
b) obraditi bilancu potrebnih sredstava za proširenu reprodukciju za sve objekte iz srednjeročnog plana uključivo za objekte koji će biti pušteni u pogon poslije 1970. Bilancu bi trebalo obraditi po strukturi prikupljanja sredstava na osnovu postojećih propisa po godinama, iz razloga što su obaveze učesnika u formiranju sredstava po godinama različite;
c) utvrditi prosječnu investicionu sumu za instalirani kilovat po godinama, za period 1966. do 1970., a na osnovu ostvarenih cijena i sklopljenih ugovora za izgradnju elektroprivrednih objekata u navedenom razdoblju, uvažujući specifičnost strukture izgradnje kroz termovarijantu primjenom korekcionih faktora, karakterističnu po nižim specifičnim investicijama i višim troškovima proizvodnje.

Prijelaz sa postojećeg načina prikupljanja sredstava na novi način financiranja mogao bi se izvesti tako da za objekte u izgradnji ostanu i dalje na snazi postojeći propisi, koji i tako važe do 1970., dok bi se za nove objekte i nove zahtjeve sa priključkom trebalo postupati na predloženi način.

U pripremi propisa trebalo bi voditi brigu da privredi ostane dovoljno vremena za provođenje potrebnog postupka da bi primjena novog sistema mogla uslijediti sa 1. januara 1968.

Upravni odbor Poslovnog udruženja u zaključku je prihvatio prijedlog novog načina financiranja proširene reprodukcije elektroprivrede, kao i da se izvrši prikupljanje, sređivanje i dovršenje materijala potrebnih za tu svrhu.

— Upravni odbor je razmatrao pitanje udruživanja elektrodistribucije u Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede i to sa aspekta uslova udruživanja, za koje se smatra nužnim da se prethodno reguliraju, a ne nakon što bi se akt udruživanja već izvršio.

U smislu naprijed navedenog Upravni odbor je primio do znanja informaciju o stanovištu Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, prihvaćajući istovremeno prijedlog da se na zajedničkom sastanku sa Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede još jednom razmotre uslovi i mogućnosti ovog udruživanja.

U nastavku rada Upravnog odbora razmotreni su izvještaji o periodičnom obračunu Biroa Poslovnog udruženja za razdoblje januar — mart 1967., prijedlog izmjena i dopuna osnova i mjerila Pravilnika o osobnim dohocima radne zajednice Biroa Poslovnog udruženja, prijedlog davanja suglasnosti na Privremenu odluku o visini naknade osobnog dohotka za prvih 30 dana spriječenosti na radu (bolovanja) i drugo, koji su svi prihvaćeni.

U dnevnom redu predviđena informacija o održanom sastaku predstavnika elektrodistributivnih poduzeća SR Hrvatske sa predstavnicima Školskog centra elektroprivrede u Zagrebu odgođena je za narednu sjednicu Upravnog odbora.

B. Tilić, dipl. ing.

Laboratoriji i terenske mjere grupe

INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

obavit će Vam

PREGLED I POPRAVAK VAŠIH ZAŠTITNIH UREĐAJA

Cijene, troškovi života, primanja i proizvodnja

Indeksi cijena pojedinih grupa proizvođača u veljači i ožujku 1967. bili su stabilni kod svih grupa, osim kod kemijske industrije, gdje je u ožujku došlo do porasta za 1%.

Indeksi cijena proizvođača

Tablica 1

	1966. 1965.	ož. 1967. 1965.	ož. 1967. ož. 1966.	ož. 1967. sij. 1967.	ož. 1967. velj. 67.
Proizvodnja el. energije	111	111	100	100	100
Proizvodnja ugljena	108	108	99,1	100	100
Proizvodnja nafte	97	97	100	100	100
Crna metalurgija	120	120	100	100	100
Obojena metalurgija	125	128	104,1	100	100
Elektroindustrija	107	110	106,2	100	100
Kemijska industrija	108	111,2	104	101	101
Ind. građ. materijala	113	115	102	102	100
Proiz. i prerada papira	104	104	100	100	100

Kod industrije građevnog materijala do povišenja cijena za 2% došlo je u veljači, a taj nivo je održan i u ožujku.

Indeksi cijena na malo

Tablica 2

	1966 1965	ožuj. 1967 1965	ožuj. 1967 pros. 1966	ožuj. 1967 velj. 1967
Električna energija	128	127	96,2	99
Drvo za ogrijev	111	111	100	99
Lignit	123	123	98	97,1
Električni štednjak	110	111	100	100
Hladionik	107,5	107,5	100	100

Indeksi cijena na malo za električnu energiju, drvo za ogrjev i lignit pokazuju sniženje cijena u odnosu na mjesec prosinac 1966. i veljaču 1967. Promjene cijena za električnu energiju posljedica su diferencijalnih tarifa po sezonama za pojedine grupe malopotrošnje, te ne predstavljaju efektivno sniženje nivoa cijena. Cijena drva za ogrjev nakon porasta u veljači, u ožujku je vraćena na nivo iz siječnja, odnosno prosinca. Cijene lignitu bile su osjetljivije, te je u ožujku došlo do sniženja za čitava 2,9% u odnosu na veljaču, vraćajući se time na prosjek iz 1966. Kod električnih štednjaka i hladionika nisu nastupile nikakve promjene u cijenama.

Troškovi života su zadržali i dalje tendenciju porasta. Najveći porast u ožujku odnosi se na duhan i piće (11%), zatim slijede kultura i razonoda (5,7%), higijena (3,6%), pokućstvo (2,0%), saobraćaj i PTT

Indeksi troškova života

Tablica 3

	1966. 1965.	1965. VII 1965.	ož. 1967. 1965.	ož. 1967. ož. 1966.	ož. 1967. sij. 1967.
Ukupni	123	109,5	133,5	108	101,8
Ishrana	120	107,7	125	104	99
Duhan i piće	137	117,8	153,5	114,3	111
Odjeća i obuća	125	106,6	136,3	112,4	101
Stanarina, voda i dr.	131	124,6	160,6	122,0	100
Ogrjev i osvjetljenje	121	125,8	120,5	102	98
Pokućstvo	118	107,7	126,3	107	102
Higijena	129	144,6	144,9	119	103,6
Kultura i razonoda	126	106,6	140	114,4	105,7
Saobraćaj i PTT	125	106,6	133,8	108	102
Roba	122	109,2	129,3	106	101
Usluge	129	114,8	146,1	116,3	101

(2,0%). Daljnji porast troškova obuhvatio je odjeću i obuću (1,0%), robe (1,0%) i usluge (1,0%). Porast troškova i ishrane, ogrjeva i osvjetljenja nije registriran, međutim u toku je postupak usklađivanja cijena električne energije s cijenom utvrđenom privrednom reformom. Ukupni troškovi su od siječnja do ožujka porasli za daljnjih 1,8%.

U odnosu na ožujak prošle godine troškovi su porasli za 8%, odnosno u rasponu od 2% za ogrjev i osvjetljenje, do 22% za stanarinu, vodu i dr.

Nominalna primanja u siječnju porasla su za 2% u odnosu na prosječna primanja u 1966. U industriji porast nominalnih primanja je iznosio svega 1%, u cijeloj privredi također 1%, dok u neprivredi 5% od čega u kulturi i socijalnoj djelatnosti 6%, a društvenoj i državnoj službi 4%.

Realna primanja zaostala su za prosjekom protekle godine za 4% u privredi, a 1% u neprivredi. U odnosu na 1965. realna primanja su porasla za 7,9% u privredi i 6,5% u neprivredi.

Količina novca u opticaju, koja je dosegla maksimum u studenom 1966, te se u prosincu i siječnju snižavala, u veljači je ponovno počela rasti (3,4%).

Indeksi proizvodnje energetike su u siječnju održali nivo prosječne proizvodnje u 1966, dok su u veljači pali za 3%. Najveći pad proizvodnje je evidentiran kod ugljena i koksa 11 odnosno 10%. U proizvodnji i preradi nafte je indeks porastao na 103 u siječnju, a u veljači je pao na 99. Proizvodnja električne energije ima povoljnije odnose te su indeksi iznosili 112 odnosno 105 naprama 1966. U istom vremenu industrijska proizvodnja je zabilježila znatan pad te su indeksi uz bazu 100 za 1966. u siječnju i veljači iznosili 87 i 93.

B. Tilić

Proizvodnja domaćih elektronskih knjigovodstvenih računala

U Institutu »Mihailo Pupin« proizvedena je prva serija od šesnaest knjigovodstvenih elektronskih strojeva pod nazivom CER-200.

Namjena je stroja automatiziranje materijalnog, financijskog i pogonskog knjigovodstva, obračuna osobnih dohodaka uz izradu platnih spiskova uključujući izradu listića sa obračunom, te planiranja proizvodnje, utroška radnog vremena i sastavljanja spiskova potrebnog materijala.

B. Tilić

Istražni radovi na pronalaženju nafte i plina na Jadranu

Stručni časopis »Oil and Gas Journal« od 12. prosinca 1966. donio je članak: »Istražni radovi na jugoslavenskom dijelu Jadrana«. Članak je u slobodnom prijevodu prenio »Informativni servis« — list poslovnog udruženja »Nafta« iz Zagreba. Za naše čitaoce dajemo kratak izvadak iz toga članka.

U navedenom časopisu istaknuto je da Jugoslavija vodi pregovore s dvadesetak internacionalnih naftnih kompanija o mogućnostima njihovog učešća u istraživanju jugoslavenskog obalnog područja.

Za sada je glavna zapreka način uključivanja kapitalističkih kompanija u uvjete jugoslavenske privrede.

Prema jugoslavenskim izvorima početi će sistematska istraživanja u drugoj polovini 1967. god., a očekuje se pronalaženje nafte i plina s obzirom na do sada izvršena preliminarna ispitivanja, kao i na otkrića u talijanskim vodama istočno od Ravenne.

Na području Dinarida (površina oko 70.000 km²) izbušeno je od 1959. godine sedam dubokih bušotina, a u obalnom području Crne Gore izbušeno je također 18 bušotina (koje su bile negativne) uz tragove nafte. Sve te bušotine dopirale su do dubine od 3.000 do 4.500 m. Međutim, tragovi nafte pronađeni su kod Zadra i kod mjesta Murvice na otoku Visu, dok su tragovi plina pronađeni kod Oliba.

U toku 1966. kod Kornića na otoku Krku bušeno je u dubinu od 1995 m ali nisu postignuti pozitivni rezultati. Treba izvesti bušenje na veće dubine, do 3500/3900 m. Bušenja su vršena i na Dugom otoku i te radove treba nastaviti.

Kod daljnjih istražnih radova predloženo je da se seizmička ispitivanja intenzificiraju u drugoj polovini ove godine i na drugim komercijalno potencijalnim terenima duž obale. Predviđeno je da se ti radovi završe u roku od dvije do tri godine, kako bi se u 1969. moglo pristupiti dubokim bušenjima.

I. R.

INA, »Naftagas« i Rafinerija Bos. Brod zajednički investitori naftovoda — Radnički savjet INE odgobrio je 17. veljače 1967. ugovor o zajedničkom ulaganju za izgradnju naftovoda od Bakra do Pančeva. Ukupni troškovi izgradnje iznose cca 850 milijuna novih dinara. U tome će INA sudjelovati sa 42 %, dok će Rafinerija Bos. Brod i »Naftagas« osigurati po 29 % sredstava.

Gradnja naftovoda početi će u ožujku, a njegove prve dionice proradit će, kako se predviđa, u idućoj godini.

Uvoz nafte u 1967. — Sredinom siječnja o. g. održan je u Saveznoj privrednoj komori sastanak na kojem je izvršena raspodjela uvoza sirove nafte i naftnih derivata po pojedinim korisnicima, u okviru kontigenata po robnim listama uvoza iz Rumunjske i SSSR za 1967.

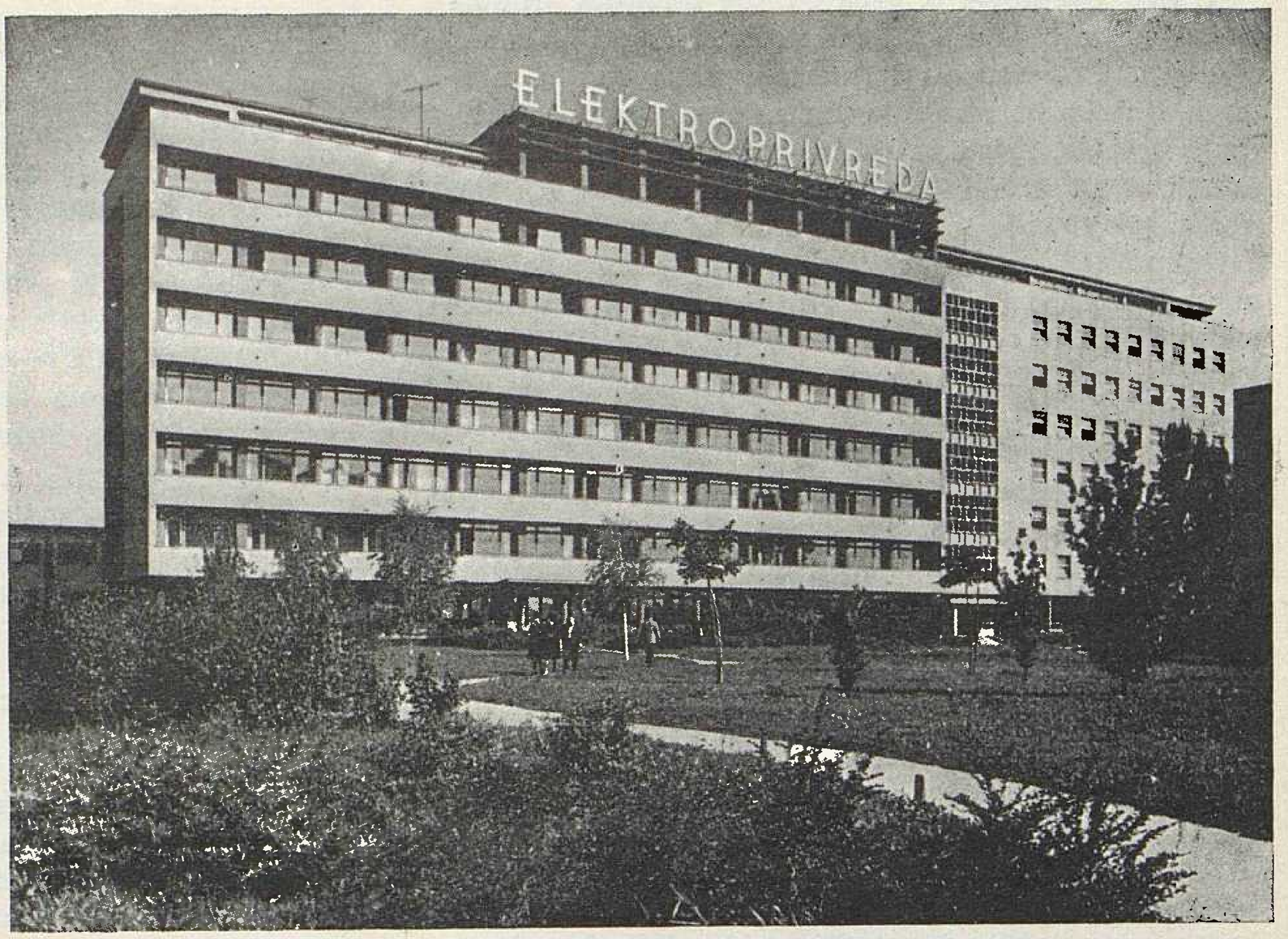
Zaključeno je da se sva uvezena količina lož-ulja iz SSSR od 500.000 tona namijeni za potrebe jugoslavenskih željezara i Toplane u Beogradu. Istovremeno su određene količine ostalih derivata koje će uvesti INA i neka poduzeća »Petroluniona«.

Cijene ulja za loženje bez promjene — Odbor Privrednog vijeća za društveni plan i društvene odnose izradio je prijedlog o povećanju cijena ulju za loženje koje upotrebljava industrija, dok bi cijena ulju za domaćinstvo ostala nepromijenjena. Privredno vijeće je prihvatilo amandman, a Savezno vijeće zbog neusaglašenih stavova odgodilo donošenje svoje odluke.

Odbor Saveznog vijeća za industriju na sjednici održanoj 16. siječnja donio je zaključak da bi povećanje cijena ulja za loženje trebalo ponovno odgoditi, jer prijedlog nije jasno i potpuno obrazložen uvjerljivim argumentima.

Ispitivanje peći na tekući plin. — U posljednje vrijeme bilo je u Ljubljani više slučajeva trovanja plinom kod zagrijavanja prostorija pećima na propan-butan. Stručnjaci Gradske plinare iz Ljubljane izvršili su pokus sa 4 razna tipa peći kako bi mogli utvrditi uzroke trovanja. Tehničkim ispitivanjem stručna komisija je ustanovila da neke peći nakon izgaranja od jednog sata stvaraju koncentrat ugljičnog monoksida i do 250 ppm. To je četiri puta više od dozvoljene količine i predstavlja opasnost po život. Da se to izbjegne komisija je preporučila potrošačima plina u domaćinstvu da svaki sat provjetravaju zagrijane prostorije.

I. R.



Zgrada Elektroprivrede u Zagrebu gdje je održano savjetovanje

SAVJETOVANJE O NAČINU REGISTRACIJE PRENAPONA U MREŽAMA

Statistički podaci o broju i uzrocima ispada naših elektroenergetskih postrojenja pokazuju da prenaponi, atmosferski i interni, sačinjavaju u prosjeku preko 30% uzroka ispada. Veliki broj ispada uzrokuje i velike gubitke zbog neisporučene energije, pa kada se tome dodaju još i štete nastale uslijed prenapona na električnoj opremi, dobiva se slika važnosti borbe protiv prenapona. No, da bi se mogla organizirati efikasna obrana od prenapona, treba te prenapone najprije upoznati, treba upoznati njihove uzroke, njihovu učestalost, veličinu i oblik. Ovo je moguće ustanoviti jedino sistematskim, obimnim mjerenjima u mreži.

Tri srodna jugoslavenska Instituta, ELEKTROINŠTITUT, Ljubljana, ELEKTROTEHNIČKI INSTITUT »NIKOLA TESLA«, Beograd i INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU, Zagreb pokrenula su stoga zajedničku akciju za iznalaženje najpovoljnije metode registriranja prenapona u našim mrežama, kao i načina i mogućnosti primjene takve metode, pa je u tu svrhu organizirano i održano 3. 3. 1967. u Zagrebu savjetovanje zajedno s predstavnicima većih elektroprivrednih poduzeća Jugoslavije. Savjetovanju je prisustvovalo 39 stručnjaka iz slijedećih 26 elektroprivrednih poduzeća:

1. Zajednica Jugoslavenske elektroprivrede, Beograd
2. Elektroinštitut, Ljubljana
3. Elektrotehnički institut »N. Tesla«, Beograd
4. Institut za elektroprivredu, Zagreb
5. Savske elektrane, Ljubljana
6. Elektro-Ljubljana, Ljubljana
7. Elektro-Ljubljana, Novo Mesto
8. Elektro-Maribor, Maribor
9. Elektrosrbija, Beograd
10. Elektrodistribucija, Beograd
11. Elektrodistribucija, Valjevo
12. Elektromorava, Požarevac
13. Poslovno udruženje elektrodistribucije BIH, Sarajevo
14. Elektroprenos, Sarajevo
15. Elektromakedonija, Skopje
16. Elektrocrnagora, Titograd
17. Elektroprenos, Zagreb
18. Elektroprenos, Split
19. Poslovno udruženje elektroprivrede SRH, Zagreb
20. Elektroprivreda, združeno poduzeće, Zagreb
21. Elektrotehnički institut »Rade Končar«, Zagreb
22. Elektra, Zagreb
23. Elektroprimorje, Rijeka
24. Elektroistra, Pula
25. Elektroslavonija, Osijek
26. Elektrodalmacija, Split

Nakon izbora predsjedavajućeg, prof. dr ing. B. Stefaninija, prihvaćen je slijedeći *dnevni red:*

1. Značaj mjerenja prenapona i dosadašnja iskustva

2. Prijedlozi za metodu mjerenja
3. Načini i mjesta mjerenja u mrežama
4. Diskusija o tehničkim i financijskim problemima

1. Ing. Cvetković iz beogradskog Instituta »Nikola Tesla« govorio je o značaju sistematskog i obimnog mjerenja atmosferskih i internih prenapona u mrežama i važnosti rezultata tih mjerenja za projektiranje opreme, kao i za dobru organizaciju zaštite od takvih prenapona i time smanjivanja šteta i broja ispada postrojenja iz pogona. U našoj zemlji su osim pojedinačnih oscilografskih mjerenja prenapona namjernih sklapanja, vršena u organizaciji Instituta »Nikola Tesla« obimna mjerenja prenapona klidonografima. Ovaj jednostavan i jeftin mjerni uređaj primjenjivan je u velikom broju u Srbiji, Bosni, Sloveniji i Hrvatskoj, pa je zbog toga dobiveno mnogo mjernih rezultata, koji omogućuju korisne zaključke o nivou prenapona u mrežama. Međutim, rezultati mjerenja klidonografima nisu dovoljno pouzdani, jer je pogreška mjerenja prilično velika, a uređaj osim toga mjeri samo najveći prenapon unutar jednog vremenskog razdoblja.

2. Ing. Hrs iz zagrebačkog Instituta za elektroprivredu dao je prikaz metoda za mjerenje prenapona koje se upotrebljavaju u svijetu. Analizirajući prednosti i mane pojedinih mjernih metoda u pogledu troškova i vrijednosti mjernih rezultata, posebno prilikom eventualne primjene u našim mrežama, a imajući u vidu težnju i potrebu za iznalaženje mjerne metode, čija primjena neće iziskivati suviše velike troškove, ali će ipak dati pouzdane i reprezentativne rezultate, referent je predložio da se u budućnosti u našim mrežama provode sistematska i obimna mjerenja internih i atmosferskih prenapona elektronskim brojačima prenapona, aparatima kakvi se danas za takva mjerenja upotrebljavaju u Francuskoj. Elektronski brojač prenapona mjeri prenapone koji prelaze 5 naponskih nivoa (2, 2.5, 3, 3.5 i 4-struki tjemeni fazni napon) i registrira broj tih prenapona. Uređaj dakle daje podatke o broju i nivou prenapona na mjestu ugradnje, a osim toga ugradnjom jednog dodatnog uređaja i pogonskom kontrolom brojača moguće je odrediti udio pojedinih vrsta prenapona (atmosferskih i internih) u ukupnom broju registriranih prenapona. Osnovna tehnička odlika brojača prenapona je neovisnost mjerenja od oblika i polariteta prenapona, što garantira tačnost mjernih rezultata. Osim toga brojač je relativno jeftin (u odnosu na druge metode, koje daju jednako vrijedne rezultate), pa je time omogućena obimna primjena. Predračun troškova registracije prenapona elektronskim brojačima pokazuje da se cijena jednog takvog kompletnog uređaja, zajedno s odgovarajućim djeliteljem napona, kreće oko 330.000 st. din, računano za veću seriju, i to praktično neovisno o naponskom nivou mreže u kojoj se ugrađuje. U slučaju mjerenja prenapona u sve tri faze troškovi iznose milijun dinara po jednom takvom mjernom mjestu.

3. Ing. Höfler iz ljubljanskog Elektroinštituta podržao je prijedlog uvođenja kvalitetnije metode mjerenja prenapona elektronskim brojačima, pogotovo zbog mogućnosti da se tom metodom izmjeri vrlo interesantni nivo internih prenapona u mrežama. Govoreći o mjestima ugradnje takvog mjernog uređaja referent smatra, da je o tome potrebno izraditi posebnu studiju, no u načelu dolaze u obzir (konkretno u Sloveniji) mjerenja u 110, 35 i 20 kV mrežama, prije svega na sabirnicama u čvorištima tih mreža. O raspoloživim je financijskim sredstvima ovisno da li mjerenja provesti samo u jednoj ili na sve tri faze. Vjerojatno je u početku povoljnije mjeriti na što više raznih mjesta u mreži, ali samo u jednoj fazi. Predlaže izradu prototipa takvog uređaja, budući da postoje mogućnosti izrade elektronskog brojača u Jugoslaviji; za njegove sastavne dijelove, osim tiratronki sa hladnom katodom koje treba nabaviti u inozemstvu, može poslužiti domaći materijal.

4. U opsežnoj diskusiji prisutni su razmotrili tehničke, organizacione i financijske probleme, koji se pojavljuju pri sistematskom mjerenju prenapona u mrežama. Cijelu diskusiju rezimiraju slijedeći

Zaključci

1. Elektroprivreda prihvaća predloženu mjernu metodu, a naročito podržava stanovište da takva metoda bude jedinstvena za cijelu zemlju, da tri Instituta zajednički povedu jedinstvenu akciju za sistematsku kontrolu prenapona elektronskim brojačima. Pri tome se, međutim, ne smiju zanemariti mjerenja prenapona oscilografima, te se dvije mjerne metode međusobno ne isključuju nego se naprotiv odlično dopunjuju.

2. Potrebno je da Instituti zajednički izrade i ispitaju najmanje tri primjerka elektronskog brojača u svrhu sticanja iskustava s takvim mjernim uređajima; ovu fazu treba završiti po mogućnostima za 6 mjeseci.

3. Elektroprivreda je prihvaćanjem mjerne metode spremna i financijski podržati akciju za sistematska mjerenja prenapona. Kako će se to financiranje provesti, još ovaj čas nije definirano, bilo je različitih prijedloga, kao npr. da se gotovi uređaji sa uputama o postavljanju i održavanju prodaju pojedinim poduzećima, no svi prisutni se slažu da financiranje akcije treba koordinirati i da u tome treba sudjelovati JUGEL.

4. Prvi i najhitniji problem je osigurati sredstva za projektiranje, izvedbu i ispitivanje probnih uzoraka elektronskog brojača prenapona. Predstavnici nekih poduzeća su već na sastanku izrazili spremnost za financijsku pomoć Institutima za razvoj takovog uređaja, no misle da bi i ovdje JUGEL trebao biti inicijator, koordinator i pokrovitelj akcije.

5. Potrebno je da se u obliku jedne studije u širem opsegu prouči problem mjerenja prenapona u mrežama elektronskim brojačima prenapona i registriranjem oscilografima, i da se u studiji iznađe sistem za primjenu tih uređaja.

Ivo Hrs, dipl. ing.

Savjetovanje tehničkih rukovodilaca distribucije SR Hrvatske

U Rijeci je 19. i 20. aprila o. g. održan sastanak tehničkih rukovodilaca poduzeća za distribucije električne energije SRH, koji je bio posvećen problemima prenaponskih smetnji u distributivnim mrežama. Pri tome je dominirao problem uzemljenja zvjezdišta distributivnih mreža 30 (35) i 10 kV, a osim toga je raspravljano o mogućnostima efikasnije i ekonomičnije zaštite od prenapona tih mreža.

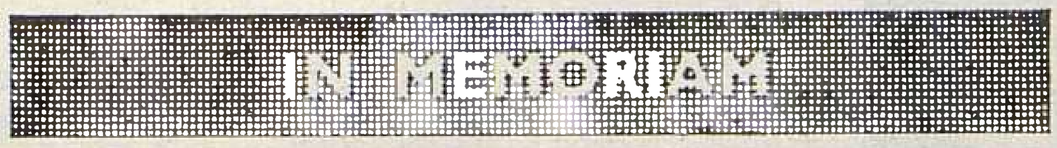
Stručna komisija za uzemljenje zvjezdišta, formirana ranije od istog skupa, razmatrala je, zajedno s predstavnicima elektroprenosnih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu, Zagreb, prednosti i mane pojedinih sistema uzemljenja zvjezdišta i podnijela je tehničkim rukovodiocima prijedlog rješenja ovog problema, kao i pripadne smjernice za postupke pri realizaciji rješenja uzemljenja zvjezdišta.

Prijedlog stručne komisije, koji je u potpunosti prihvaćen, u osnovi sadrži ove komponente:

1. U zračnoj mreži 35 (30) kV predlaže se rezistentno uzemljenje s ograničenjem jednopolne struje kratkog spoja na 300 A, pri čemu se primjena APU općenito smatra svrsishodnom.
2. U kabelskoj mreži 35 (30) kV također se predlaže rezistentno uzemljenje s ograničenjem jednopolne struje kratkog spoja na 700—1000 A, a bez primjene APU. Jednako rješenje predlaže se i za kabelske mreže 10 kV.
3. U zračnoj mreži 10 kV nema potrebe za uzemljenjem zvjezdišta.
4. U mješovitim, kabelsko-zračnim mrežama 35 (30) i 10 kV nije predloženo jednoznačno rješenje. Općenito se i ovdje preferira rezistentno uzemljenje, s tim da se u svakom posebnom slučaju utvrdi nivo ograničenja jednopolne struje kvara.

U nastavku sastanka razmatran je prijedlog Instituta za elektroprivredu o ispitivanju efikasnosti zaštitnog iskrišta kao osnovnog zaštitnog sredstva protiv prenapona u 10 kV mreži. Prihvaćen je prijedlog Instituta, kojim se predlaže u 10 kV mrežama SRH ugraditi ukupno 180 iskrišta specijalne konstrukcije, pri čemu se kod ugradnje variraju slijedeći parametri: izokeraunički nivo, vrsta stanice, udaljenost od transformatora, otpor uzemljenja i dr. Registracijom prorada iskrišta, statistikom kvarova opreme i, zbog usporedbe, praćenjem ponašanja zaštite odvodnicima prenapona u jednakim uvjetima, bit će omogućeno zaključivanje o efikasnosti zaštite iskrištima u 10 kV mrežama.

I. Hrs, dipl. ing.



Aleksandar Baborsky

U najljepšim godinama muževnosti, kada je pred njim bilo još toliko toga što je trebao da napravi, Aleksandar Baborsky, jedan od naših najboljih i najsavjesnijih inženjera i projektanata nenadano nas je ostavio na sam dan 1. svibnja uveče.

Veselio se praznicima, koje će moći u cijelosti posvetiti svojoj obitelji. To je zaista i učinio. Dan prije uređivao je stan, strugao ga i bojio, dotjerivao i popravljao električnu instalaciju i uopće se brinuo, da mu dom bude što topliji i što ugodniji. Prvoga svibnja uzeo je za ruku svog četirigodišnjeg sinčića, da ga odvede u Maksimir, u zoološki vrt, u prirodu, u zelenilo. Pod večer se sastao u kavani s prijateljem, razgledao s njime snimke njihovog zajedničkog boravka na radovima u Egiptu i polako se spremao kući. Bili su svaki sa svojom ženom. Na izlasku iz kavane najednom mu je na trgu pozlilo. Žene koje su išle pred njima, nisu to u onoj gužvi naroda ni opazile. Istom kad su za nekoliko minuta dojurila kola hitne pomoći, ustanovile su da su zapravo došla po njega, te ga hitno odvezla u bolnicu. Došavši nedugo za njim u bolnicu da ga obiđe, žena je mogla samo konstatirati da ga više nema među živima. Aleksandar Baborsky, dobar otac, dobar

muž, naš vrhunski elektroprivredni stručnjak, bio je već mrtav. Srce!

Inženjer Baborsky rođen je u Zagrebu 8. veljače 1911. U Zagrebu je i diplomirao na Elektrotehničkom fakultetu. Od 1. IX 1937 do 31. VIII 1940. radi kod tadašnjeg Jugoslavenskog Siemensa u odjelu za slabu struju, a odmah zatim prelazi u Gradsku električnu centralu kao projektant i izvođač uređaja za prijenos u Odjelu mreže. Iza toga postaje najprije u Elpohu upravitelj Područnog ureda Zagreb-vanjski, zatim je dvije godine u Elektrozapadu na postrojenjima 110 kV, onda u Institutu za elektroprivredu obrađuje pitanja selektivne zaštite uređaja za prijenos i razdiobu električne energije, pa u Generalnoj direkciji izgradnju dalekovoda i transformatorskih stanica, dok nije 1. VI 1951. prešao u »Elektroprojekt«, gdje projektira rasklopna postrojenja 110 kV u zemlji i inozemstvu. Izradio je uglavnom sve projekte za velike transformatorske stanice 110 kV u Rakitju, Matuljama, TS Osijek, Varaždin, Kutina, Kraljevac, i dr.

Projektant je HE Rijeka, HE Gojak, TE Plomin, Željezare Skoplje, velikog irigacionog sistema El Zawia u Egiptu, kao i brojnih drugih idejnih projekata.

Pokojni je Baborsky slovio kao jedan od najboljih i najsavjesnijih stručnjaka, kojemu se nikada nije desilo, a ma ni jedan jedini puta, da bi mu se potkrala u projektima ma i najmanja pogreška ili propust. Bio je pouzdan, studiozan i ono što je izišlo ispod njegovih ruku bilo je uvijek solidno do kraja prostudirano, jednom riječju — savršeno i izvanredno, kako je to dobro u nadgrobnom govoru istakao jedan od njegovih pretpostavljenih drugova.

Ali još više od toga. On je u privatnom životu bio, štono riječ, duša od čovjeka: povučen, ali uvijek vedar i nasmijan, blage ćudi, svakome prijateljski naklonjen, uvijek spreman da svakome pomogne. Dobar drug u svakoj prilici.

Ostavlja ženu i dvoje djece: kćerku i sina.

Drugovima iz poduzeća »Elektroprojekt« kao i ožalošćenoj obitelji naše iskreno saučešće!

Ladislav Mirt

U Zagrebu je nenadano, pogođen srčanom kapi, dne 27. III 1967. preminuo službenik *Termoelektrane-Toplane Zagreb*, drug Ladislav Mirt.

Rano ujutro uputio se toga dana kao obično na posao, ali mu je nasred ulice nenadano pozlilo. Prihvatio se za rame druga, koji je išao s njime da se na čas podrži, ali je bilo prekasno. Kao pokošen srušio se. Hitna pomoć liječnika, koji je stigao za nekoliko minuta, mogla je samo ustanoviti smrt od kljenuti srca.

Drug Ladislav Mirt rođen je 20. VI 1921. u Sevnici. Gimnaziju je završio u Zagrebu 1940. nakon čega se odmah zaposlio kod željeznice. Krajem 1949. dolazi u ugljenokop Konjščina. Kad se 1953. počela graditi termoelektrana Konjščina u Jertovcu, zaposluje se u njoj kao glavni knjigovođa.

Dne 7. XI 1962. dolazi u Zagreb u Termoelektranu-Toplanu u svojstvu planera-analitičara na kojoj dužnosti ostaje do svoje prerane smrti.

Bio je poznat kao savjestan i discipliniran radnik, koji se uvijek isticao drugarstvom i požrtvovnošću u radu. Kako u svojem kolektivu tako i u ostalim elektroprivrednim organizacijama bio je veoma cijenjen i poštivan, što se najbolje vidjelo i na njegovom sprovodu na koji je došao tako reći kompletan kolektiv iz Zagreba i Konjščine, jednako kao i brojni prijatelji i drugovi iz željezničkih poduzeća i drugih. Na zadnji ga je počinak ispratilo sigurno preko tisuću drugova.

Ostavlja ženu i dvanaestgodišnjeg sinčića, kojima kao i ostaloj rodbini i drugovima, izražavamo naše iskreno saučešće.

NOVE KNJIGE I ČASOPISI

Abeceda automata. Skupina autora, prijevod s ruskog; Izdavač: Tehnička knjiga — Zagreb, 1966., 213 strana, oko 170 slika, meki uvez, cijena 18.— N. din.

Konačno su se i kod nas pojavile knjige, koje na popularan, zanimljiv, ali naučno dokumentirani način pružaju čitaocu znanja o raznim granama nauke i tehnike. Nastojanja u tom smislu potekla su od »Tehničke knjige« u Zagrebu, koja je osnovala čak i malu biblioteku pod nazivom »Abeceda...«, predviđenu za izdanja takve vrste. Tako nam je pored ove knjige već poznata i »Abeceda televizije«, a slijedit će i neke druge.

Djela ove vrste nisu nešto novo, ali su se kod nas rijetko pojavljivala, jer za njih treba imati pored visokog stručnog znanja i posebnih naklonosti. Obično izlaze iz pera vrhunskih stručnjaka, a ovi često zaziru od jednostavnijeg i popularnog pisanja.

Poznato je da se ovakva literatura mnogo gaji u Sovjetskom Savezu, gdje za nju postoji veliko razumijevanje ne samo kod čitalaca, već i kod službenih prosvjetnih organa. Ova djela kod mlađeg naraštaja daju širokog maha mašti o budućim Jules Verneovskim prostranstvima, koja su u početku fantazija, da kasnije u zrelijem dobu postanu i stvarnost u rukama fizičara, matematičara i inženjera.

Gornju knjigu nije napisao pojedinac, nego je to djelo dvadesetak stručnjaka: učenjaka, inženjera, novinara i likovnih umjetnika, što pokazuje želju da se materija solidno obradi, u čemu se zaista i uspjelo. U knjizi se obrađuju razna područja već vrlo razvijene automatizacije, s pomoću koje strojevi sve više od čovjeka preuzimaju njegove fizičke i umne funkcije, i s pomoću koje se danas izvode i najkompliciraniji tehnički pothvati, kao što su odašiljanje letjelica u svemir, te njihovo pristajanje na svemirska tijela ili pak vraćanje na Zemlju. Sam je tekst popraćen šaljivim ilustracijama, u kojima nas od početka do kraja prati pojava jednog robota »kojemu su autori dali oblike i funkciju stroja, a karakter i dušu čovjeka«. Knjiga je pisana jednostavno i tečno, tako da se vrlo rado čita u vrijeme odmora.

M. Vujnović

Th. Ginsburg: **Die friedliche Anwendung von nuklearen Explosionen;** Verlag Karl Thiemig KG München 1965., XVI + 240 str., 56 slika, cijena DM 14,80.

Prošlo je već više od dvadeset godina od prvih eksperimenata kontrolirane nuklearne reakcije, što je utrlo put praktičnom iskorištavanju ove energije u velikim razmjerima. Na žalost, glavna joj je upotreba u početku bila u ratne svrhe, čime je njeno praktično iskušavanje i započelo potkraj prošlog rata. Nakon ovoga, prišlo se mirnodopskom korištenju tog novog izvora energije. U pogledu potencijalnih tehničkih i naučnih primjena, nema sumnje da postoje mnoga područja ljudske djelatnosti, u kojima može nuklearna energija korisno poslužiti. Međutim, prošlo je još dosta vremena i stalnih napora pri razvoju odgovarajuće tehnologije, kako bi se prisilila ova korisna energija da radi i pomaže čovjeku.

Kako se naročito razvijala tehnologija eksploziva, to se tim putem došlo do ideje (SAD) o prokopavanju čitavih kanala, kao što je Sueski ili slično. Od nabačene ideje došlo je poslije do tzv. »PLOWSHARE« programa. Proračuni su pokazali, da je taj način kopanja zemljine kore nekoliko puta jeftiniji od bilo kojeg drugog načina. Jedino je glavni problem bila radioaktivnost, no koja je daljnjim razvojem tehnologije prilično smanjena.

Prikazana nas knjiga na lijep i jednostavan način uvodi u objašnjenje o tom, kako dolazi do nuklearnih eksplozija, kako se praktički izvode i kakve sve primjene od toga proizlaze. Sve je to često i dokumentirano s grafičkim prikazima, tabelama i proračunima. Na taj je način ova knjiga koristan i važan doprinos programu primjene nuklearnih eksplozija na prekopavanju velikih kompleksa zemljine kore.

M. Vujnović

J. Smiljanić: **Električni postrojki,** Izdavač: Izdavačko pretprijatie »Prosvetno delo«, Skopje 1966. — 360 strana, 240 slika, format 24 x 16,5 broširano.

Knjiga je napisana kao udžbenik za tehničke škole, a namijenjena je također za usavršavanje stručnog kadra u elektroprivredi. U originalu ona je napisana na srpskohrvatskom, a ovo je makedonski prijevod njenog drugog proširenog i popravljenog izdanja.

Knjiga počinje s općim podacima o elektroenergiji i elektrifikaciji, a zatim obrađuje redom termoelektrane, nuklearne elektrane, dizelske elektrane, hidroelektrane i na kraju elektrane na vjetar. Taj dio zauzima nešto više od trećine knjige.

U drugom su poglavlju obrađeni principi i izvedbe instrumenata, rastavljača, prekidača i releja. Osim toga, su opisani elementi rasklopnih postrojenja i dispozicija.

Treće pak poglavlje obuhvaća izvedbe različitih transformatorskih, rasklopnih i ispravljačkih stanica.

Četvrto i posljednje poglavlje posvećeno je elektroprivredi. U kratkim crtama izneseni su osnovni pojmovi o tarifama, o izvozu električne energije i o planiranju u elektroprivredi i na kraju nešto o dispečerskoj službi.

Na završetku svakog poglavlja dani su po neki primjeri i zadaci kako bi čitatelj mogao što solidnije svladati izneseno gradivo.

Iz navedenog sadržaja se vidi da knjiga obuhvaća u zbijenom obliku osnovnu elektroprivrednu problematiku, pa će sigurno biti koristan doprinos našoj elektrotehničkoj literaturi uopće, a posebno će ovaj prijevod obogatiti tehničku literaturu na makedonskom jeziku.

B. Markovčić

D. Blanuša: **Viša matematika, I. dio** (prvi svezak, drugo izdanje, 1965., drugi svezak 1965; Tehnička knjiga, Zagreb) — Cijena: I. svezak 40, II. svezak 60 ND.

Ovo djelo izlazi u okviru udžbenika Sveučilišta u Zagrebu, a namijenjeno je studentima tehničkih i prirodoslovno-matematičkih fakulteta. Razdijeljeno je u tri dijela: diferencijalni račun, integralni račun i diferencijalne jednadžbe. Prvi dio ima dva sveska, od kojih prvi obuhvaća algebru i algebarsku analizu (487 stranica), a drugi analitičku geometriju i diferencijalni račun koji se odnosi na funkcije jedne varijable (925 stranica).

Već po opsegu i sadržaju se vidi da djelo obuhvaća mnogo više gradiva nego što će student tehničkog fakulteta trebati, pa će zato dobro doći inženjerima koji trebaju odgovore na pitanja iz matematike s kojima se nisu sretali za vrijeme studija.

Nakon uvodne prve glave (logika, skupovi, brojevi) u drugoj se glavi obrađuju nizovi, redovi i beskonačni produkti. Treća glava sadržava determinante, matrice i vektorsku algebru. Naročito su opširno obrađene matrice, posebno s obzirom na primjenu u elektrotehnici. Analitička geometrija (glava četvrta, preko 500 stranica) opsežno je izložena, a sadržava ravninske i prostorne sustave. Opisane su, među ostalim, projektivne, afine, ekviformne i ortogonalne transformacije, krivulje i plohe 2. reda, njihova klasifikacija, njihove tangente i tangencijalne ravnine. Posebno se ističe razlomljeno linearna transformacija s primjenom u elektrotehnici, zatim kružni dijagrami.

Peta glava sadržava dio diferencijalnog računa u kome se promatraju samo funkcije jedne varijable. Ovime je obuhvaćeno odgovarajuće gradivo s tehničkih fakulteta, dano dakako matematički potpuno i strogo, a pisano s naročitim obzirom na to, da se razmjerne lako dade čitati.

Kad se ove knjige otvore, na prvi pogled se opaža preglednost: na svakoj su strani ispisani glava i paragraf, a u tekstu se ističu definicije i teoremi. Time je olakšano čitanje i nalaženje određenog gradiva. Način pisanja je jasan, razumljiv i detaljan, kako i odgovara udžbeniku. Čitalac će se naročito oduševiti potpunošću tumačenja i komentarima uz definicije i poučke. Zbog svih tih svojstava ovo se djelo može preporučiti svakom stručnjaku koji se u svom radu susreće s matematikom.

Dr ing. B. Zelenko

K. Schröder — **GROSSE DAMPFKRAFTWERKE** — Planung, Ausführung und Bau — III Tom Die Kraftwerksausrüstung. Dio A, Brennstoff, Wasser, Dampferzeugung, Rohrleitungen, Elektrotechnik — sa prilozima od: A. Borst, A. von Brackel, W. Bredtschneider, J. Dutt, H. - O. Fieguth, L. Haenisch, H. - G. Heitmann, H. Heyde, L. Kuchelbacher, P. Lager, G. Lösel, R. Michel, B. Schmid, K. R. Schmidt, B. Westphal, G. Weydanz.
Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg / New York 1966. XX, 744 stranice, 711 slika. Cijena: tvrdi uvez DM 186.—.

Ovo je prvi dio trećeg toma ovog poznatog djela, od kojeg su prva dva naišla na veoma široku primjenu u stručnim krugovima na području termoelektrana. U njima su sadržane podloge za planiranje i izvođenje termoelektrana sa velikim brojem izvedenih primjera.

Ovaj treći tom, koji ima 2 dijela A i B (dio B nije još objavljen), sadrži opremu i uslove koji se postavljaju na opremu suvremenih termoelektrana. Obrađuje područje goriva, vode, proizvodnju pare, cjevovoda i elektrotehničke elemente. Ovo djelo je obogaćeno sa velikim brojem tablica, slika, računskih i literaturnih izvora. Na ovom djelu surađivao je veliki broj poznatih stručnjaka, specijalista iz kuće Siemens, koji sudjeluju na planiranju i izvođenju mnogobrojnih objekata širom svijeta.

Djelo sadrži prema tome široka iskustva te može korisno poslužiti za primjenu u praksi pri projektiranju, gradnji, kao i za studij na tehničkim fakultetima.

Djelo se odlikuje jasnoćom stila, obiljem podataka te spada među najpoznatija djela ove vrste.

J. Lucati

D. Kaiser, **Elektrotehnika, osnovi,** Tehnička knjiga, Zagreb, 9. izdanje 1966, 310 str., 281 slika, 268 zadataka.

Iz obuhvaćenog gradiva je vidljiva želja autora, da stvori djelo podjednako upotrebljivo kao udžbenik u industrijskim školama elektrostruke kao i priručnik za ljude iz prakse kojima je elektrotehnika struka, kao i onima kojima nije, a žele steći osnovne pojmove o njoj.

Da je autor u tome u potpunosti uspio svjedoče brojna izdanja i velike naklade, pa je knjiga za navedeni nivo u svakom pogledu preporučljiva.

Važno je spomenuti, da se nova izdanja neprekidno dotjeruju, prerađuju, nadopunjuju novim dostignućima nauke, te usklađuju s novim tehničkim propisima, čime knjiga ostaje stalno savremena.

Uvodna poglavlja posvećena su struji, njenim djelovanjima, njezinim karakterističnim veličinama kao jakost, napon, otpor, te zakonima za njihovo računanje.

Daljnja poglavlja govore o statičkom elektricitetu i kondenzatorima, kemijskom djelovanju i akumulatorima, toplinskom i svjetlosnom djelovanju te o struji kao jednom od raznih oblika energije.

Poglavlja, magnetizam, izmjenična struja i trofazni sistemi čine osnove današnje industrijske primjene elektriciteta ili područja tzv. »jake struje«.

Poglavlje elektronika nam daje osnove onog dijela elektrotehnike koji obično nazivamo »slabom strujom«, a obuhvaća između ostalog radio i televiziju.

Djelovanje električne struje na čovjeka te prva pomoć kod nesreća predstavljaju završetak osnova elektrotehnike, a poglavlje o rasvjeti, strojevima i transformatorima su dodana isključivo kao pomoć u nastavi dotičnih predmeta.

U nabrojenim poglavljima nalazi se oko 200 zadataka iz prakse, koji pomažu u savladavanju opsežnog gradiva.

I. Šimurina

O. J. Rescher: **Talsperrenstatik** — Berechnung und Bemessung von Gewichtsstaumauern; Springer — Verlag, 1965.

Ova je knjiga daljnji doprinos građevinskoj stručnoj literaturi. U njoj su sabrana i na pregledan način obrađena dosadašnja iskustva u dimenzioniranju betonskih brana gravitacionog tipa. Zbog toga je vrlo korisna za projektante, no može dobro poslužiti i investitoru kao i izvođaču građevinskih radova na brani.

S. Reštarović

H. H. Meinke: **Einführung in die Elektrotechnik höherer Frequenzen,** II. Band: Elektromagnetische Felder und Wellen; Springer - Verlag Berlin — Heidelberg — New York 1966., 252 stranice, 212 slika, cijena DM 24.—

Nastavljajući tradiciju prvog dijela, i ovaj se drugi dio pojavljuje u svom drugom poboljšanom izdanju. Kod toga je osnovni tekst ostao uglavnom isti, dok su detalji dotjerani. Ova je druga knjiga nastavak uvodnog prvog dijela, gdje su prikazani koncentrirani sastavni elementi koji se koriste u tehnici sklopova. Drugi dio obrađuje teoriju elektromagnetskih valova i antene.

U uvodnom poglavlju objašnjavaju se osnovne zakonitosti koje važe za elektromagnetsko polje (zakon indukcije, zakon toka, pretvaranje energije, struje pomaka i slično).

Ostala materija podijeljena je u četiri poglavlja. U prvom je obrađen ravni val (refleksija na vodljivoj ravnini i na dielektričnoj površini), u drugom valovodi (valovi između paralelnih ravnina, između dvaju vodiča proizvoljnih presjeka, u šupljim vodičima pravokutnog, kružnog i bilo kojeg presjeka; struje i gubici u šupljim vodičima, spojevi šupljih vodiča) i u trećem šuplji rezonatori. Posljednje, četvrto, poglavlje daje prikaz kuglastih valova i antena.

Prikazana materija je pretežno teoretskog karaktera. Stoga će knjiga poslužiti uglavnom onima, koji ozbiljnije žele upoznati ovo područje, i koji već imaju osnovna predznanja iz matematike i elektrotehnike.

M. Vujnović

H. Požar: **Visokonaponska rasklopna postrojenja,** Tehnička knjiga, Zagreb 1967., 676 stranica, 6 slika, tabela

Knjiga »Visokonaponska rasklopna postrojenja« pisana je kao udžbenik za studente elektrotehničkih fakulteta, ali ona po opsegu i po načinu izlaganja prelazi granice svoje osnovne namjene. U njoj će naime inženjeri i tehničari u praksi naći mnogo podataka, tumačenja i uputstava kako za projektiranje, tako i za kontrolu i vođenje pogona rasklopnih postrojenja. Najveća pažnja posvećena je djelovanju pojedinih dijelova postrojenja, njihovom izboru i proračunu, te funkciji rasklopnog postrojenja u električnoj mreži.

U dva poglavlja (drugo i treće poglavlje) prikazan je proračun struja kratkog spoja pomoću metode simetričnih komponenata, što omogućuje određivanje prilika pri svim vrstama kratkog spoja. Detaljan prikaz određivanja reaktancija svih dijelova mreže omogućava izračunavanje struje kratkog spoja u svim dijelovima mreže. Naročito treba istaći prikaz reaktancija sinhronog generatora, utjecaj transformacija u dvonamotnim i tronamotnim transformatorima, te numerički primjer određivanja prilika u mreži za vrijeme trajanja kratkog spoja. Posebna pažnja je posvećena određivanju udarne struje, rasklopne snage i struje mjerodavne za ugrijavanje.

U četvrtom poglavlju obrađeno je djelovanje, proračun i kriteriji za izbor glavnih elemenata rasklopnih postrojenja. Proračun sabirnica nije ograničen samo na ravne vodiče već je prikazan i način određivanja među vodičima u obliku slova L i S, osim toga obrađen je i problem maksimalne sile među vodičima u ovisnosti o vrsti kratkog spoja. Djelovanje osigurača i sklopaka detaljno je prikazano, što daje vrlo dobar uvid u ulogu tih bitnih dijelova postrojenja. To vrijedi i za mjerne i učinske transformatore.

Sheme spoja glavnih strujnih krugova prikazane su kako sa stanovišta djelovanja tako i sa gledišta sigurnosti i ekonomičnosti. Naročita je pažnja posvećena shemama rasklopnih shema u rasklopnim sabirnicama bez sabirnica.

Najveći dio prostora u poglavlju o mjerenjima obuhvaća dio o mjerenju snage i o brojilima, u kojemu je obrađeno kako mjerenje djelatne tako i mjerenje jalove snage i energije.

Pored svih vrsta zaštite koje se upotrebljavaju u rasklopnim postrojenjima naročito detaljno je opisano djelovanje i izvedbe diferencijalne zaštite dvonamotnih i tronamotnih transformatora s prikazom načina određivanja svih prijenosnih omjera mjernih transformatora kao i struja za sve vrste kratkih spojeva. Proračun uzemljenja rasklopnih postrojenja posebno je obrađen.

Izvedbe i djelovanje uređaja za upravljanje, signalizaciju, povratno javljanje, blokiranje, ponovno uklapanje, sinhronizaciju kao i pomoćnih uređaja u rasklopnim postrojenjima (akumulatorska baterija, kompresorsko postrojenje) obuhvaćeni su u posebnom poglavlju.

Izvedbe i kriteriji za izbor izvedaba srednjenaponskih postrojenja s nepomičnim i pomičnim aparatima, kao i izvedbe postrojenja najviših napona čine sadržaj posljednjeg poglavlja. Pokazane su izvedbe spojnog polja, kao i izvedbe postrojenja bez sabirnica, s dvije sklopke po odvodu i s miješanim fazama.

Treba naglasiti da knjiga »Visokonaponska rasklopna postrojenja« predstavlja po načinu izlaganja, po izboru materije i po tretmanu pojedinih pitanja jedinstveno djelo u našoj, pa i u stranoj literaturi.

B. Markovčić

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SIJEČANJ I VELJAČU 1967.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5 — 9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. 1966.	316.991	45.544	1.771	21.597	318.762	67.141	— 72.141	53.680	— 2.065	365.377
4. 1966.	291.102	23.046	1.846	19.394	292.948	42.440	— 52.713	54.081	— 2.198	334.558
5. 1966.	304.002	19.891	1.700	19.748	305.705	39.639	— 35.354	16.685	— 37	326.635
6. 1966.	193.487	47.252	1.071	16.535	194.558	63.787	+ 5.779	69.427	— 33	333.518
7. 1966.	121.190	54.343	953	19.967	122.143	74.310	+ 92.649	20.276	— 142	309.236
8. 1966.	138.400	72.560	996	26.019	139.396	98.579	+ 103.361	2.633	— 294	343.675
9. 1966.	175.229	53.819	775	30.884	176.004	84.703	+ 69.602	23.075	— 41	353.343
10. 1966.	228.596	49.616	1.357	32.125	229.953	81.741	+ 25.040	4.712	— 5.700	335.746
11. 1966.	340.291	31.963	2.131	26.670	342.422	58.633	— 45.555	3.542	— 13.801	345.241
12. 1966.	423.845	35.251	2.253	29.296	426.098	64.547	— 76.216	8.188	— 10.677	411.940
Ukupno 1966.	3,109.757	532.839	18.848	279.198	3,128.603	812.037	— 143.726	402.931	— 35.340	4,164.505
1. 1967.	369.535	41.483	1.671	24.241	371.206	65.724	— 138.233	93.211	— 9	391.899
2. 1967.	310.628	50.889	1.427	23.332	312.055	74.221	— 111.331	109.600	— 5	384.540
Ukupno 1. — 2. 1967.	689.163	92.372	3.098	47.573	683.261	139.945	— 249.564	202.811	— 14	776.439

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece siječanj i veljaču 1967.

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik[3]	216,0	23.819	12.212	36.031	78,8	84,1	80,5	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	12.599	21.111	33.710	63,6	180,3	106,9	60,0	39,8	—	—
		Gojak	48,0	29.621	17.968	47.589	93,9	56,9	75,3	35,3	55,7	—	—
		Ozalj	5,1	2.637	2.378	5.015	141,2	80,2	103,8	69,5	69,4	—	—
		Senj	21,6	103.025	91.698	194.723	240,6	121,7	164,8	63,9	63,1	—	—
		Peruća	42,0	17.025	13.184	30.209	161,9	275,0	197,3	54,4	46,8	—	—
		Kraljevac	67,0	22.732	5.007	27.737	302,6	32,6	121,4	45,5	15,8	—	—
		Split	224,0	144.071	134.412	178.483	93,1	100,7	63,9	86,2	89,9	—	—
		Manojlovac	20,5	14.006	12.658	26.664	92,1	92,7	92,3	98,6	91,9	—	—
		Jaruga	5,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	TE	TE — TO Žitnjak	64,0	26.820	31.101	57.921	78,8	132,3	100,8	56,3	72,3	3.745	3.650
		Zagreb	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	5.750	10.601	16.351	32,3	104,9	58,6	22,2	43,8	4.520	4.392
		Vlaška	8,0	—	1.181	1.181	—	83,6	83,6	—	21,9	—	5.198
		Rijeka	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	1.563	1.357	2.920	106,8	101,1	12,6	12,6	14,1	—	—
		Sladorana — Županja	7,08	2.708	1.901	4.609	—	—	51,4	51,4	56,9	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	1.956	2.022	3.978	84,6	110,6	43,8	43,8	48,5	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	2.686	2.726	5.412	84,0	98,5	65,6	65,6	73,7	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1966. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta
[3] Dio od 23 % proizvodnje koji otpada na SRH

Proizvodnja ugljena za mjesece siječanj i veljaču 1967.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

Vrst ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1966 = 100		
		Siječanj 1967.	Veljača 1967.	Od početka godine	Siječanj 1966.	Veljača 1966.	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša		43.560	50.030	93.590	66,3	74,9	70,7
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	2.360	2.836	5.196	76,1	81,0	78,7
	Rudnik Pregrada	5.005	4.665	9.670	81,1	81,6	81,4
	Ostali	3.445	2.815	6.260	72,6	59,3	66,0
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	8.019	9.287	17.306	59,5	62,2	60,9
	Dalmacija: Rudnik Siverić	2.901	4.098	6.999	54,6	64,9	60,2
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.404	1.581	2.985	74,8	74,8	74,3
	Svega mrki	23.134	25.282	48.416	66,6	66,6	67,2
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	22.011	22.626	44.637	76,7	76,7	76,1
	Zagorski rudnici, Konjščina	6.426	8.650	15.076	69,9	69,9	74,6
	Rudnik lignita i Poljanica	2.938	2.700	5.638	63,1	63,1	60,6
	Ostali	1.335	960	2.295	138,9	138,9	102,8
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	4.518	4.603	9.121	59,6	59,6	77,2
	Ostali	2.151	1.864	4.015	47,3	47,3	40,3
	Ostala područja	1.453	1.427	2.880	94,4	94,4	88,5
	Svega lignit	40.832	42.830	83.662	71,4	71,4	71,7
Ukupno sve vrste ugljena		107.526	118.142	225.668	68,2	68,2	70,2

NAPOMENA[1]: Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar.

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1967.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kal).	Koks
Proizvodnja u 1000 t	1. 1967.	2158	72	749	1337	1658	102
	2. 1967.	2208	78	755	1375	1798	92
Indeks na bazi	1. 1966.	91,2	69,2	88,6	95,1	89,6	97,1
	2. 1966.	88,3	75,6	87,9	89,4	92,9	95,8

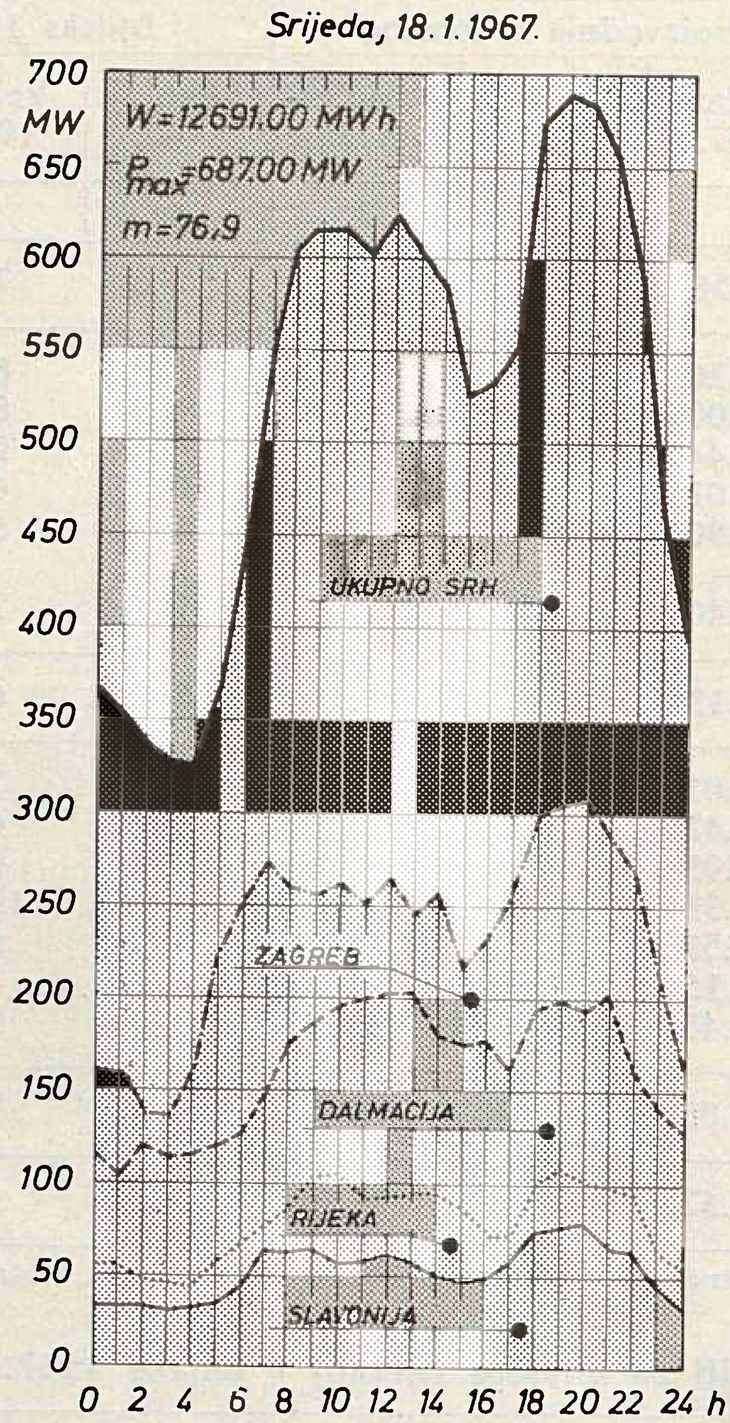
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1967.

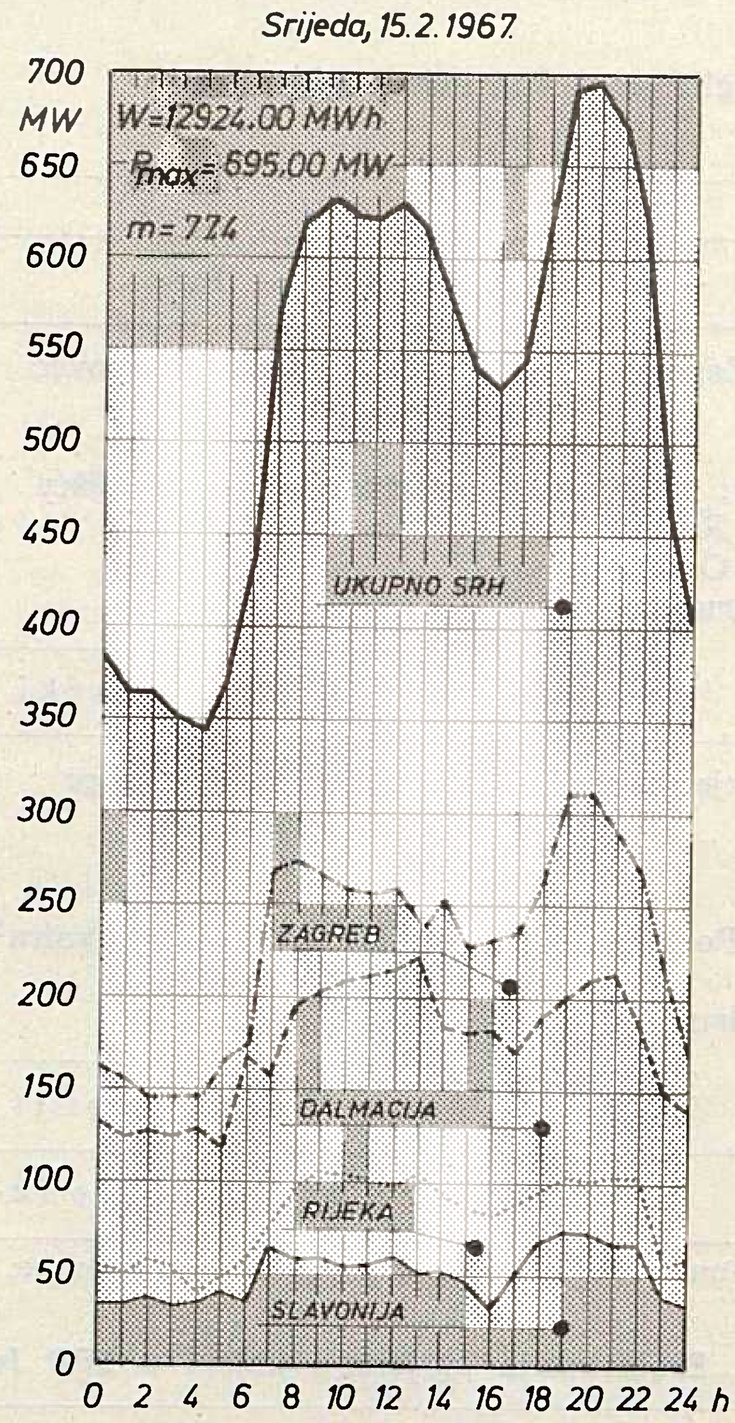
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja u tonama	1. 1967.	198.509	40.256	356.798	72,806	1.162	2.523	99.247	9.304	155.895
	2. 1967.	182.977	37.617	356.587	69.811	1.511	4.300	94.746	9.902	169.501
Indeks na bazi	1. 1966.	119,2	114,8	121,9	168,1	122,9	47,2	133,9	136,3	115,1
	2. 1966.	115,8	118,7	115,0	116,6	120,3	69,6	120,2	104,2	118,8

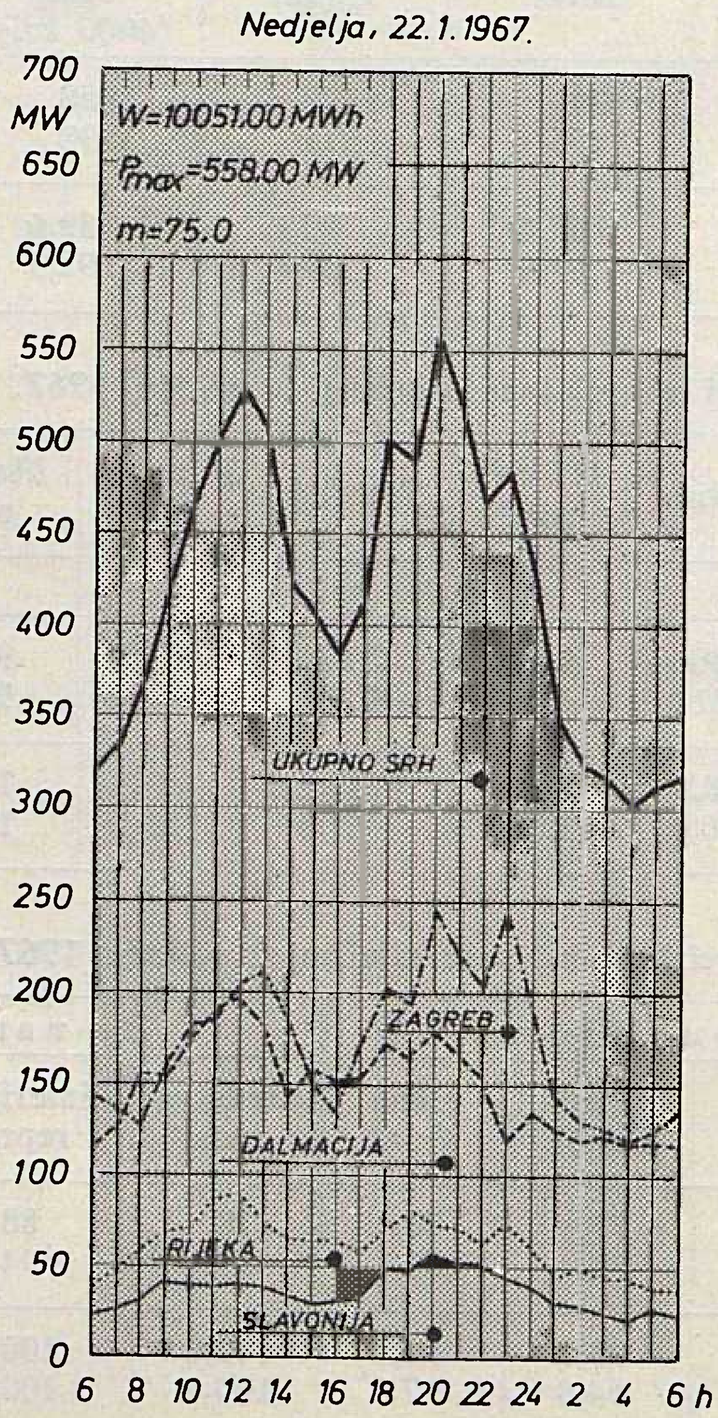
Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1967.

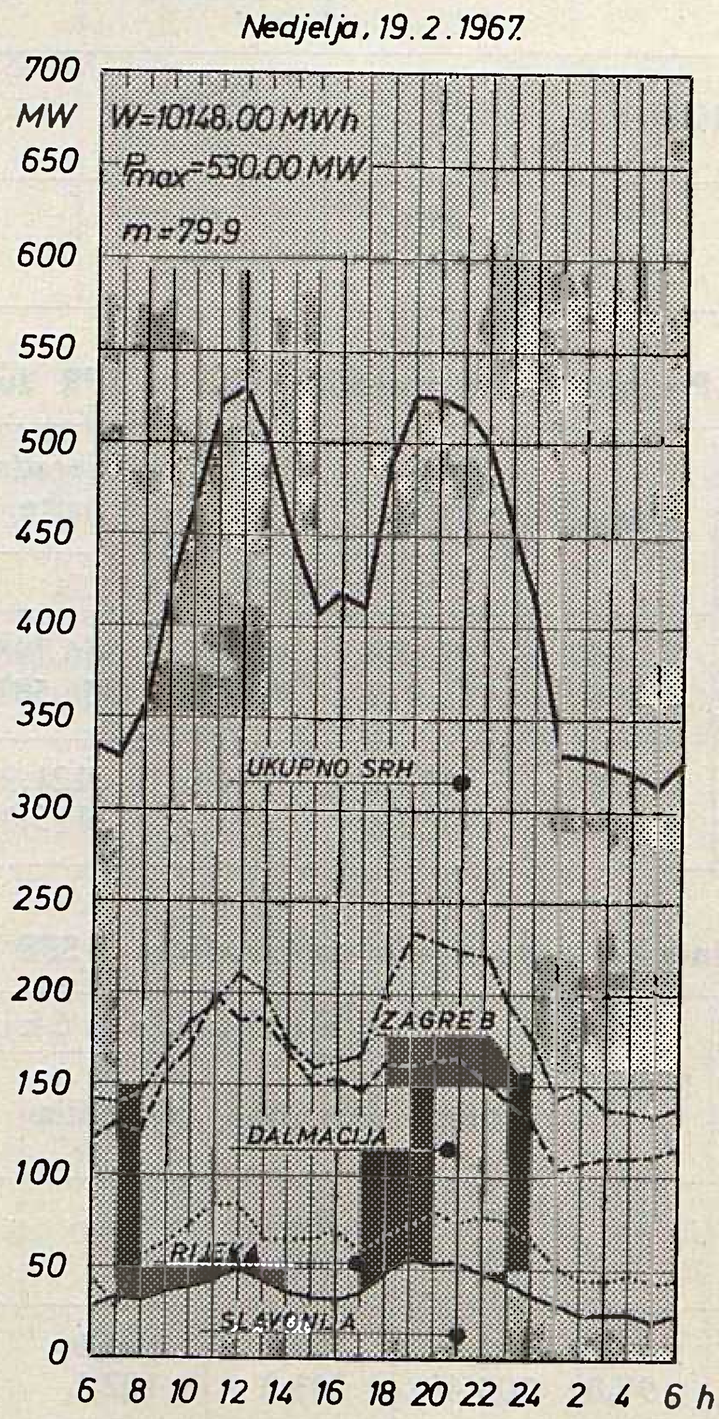
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
1. 1967.	87	85	90	93	85	77	78	78	88	92
2. 1967.	93	91	94	96	90	92	89	87	94	94
1. 1966.	97,7	104,9	102,2	106,9	94,4	93,9	90,6	100,0	100,0	108,2
2. 1966.	97,8	103,4	103,2	102,1	102,1	94,8	97,8	100,0	100,0	105,6

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

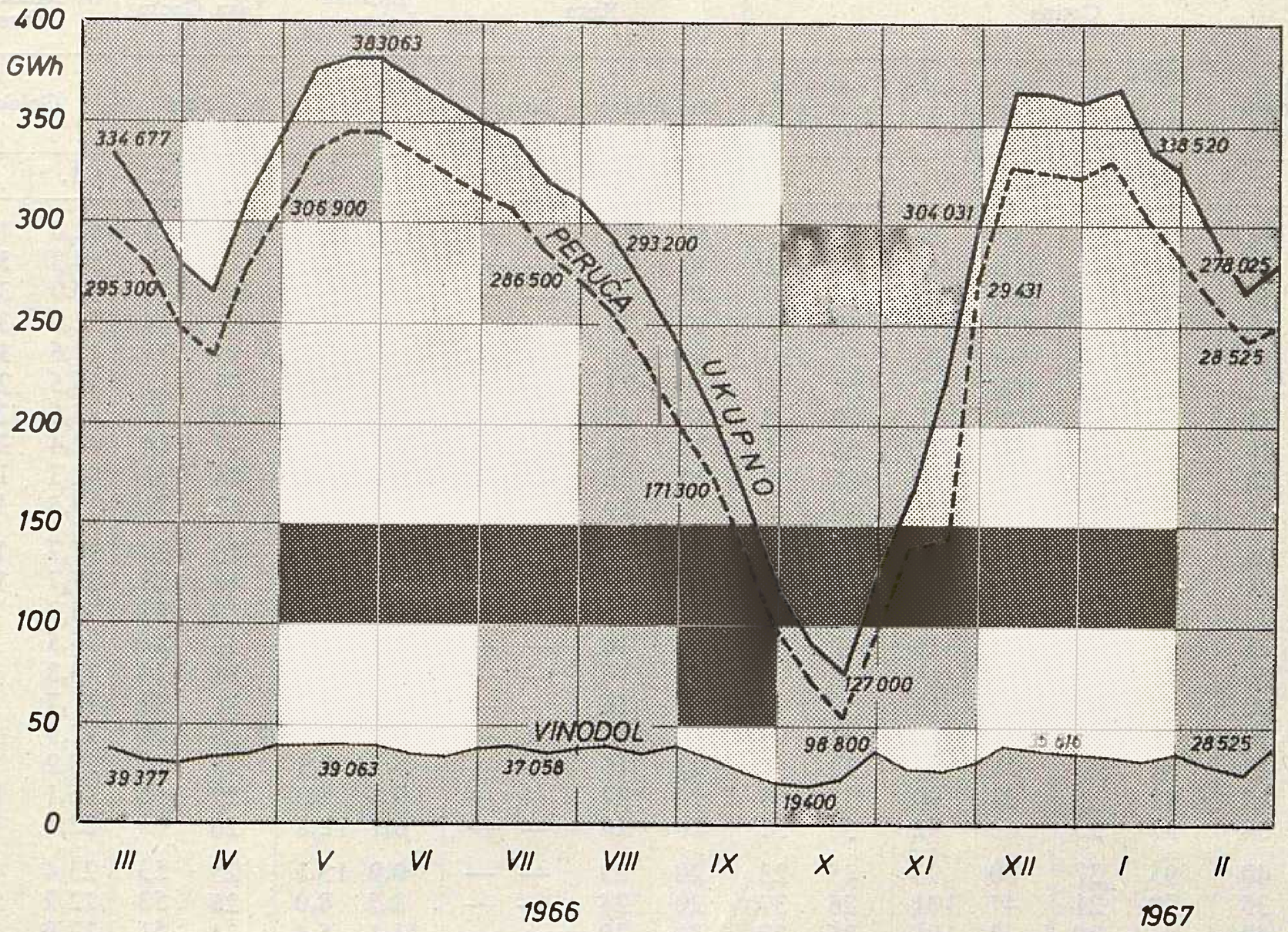








AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece siječanj i veljaču 1967.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1966.		I. mj. 1967. prema I. mj. 1966.		12 mjeseci 1967/6. prema 12 mjeseci 1966/5.	
	Siječanj %	Veljača %	Siječanj %	Veljača %	Siječanj %	Veljača %	Siječanj %	Veljača %	Siječanj %	Veljača %
Ukupno SRH	100,0	100,0	98,0	87,2	108,0	106,9	98,0	107,5	108,6	108,9
Direktni potrošači	19,0	21,0	98,5	95,5	106,9	112,3	98,5	111,1	119,2	117,7
Distribucija	70,8	71,6	94,1	87,7	108,0	108,9	94,1	108,4	108,6	109,9
Gubici i ostalo	10,2	7,4	124,9	63,5	100,6	71,3	124,9	86,8	72,2	69,7

Srednji dnevni protoci za mjesece siječanj i veljaču 1967. (m^3/sek.)

Datum	Cetina								Krka				Ličanka Lokvarka		Lika Gacka		Mrežnica — Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciji Peruća		Ispust iz akumulacije Peruća(Lim) Šilovka		Međudotok Peruća — Prančeviči		Ispust iz akumulacije Prančevići		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
1	34	34	3	60	117	46	55	5	42	31	—	—	2,4	3,1	73	50	62,0	41,9	—	—
2	35	34	3	66	112	41	55	12	40	30	—	—	3,0	2,0	73	43	50,3	36,3	—	—
3	46	30	3	74	110	41	47	10	40	28	—	—	5,4	2,1	64	44	50,0	33,2	—	—
4	28	30	3	70	110	35	58	15	40	27	—	—	3,6	1,3	68	44	52,0	32,8	—	—
5	38	27	37	49	96	39	35	20	39	24	—	—	3,0	1,8	59	39	48,6	31,6	—	—
6	45	32	36	60	100	37	59	5	39	23	—	—	2,1	2,5	59	37	46,5	26,5	—	—
7	49	31	30	65	126	37	60	5	38	23	—	—	1,8	0,5	49	40	43,6	24,4	—	—
8	32	26	26	67	116	32	94	5	38	23	—	—	1,7	0,7	47	34	42,4	24,4	—	—
9	31	28	53	66	111	34	65	5	37	22	—	—	1,6	0,6	44	31	41,3	17,3	—	—
10	30	25	75	75	105	27	69	5	37	20	—	—	1,2	—	42	31	39,5	14,8	—	—
11	33	25	89	75	105	25	100	5	34	20	—	—	0,2	0,3	40	30	37,7	11,2	—	—
12	31	21	91	65	103	25	83	5	29	19	—	—	0,3	—	40	28	37,7	11,2	—	—
13	28	23	89	75	100	32	73	5	26	18	—	—	0,4	—	39	27	35,7	7,6	—	—
14	32	25	53	84	100	25	62	5	24	16	—	—	0,5	—	34	27	35,5	7,0	—	—
15	17	20	14	88	91	25	5	5	24	16	—	—	0,3	—	31	24	33,3	5,8	—	—
16	36	20	80	82	89	18	58	5	24	16	—	—	0,4	0,2	31	23	31,7	5,5	—	—
17	20	19	71	82	88	16	53	5	24	16	—	—	0,2	0,9	29	28	27,9	4,7	—	—
18	32	23	80	73	75	23	32	5	22	16	—	—	0,5	3,3	28	28	28,2	5,7	—	—
19	30	42	92	5	68	90	57	55	20	27	—	—	0,6	5,0	27	115	36,1	12,4	—	—
20	29	34	97	53	63	92	53	31	20	28	—	—	0,1	12,8	26	63	22,1	16,6	—	—
21	29	40	95	37	60	93	45	23	20	23	—	—	0,9	13,1	25	53	23,4	42,0	—	—
22	22	35	70	21	47	101	25	30	20	24	—	—	2,7	8,0	26	53	22,2	55,1	—	—
23	29	40	86	20	33	105	26	30	20	29	—	—	11,1	5,4	31	51	37,9	42,3	—	—
24	30	35	100	22	31	100	29	24	22	29	—	—	17,0	8,3	51	49	61,7	61,5	—	—
25	44	39	31	22	61	93	21	24	72	27	—	—	11,2	5,5	128	49	66,1	49,7	—	—
26	42	35	56	16	80	90	30	5	63	25	—	—	6,7	4,3	96	44	60,2	43,2	—	—
27	41	35	65	30	65	90	35	15	58	22	—	—	4,6	11,1	72	41	60,2	41,1	—	—
28	37	36	75	31	60	93	41	30	56	44	—	—	3,9	17,5	70	43	61,2	74,2	—	—
29	33		45		45		15		38		—	—	3,3		62		50,6		—	—
30	31		83		45		33		36		—	—	4,0		55		53,2		—	—
31	30		65		45		5		32			—	3,3		38		49,3		—	
Mjeseč. prosjek	33	30	56	54	82	53	47	14	34	23	—	—	3,1	3,9	51	31	43,4	27,7	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1967.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	1. 1967.	1417,0	966,5	450,5	395	29	154	204	97	109	206	108	38,5	0,5	76	—
	2. 1967.	1283,0	790,0	493,0	308	38	145	184	82	111	124	160	46	—	85	—
Indeks na bazi	1. 1966.	113,9	120,2	102,5	119,9	80,4	220,0	95,8	102,1	99,9	54,6	127,0	104,5	9,4	84,4	—
	2. 1966.	117,5	121,8	134,9	116,5	122,5	172,6	103,9	68,3	135,3	81,5	238,8	148,0	—	111,8	—

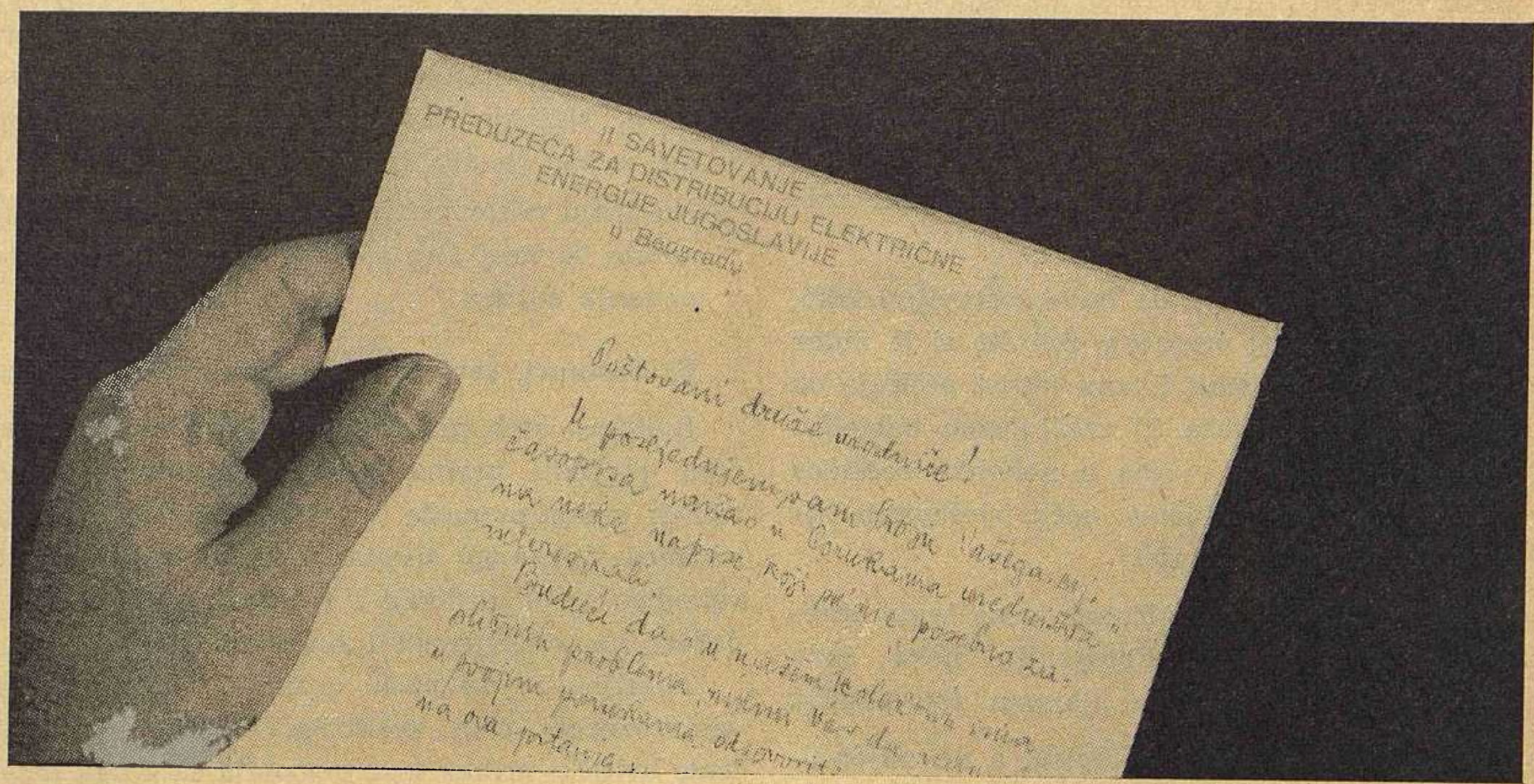
UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Andelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

energija



Poruke uredništva

Naši novi dopisnici

Izdavački je savjet našeg časopisa na svojoj sjednici od 4. travnja o. g. stavio predsjedniku u zadatak da poradi na tome da se u elektroprivrednim kolektivima pronađu i zaduže odgovarajući drugovi, koji bi uredništvu dostavljali saopćenja o poslovanju i problematici svojih poduzeća.

Time su izdavači htjeli osigurati časopisu — koji je od sada isključivo vlasništvo elektroprivrednih radnih ljudi, koji imaju pravo da mu određuju i pravac pisanja i način uređivanja — da dođe do najizvornijih i najaktuelnijih informacija o njihovim specifičnim problemima i njihovim dostignućima.

To je nastojanje djelomično i uspjelo. Po pojedinim je poduzećima organizirana služba dopisnika, pa su nam već stigli i prvi materijali.

Dopisnike pak molimo, da svoje izvještaje opreme po mogućnosti slikama i fotografijama, jer to daje prikazima više života i čini ih zanimljivijima.

Drugovi koji znadu prirediti takav materijal za štampu, neka nam ga pošalju već priređena, no to ne mora biti. Ako na to ne stignu mi ćemo u uredništvu primljene materijale sami prirediti za tisak i uvrstiti ih u odgovarajuću rubriku.

Da olakšamo suradnju objavljujemo i neke upute, kako se pišu i priređuju materijali za štampu.

Naši novi dopisnici (osim onih čija smo imena već objavili u br. 1—2/67) su slijedeći:

1. *Bjelovar:* *Vlastimir Vanjaus*
2. *Čakovec:* *Josip Kivač*
3. *Karlovac:* *Marko Šimunović, dipl. ing.*
4. *Koprivnica:* *Vilim Delak*
5. *Križ:* *Miroslav Rajki*
6. *Osijek:* *Vladimir Stanić*
7. *Senj:* *Đuro Furač dipl. ing.*
8. *Sisak:* *Nikola Lastrić, dipl. ing.*
9. *Split:* *Vlado Draščić, dipl. ing.*
10. *Varaždin:* *Luka Predragović*
11. *Zabok:* *Željko Petric, dipl. ing.*
12. *Zagreb:* *Miljenko Staničić, dipl. ing.*

Njih su odredili njihovi kolektivi i mi im čestitamo, te očekujemo plodnu suradnju, od koje će list svakako živnuti i približiti se čitateljima.

Upute suradnicima i dopisnicima za priređivanje rukopisa

A) Članci

— Rukopis članka mora biti napisan pisaćim strojem na jednoj strani papira, s proredom (oko 30 redaka na stranici). Na lijevoj strani papira treba ostaviti prazan rub širine oko 4 cm.

— Opseg rukopisa članka neka u pravilu bude između 8 i 15 strojem pisanih stranica sa 4 do 8 crteža ili fotografija.

— Materija iznijeta u članku treba da bude prikazana što sažetije.

— Rukopis članka treba da bude sastavljen tako, da se iz uvodnog odsječka vidi što si je autor postavio kao zadatak i koju korist očekuje od postignutog rezultata. U zaključnom odsječku (na kraju članka) treba u nekoliko rečenica sažeti postavku problema, način rješavanja zadatka i očekivanu korist.

— Ako je ikako moguće, članak neka bude opremljen fotografijama. Fotografije neka budu kontrastne, izrađene na sjajnom foto-papiru.

— Crteže treba priložiti rukopisu, a ne ulijepljivati ih u tekst. Crteže valja nacrtati tušem na glatkom bijelom papiru ili na paus-papiru. Poželjno je da crteži budu oko 2 puta veći od veličine u kojoj će biti objavljeni. Oznake u crtežima upišite grafitnom olovkom.

— U crtežima treba izbjegavati tekstovne opise. Preporučuje se upotreba legende u obliku brojeva ili slova, a tumačenje tih oznaka treba opisati na posebnom listu papira s proredom i priložiti ga rukopisu. Oznake i grafički simboli moraju biti u skladu s JUS odnosno ISO ili IEC.

— I opise fotografija treba napisati na posebnom papiru (ne na poleđini fotografije), a fotografiju označiti istom rednom brojčanom oznakom, koju ima pripadni opisni tekst.

— Propisana je primjena jedinica Međunarodnog sistema jedinica, tj. upotrebljene jedinice moraju biti u skladu s Jugoslavenskim zakonom o mjernim jedinicama i mjerilima od 1961. godine.

— Podnaslove treba numerirati prema decimalnoj podjeli, a formule označiti brojkom u skladu s odsječkom u kojem se nalaze. Umjesto ponavljanja formula, treba se pozivati na njihovu brojčanu oznaku.

— Literaturu kojom se pisac služio treba citirati ovako: pisac, naslov knjige, izdavač, godina izdanja (za knjige), odnosno pisac, naslov članka, naziv časopisa, godište, broj, stranica od — do.

— Rukopisu članka treba priložiti kratak sadržaj u opsegu od 10 redaka, u kojem je jasno prikazano ono najbitnije što opisuje članak (zadatak, rješenje, korist i eventualno načelo prema kojem je problem rješavan).

— Na kraju rukopisa treba dodati adresu i zvanje autora te broj žiro računa i naziv općine stanovanja autora.

B) Sastanci, savjetovanja, proslave i priredbe

Rukopisi ovih priloga sastavljaju se u formalnom pogledu prema gornjim uputama. Opseg takvih rukopisa može iznositi od jedne do osam stranica tipkanoga teksta. Ako je ikako moguće rukopisu treba priložiti i fotografije, čime tekst dobiva na uvjerljivosti i zanimljivosti.

Poželjno je da pisac u tim izvještajima, kao zainteresirani član kolektiva ili kao stručnjak, dade kritički prikaz toga događaja sa svoga ličnog stanovišta, izbjegavajući pri tome svaki polemički ton, ali je kritika svakako na mjestu, ako dopisnik smatra da sastanak, savjetovanje, proslava ili priredba nisu u dovoljnoj mjeri uspjeli.

Izvještaj dobrog dopisnika može poslužiti i kao korektiv za buduće takve sastanke, pogotovo, ako on time izražava mišljenje većine prisutnih.

Takav izvještaj treba da sadrži:

— naziv savjetovanja, priredbe, sastanka ili proslave, datum održavanja, ime priređivača, značajna imena prisutnih i druge karakteristične podatke

— svrhu priredbe i cilj koji si je postavio sazivač i organizator. Uz to dolaze i podaci o broju učesnika

— ocjena dopisnika o tome kako je po njegovu mišljenju, sastanak, savjetovanje, proslava ili priredba uspjela i eventualni prijedlozi, kako bi ih drugi puta trebalo organizirati.

— opis toga sastanka ili priredbe. Ovaj dio teksta treba da opiše karakteristične momente sa sastanka ili savjetovanja, eventualno sadržaje referata, imena autora i diskutanata itd. U većini slučajeva taj će tekst biti najopširniji.

Puno ime i prezime autora odnosno dopisnika objavit će se obavezno na kraju takvog izvještaja.

»INFORMACIJE« Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske

Sretna je bila zamisao Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije u Zagrebu, da svoje članove informira o stanovitim zbivanjima u elektroprivredi drugih zemalja. To je uvijek dobro radi usporedbe s našim prilikama, ne samo da se znamo ravnati, nego da možemo stanovite stvari, ako za naše prilike odgovaraju, prihvatiti, odnosno na tuđem se iskustvu učeći, eventualno ih i izbjeći.

Informacije br. 1 obrađuju tarifne stavove za prodaju električne energije distributivnih poduzeća Austrije. U njima su prikazane sve vrsti tarifa (poljoprivreda, domaćinstvo, zanatstvo i dr.) u 14 distributivnih poduzeća koliko ih danas ima Austrija, u šilinzima odnosno grošima i radi usporedbe odmah preračunato u dinare. Usporedba je vrlo interesantna.

Informacije br. 2 prikazuju kretanje cijena električne energije i plina u Belgiji. I u tim su informacijama koje obrađuju strukturu prosječne realizirane cijene električne energije po elementima (nabava, troškovi eksploatacije i uprave, amortizacija itd. uključivši i čisti dobitak) interesantne usporedbe njihovih cijena za pojedine elemente preračunatih na dinarsku vrijednost, s našima.

Informacije br. 3 daju sažeti pregled aktuelnih problema javne elektroprivrede Austrije. To je u stvari prijevod njemačke brošurice »Öffentliche Elektrizitätsversorgung — Ihre aktuellen Probleme«, što ju je objavila Zajednica elektroprivrednih poduzeća Austrije.

Materija izložena u brošuri interesantna je za svaku, a ne samo austrijsku elektroprivredu, jer obuhvaća uvjete razvoja, strukturu korištenih sredstava za financiranje investicija, trend opadanja izdataka za stalno povećanu potrošnju električne energije u strukturi troškova života, veličinu zaostajanja cijena električne energije za cijenama osnovnih elemenata reprodukcije i negativne posljedice izmijenjenih uvjeta privrđivanja na ekonomiju elektroprivrede itd.

Prijevod ove brošure u svakom je slučaju vrlo dobra informacija za internu upotrebu upravljača naših elektroprivrednih poduzeća.

I sam oblik tehničke redakcije, koja ističe na marginalijama u par riječi najvažnije pasuse, tome će još više poslužiti.

* * *

Osim »Informacija« Poslovno udruženje za distribuciju izdalo je i dvije informativne brošurice: **»Stanje elektrificiranosti naselja i domaćinstava u SR Hrvatskoj«** na dan 31. XII 1966.

Stanje je prikazano tabelarno za svaku općinu u SR Hrvatskoj u svakom od postojećih 7 distributivnih poduzeća, koliko ih danas ima u Hrvatskoj, a na kraju je dan i sumarni pregled elektrificiranosti.

U brošuri koja prikazuje stanje 31. XII 1966. dan je i analitički osvrt na stanje i porast elektrificiranosti SR Hrvatske.

Iz skupne tabele vidi se da se je porast elektrificiranosti naselja i domaćinstava u Hrvatskoj po pojedinim razdobljima kretao ovako:

1945	naselja	15%	domaćinstva	26%
1955	"	36%	"	46%
1960	"	57%	"	63%
1965	"	80%	"	81%
1966	"	83%	"	82%

Za svakoga, koji se bavi elektrifikacionim problemima naše republike ti su podaci vrlo dragocjeni.

Brošurice su umnožene ciklostilom, vrlo su ukusno uređene, a služe za internu upotrebu članova upravljača elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Prijevod talijanskih »Jedinstvenih tarifa za električnu energiju«

Za potrebe Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije, prevedena je na naš jezik publikacija ANIDEL-a »Unificazione delle tarife per l'energia elettrica in tutto il territorio nazionale«.

Talijanske su jedinstvene tarife minuciozno razrađene i izgledaju u prvi mah dosta komplicirane. U njima su, međutim, predviđeni svi mogući slučajevi, koji se u potrošnji mogu pojaviti, pa je stoga vrijedno s njima se i pobliže upoznati. Publikaciju je preveo Branko Darer iz poduzeća »Elektra« Zadar.

Obavijesti proizvođača

Namjeravamo uvesti novu rubriku, kojoj bismo dali naziv »Obavijesti proizvođača« ili nešto slična. Što nas je na to ponukalo?

Naš list čitaju najvećim dijelom stručnjaci, koji žele da u njem, osim kvalitetnih i informativnih članaka, nađu i nešto što bi im u praktičnom radu moglo poslužiti. Suvremena industrija vrvi novitetima, koji proizvodne procese uvelike ubrzavaju, pojednostavnjuju i olakšavaju.

Strani stručni časopisi reda naše »Energije« polažu na to veliku važnost. Kod njih ni oglas nije više samo oglas firme. Poznate tvornice ne trebaju više barnumskom reklamom nametati svoje ime. Je li danas još kome potrebno naglašavati kakva je to tvornica »Rade Končar«? Pogotovo ne stručnjaku iz elektroprivrede ili elektroindustrije. Danas su daleko zanimljiviji njegovi najnoviji proizvodi, njihova kvaliteta, njihova praktičnost. A tako isto i proizvodi mnogih drugih više ili manje poznatih proizvođača.

Što rade na primjer njemački časopis ETZ ili engleski ELECTRICAL NEWS, ili drugi slični, pogotovo američki stručni listovi? Ovi posljednji pogotovo! Najveći broj stranica sačinjavaju im efektni, privlačni i instruktivni oglasi. Oni na upadljiv način upozoravaju i uče, gdje, kako i za koju svrhu se može upotrijebiti

neka oprema. Slikom i tekstom prikazuju pogonske i montažne specifičnosti i prednosti pojedinih strojeva i uređaja.

Drugi ne manje važan broj stranica posvećen je kratkim stručnim informacijama tzv. »Obavještenjima proizvođača«. Svaka takova informacija sadržava sliku ili skicu, kratak opis s glavnim tehničkim i ekonomskim podacima. To će svaki zainteresirani stručnjak sigurno pročitati, jer će mu biti i poučno i korisno.

Takove, eto, vijesti, zanimljive, kratke i poučne nastojat ćemo prikupljati od naše industrije i u toj ih rubrici objavljivati.

IZDAVAČKI SAVJET

Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka — Marko *Šimunović*, dipl. ing. »Elektra«, Karlovac

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR

Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37
Pošt. pretinac 451, telefoni 511—455, 513—822 (328)

Godišnje izlazi 12 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 15 novih dinara, a za poduzeća i ustanove 150 novih dinara. Cijena pojedinog broja u prodaji 10 novih dinara. Za inozemstvo $ 15 godišnje.

Tekući račun kod Narodne banke, Zagreb
Institut za elektroprivredu (za »Energiju«) broj 301-3-74.

Tisak i klišeji: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Frankopanska 26.

Godište 16 1967 Broj 7—8

SADRŽAJ

Božuta F.: Usporedba tehnike štićenja velikih generatora u SSSR i u zemljama Zapadne Evrope 217
Đurić M.: Ekonomski položaj jugoslavenske elektroprivrede posle privredne reforme . . . 231
Lazić B.: Ekonomska cena električne energije . 235
Pavlović T.: Angažiranje generatora u hidro i termo elektranama u svrhu ekonomične proizvodnje jalove energije 240
Tomasović I.: Problemi signalizacije i mogućnosti uređaja za registraciju signala EMS-60 u stanicama 220 i 110 kV 246
Kragić B.: Prijenos(signalizacija) položaja sklopki 248
Jamnicki I.: Kriza jugoslavenskih ugljenokopa . 253
Sturla P.: Kemijski problemi pri projektiranju i pogonu termoelektrana 256

Osvrti

Vučetić J.: Osvrt na članak J. Keglevića »Određivanje korišćenja akumulacionog bazena hidroelektrane na digitalnom stroju« 260
Keglević J.: Odgovor autora na osvrt Jelene Vučetić . 621

Širom svijeta

Prognoza EURATOMA 264

Vijesti iz elektroprivrede

Božin I.: Diskusija uz »Izvještaj o poslovanju i izdradnji u elektroprivredi SRH u 1966. godini 265
Borojević D.: Naponska stanja i pitanje kompenzacije reaktivnih snaga u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije 268
Daljnje investicije u Đerdap — Neusklađenosti kapaciteta proizvodnje i prijenosa u elektroprivredi — Termoelektrana kreditira rudnik Zenica — Transformatori iz Mađarske i Poljske — Zatvaranje rudnika u Srbiji — Izgradnja TE Obrenovac — Početak radova na TE Sisak — Razvoj radova na TE Plomin 271—274

Vijesti iz privrede 275

Nove knjige i časopisi 276

Statistika za III i IV 1967. 278

Izvještaji proizvođača 283

Oglasi 284—288

GOD. 16 (1967) energija BROJ 7 — 8

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

USPOREDBA TEHNIKE ŠTIĆENJA VELIKIH GENERATORA U SSSR-u I U ZEMLJAMA ZAPADNE EVROPE

Franjo Božuta, Sarajevo

Autor daje prikaz tehnike generatorske zaštite u SSSR-u s kraćim uspoređenjem sa tehnikom ove zaštite kod nas i u zapadnoevropskim zemljama, ukazujući na razlike kako načina rješavanja, tako i izvedbe pojedinih zaštitnih uređaja. Ujedno daje ocjenu prednosti i nedostataka obiju koncepcija, te ističe potrebu daljnje temeljitije analize i studija, kako bi se ocijenila najpovoljnija rješenja za naše uvjete.

DK 621.313.12 : 621.316.9

Tehnika relejne zaštite generatora i transformatora u elektranama, koja se upotrebljava u SSSR-u, dosta se razlikuje od rješenja koja se primjenjuju u zemljama zapadne Evrope i kod nas. Pošto su posljednja rješenja više poznata, jer u našoj mreži imamo u pogonu zaštite firmi Siemens, BBC, AEG, CdC, Iskra i dr. u članku će biti detaljnije opisana ruska tehnika generatorske zaštite. Uz svaku zaštitu dana je i kratka usporedba s našim dosadašnjim koncepcijama i, po mogućnosti, ocjena jedne i druge koncepcije. Članak treba da posluži kao osnova za diskusiju o tehnici generatorske zaštite, koja postaje aktuelna planiranom izgradnjom elektrana isporučenih iz SSSR-a i eksploatacijom već izgrađenih postrojenja.

1. Prekostrujna zaštita

Prekostrujna zaštita izvodi se odvojeno kao zaštita od preopterećenja i odvojeno kao zaštita od struja vanjskih kratkih spojeva.

Zaštita od preopterećenja

Priključuje se obično na struju jedne faze, jer se pretpostavlja simetrično preopterećenje generatora aktivnom ili reaktivnom snagom. U postrojenjima s posadom zaštita djeluje samo na signalizaciju. U automatiziranim hidroelektranama bez posade zaštita od preopterećenja djeluje na rasterećenje generatora i, ako to nije dovoljno, na isključenje generatora. Zaštita se izvodi pomoću momentanih elektromagnetskih releja sa zakretnom kotvom u kombinaciji sa vremenskim relejima. Proradna struja zaštite podešava se na vrijednost:

$$I_{pr} \frac{k_s \, k_{sh} \, I_n}{a \, n_i} \qquad (1)$$

gdje je:

k_s — koeficijent sigurnosti jednak 1,05 za zaštitu koja djeluje samo na signal, a 1,1 — 1,2 za zaštitu koja djeluje na rasterećenje i (ili) isključenje generatora.

k_{sh} — koeficijent sheme spoja strujnih transformatora u zvijezdu $k_{sh} = 1$, kod spoja u trokut $k_{sh} = \sqrt{3}$

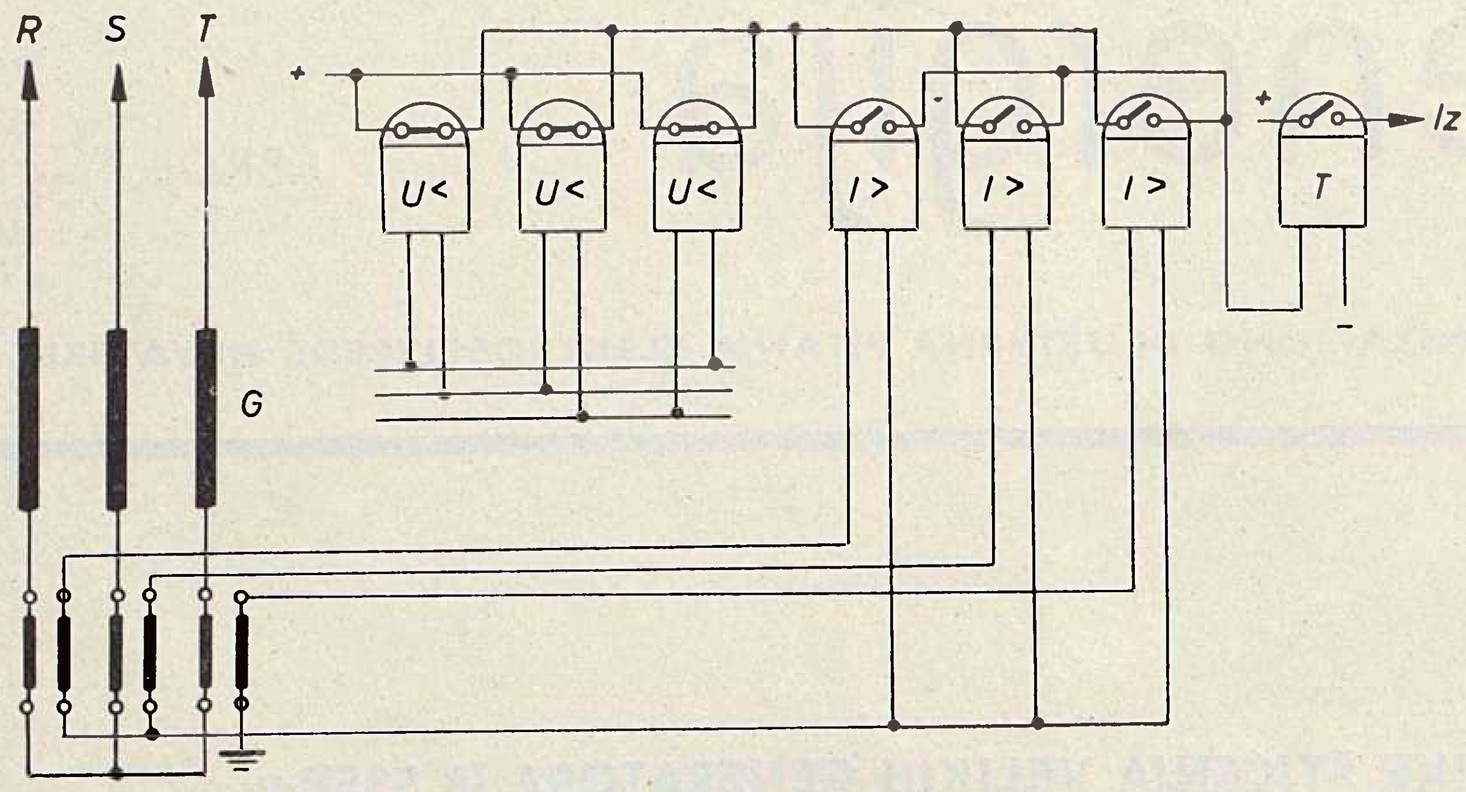
I_n — nominalna primarna struja generatora

a — omjer otpuštanja releja ($a = I_{pr}/I_{pov}$) jednak 0,85—0,9

n_i — prenosni odnos strujnih transformatora

Zaštita od preopterećenja ima strujno nezavisnu vremensku karakteristiku. Djeluje s vremenskim zatezanjem djelovanja većim za 0,5 do 1 sek od vremenskog zatezanja djelovanja zaštite od vanjskih kratkih spojeva, ili sa zatezanjem reda 10 sek.

Termičke prekostrujne zaštite sa vremenskom konstantom zagrijavanja jednakom konstanti zagrijavanja generatora, koje se upotrebljavaju za zaštitu od preopterećenja u zapadnim zemljama, ne upotrebljavaju se u SSSR-u. Prednost ovih zaštita je da omogućavaju u potpunosti iskorištenje termičkog kapaciteta generatora u slučaju potrebe dužeg preopterećivanja generatora, što je kod ruske tehnike prepušteno pogonskom osoblju u elektrani. Nedostatak termičkih releja je u teškoći tačnog prilagođenja vremenskih konstanti zagrijavanja mjernog organa releja i namotaja generatora.



Slika 1.

Zaštita od struja vanjskih kratkih spojeva

Zaštita se izvodi, također, u momentanim elektromagnetskim relejima sa zakretnom kotvom kombiniranim sa vremenskim relejima. Zaštita se priključuje na strujne transformatore u zvjezdištu generatora. Pošto je zvjezdište generatora izolirano ili uzemljeno putem visokih vrijednosti otpora, kod manjih generatora se dozvoljava ugradnja releja samo u dvije faze. Kod većih generatora iz sigurnosnih razloga releji se ugrađuju u sve tri faze. Da zaštita ne bi djelovala kod preopterećenja, a da bi se ipak postigla dovoljna osjetljivost zaštite za slučaj udaljenih kratkih spojeva, upotrebljava se blokiranje djelovanja prekostrujnih releja pomoću podnaponskih releja, priključenih na linijske napone, prema principijelnoj shemi djelovanja prikazanoj na sl. 1. Prekostrujni releji dobivaju istosmjerni napon samo kad proradi bar jedan podnaponski relej, tj. samo kod kvarova u napajanoj mreži (na shemi su kontakti podnaponskog releja prikazani za slučaj beznaponskog stanja generatora).

Proradna struja prekostrujnih releja određuje se prema jednadžbi 1. Koeficijent sigurnosti uzima se $k_s = 1{,}1$ do $1{,}25$.

Proradni napon podnaponskih releja odabire se takav da releji ne prorađuju ni kod minimalnog napona koji se u normalnim pogonskim uvjetima i kod preopterećenja javlja na mjestu ugradnje zaštite, tj.:

$$U_{pr} = \frac{U_{min}}{k_s \, a \, n_u} \qquad (2)$$

gdje je:

U_{min} — minimalno mogući pogonski napon na mjestu ugradnje
k_s — koeficijent sigurnosti ($k_s = 1{,}1$)
a — omjer otpuštanja releja (za podnaponske releje veći od 1)
n_u — prenosni odnos naponskih mjernih transformatora

Da bi se spriječilo nepotrebno djelovanje ove zaštite kod upuštanja grupa motornih pogona bliskih elektrani, ili u slučaju asinhronog rada turbogeneratora, može se uzeti podešenje podnaponskih releja:

$$U_{pr} = 0{,}5 \text{ do } 0{,}6 \, U_n$$

Nakon ovako određenih podešenja vrši se kontrola osjetljivosti zaštite. Koeficijent osjetljivosti definiran je za prekostrujne članove kao:

$$k_{os} = \frac{I_{k\,min}}{I_{pr} \, n_i} \qquad (3)$$

gdje je:

$I_{k\,min}$ — minimalna struja kratkog spoja kod kvara predviđene zone djelovanja zaštite i kod realno minimalnog broja angažiranih elektrana u sistemu.
I_{pr} — podešena sekundarna proradna struja releja
n_i — prenosni odnos strujnih transformatora

Koeficijent osjetljivosti, s obzirom na podnaponski član zaštite, definiran je kao:

$$k_{os} = \frac{U_{pr} \, n_u}{U_{k\,max}} \qquad (4)$$

gdje je:

U_{pr} — podešeni sekundarni proradni napon podnaponskih releja
$U_{k\,max}$ — maksimalni napon na mjestu ugradnje zaštite kod kratkog spoja na kraju zone djelovanja zaštite, kod realno mogućeg maksimalnog broja angažovanih elektrana u sistemu
n_u — prenosni odnos naponskih mjernih transformatora

Da bi zaštita sa sigurnošću djelovala kod kvarova potrebno je da koeficijent osjetljivosti iznosi:

— kod kratkog spoja na kraju osnovne zone štićenja: $k_{os} > 1{,}5$
— kod kratkog spoja na kraju rezervne zone štićenja: $k_{os} > 1{,}2$

Vremenski relej zaštite ima strujno nezavisnu vremensku karakteristiku. Podešenje vremenskog zatezanja djelovanja treba da je za 0,5 do 0,8 sek veće od vremenskog zatezanja dalekovodne ili

transformatorske zaštite. Maksimalno dozvoljeno vremensko zatezanje djelovanja zaštite kod kratkotrajnog preopterećenja statorskog namotaja strujama vanjskih kratkih spojeva ili preopterećenja može se približno odrediti na osnovu:

$$t_{\text{do zv}} = \frac{150}{k^2 - 1} \text{ (sek)} \qquad (5)$$

gdje je: k — odnos prekostruje prema nominalnoj struji generatora

Prekostrujna zaštita s podnaponskim relejima djeluje na isključenje i razbuđivanje generatora i na signalne uređaje.

U zapadnoevropskim zemljama i kod nas ne upotrebljava se prekostrujna zaštita sa blokiranjem djelovanja kod preopterećenja. Zaštita je obična maksimalna prekostrujna sa strujno nezavisnom vremenskom karakteristikom. Ovakova zaštita djeluje na isključenje generatora u relativno kratkom vremenu (4 do 6 sek), čime struja premaši proradnu struju zaštite, neovisno o tome da li se radi o preopterećenju generatora ili o strujama vanjskih kratkih spojeva. Pogonsko osoblje u elektranama sklono je, osim toga, relativno niskom podešenju prekostrujne zaštite, čak i u postrojenjima gdje postoji termička prekostrujna zaštita. To dovodi do djelovanja maksimalne prekostrujne zaštite kod preopterećenja samo malo viših od proradne struje, koju bi generator mogao da izdrži duže vremena, tj. dok ga ne bi isključila termička zaštita. Poznato je dosta slučajeva iz rada našeg elektroenergetskog sistema kada je zbog kratkotrajnog preopterećenja dolazilo do lančanog ispada svih elektrana u sistemu i do totalnih ili djelomičnih raspada sistema.

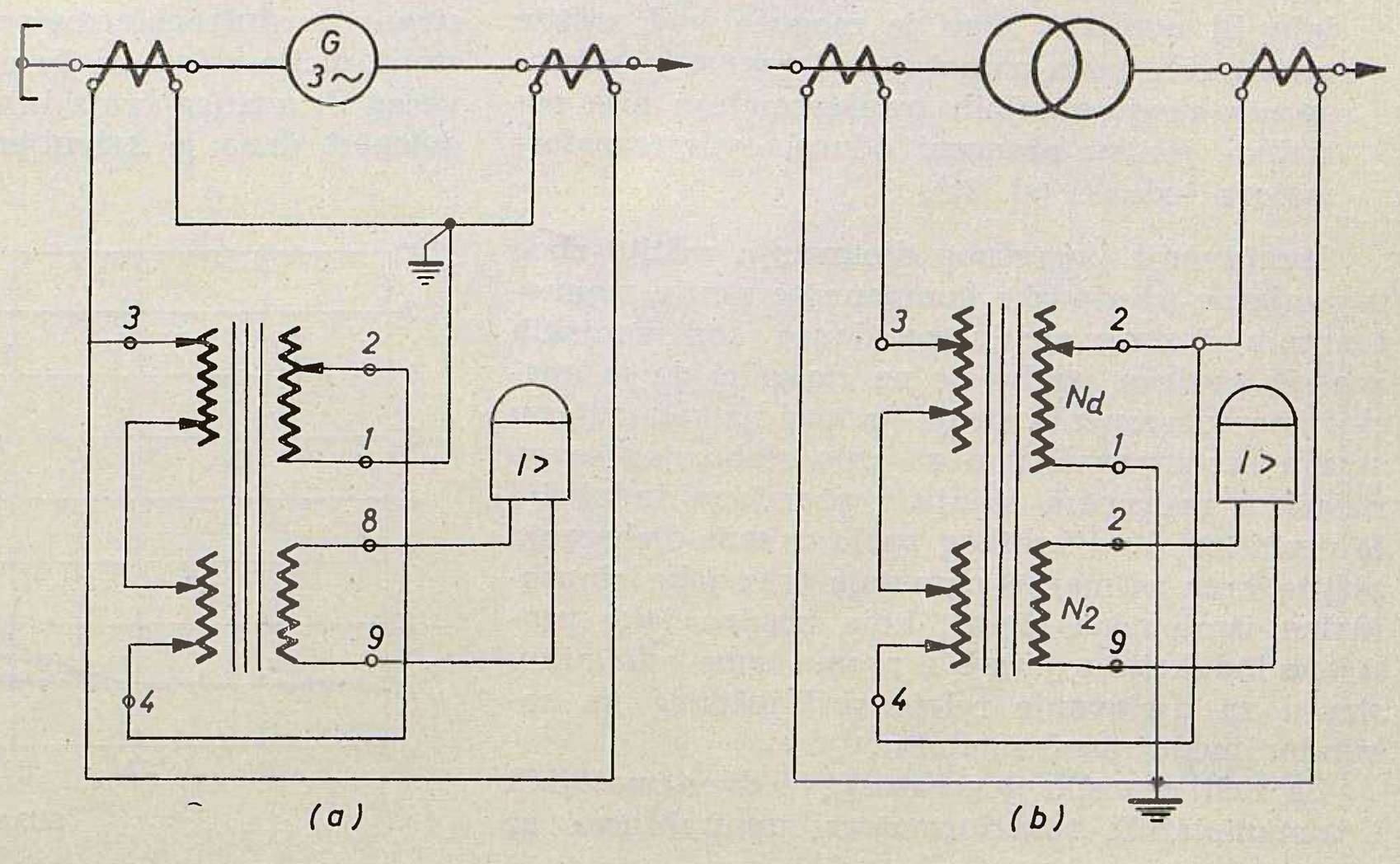
Primjena prekostrujne zaštite kojoj se omogućava djelovanje samo kod kratkih spojeva u mreži predstavlja, prema tome, prednost u odnosu na naša rješenja. Bilo bi potrebno da se detaljnije preispita pogodnost primjene ove zaštite u elektranama koje imaju zaštitu od preopterećenja, ili da se podigne granica podešenja proradne struje maksimalne prekostrujne zaštite, kako ne bi dolazilo do njenog djelovanja kod preopterećenja elektrana.

Kao organ koji razlikuje kratke spojeve od preopterećenja može se upotrijebiti i relej inverzne komponente struje ili napona, spojen paralelno podnaponskim relejima. Svi kvarovi u mreži (izuzev metalnih trofaznih kratkih spojeva koji su vrlo rijetki) praćeni su pojavom inverzne komponente struje i napona koja ne postoji kod normalnog rada ili preopterećenja generatora.

2. Diferencijalna zaštita

Diferencijalna zaštita generatora i bloka generator-transformator bazira se, kod ruske tehnike, na činjenici da je struja kod kratkog spoja na stezaljkama generatora znatno veća od nominalne struje generatora, naročito zbog toga što diferencijalna zaštita treba da djeluje u početnom periodu pojave kvara, dok još nije nastupilo opadanje struje kvara. Kod kvara u namotaju generatora smanjuje se EMS koja uzrokuje vlastitu struju kvara i to proporcionalno broju zavoja. Induktivni otpor namotaja opada međutim približno s kvadratom broja zavoja, tako da bi (zanemarujući prelazni otpor na mjestu kvara) struja kvara bila to veća što kvar nastupi bliže zvjezdištu generatora. Kod kvarova u blizini zvjezdišta počinju znatno da utječu i prelazni otpori tako da struja ipak opada. Polazeći od činjenice da će struja kod unutarnjih kratkih spojeva biti u svakom slučaju veća od struje kratkog spoja na stezeljkama generatora, a svakako veća od nominalne struje generatora, diferencijalne zaštite se u SSSR-u podešavaju na proradnu struju reda 1 do 2 I_n generatora.

Zbog ovako visokog podešenja diferencijalna zaštita izvodi se kao nestabilizirana diferencijalna



Slika 2.

zaštita sa momentanim elektromagnetskim prekostrujnim relejima spojenim u diferencijalnu granu sekundara strujnih transformatora. Izuzetno se za regulacione i tronamotajne transformatore upotrebljavaju stabilizirani diferencijalni releji.

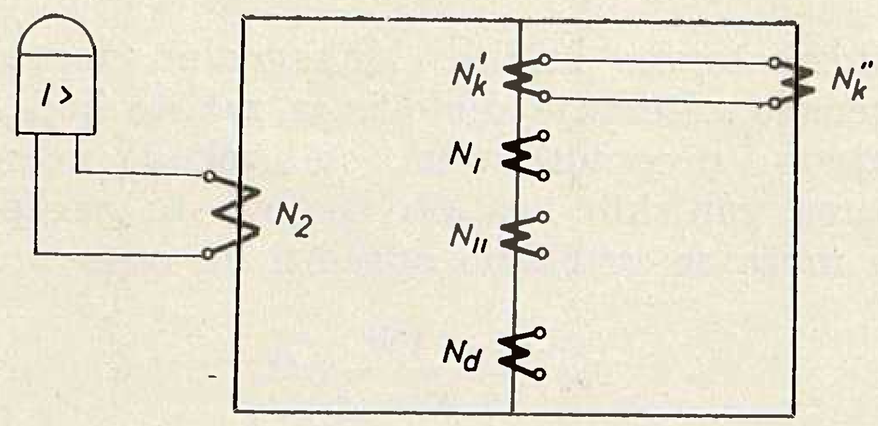
Na sl. 2 prikazana je shema spoja diferencijalne zaštite generatora (*a*) i transformatora (*b*) pomoću releja ET-561 priključenog na sekundarnu stranu mjernih transformatora putem transformatora VTN-561 (BTH-561). Transformator je dimenzioniran tako da brzo dolazi u zasićeno područje i ima zadatak da spriječi nepotrebno djelovanje zaštite zbog velikih struja nebalansa koje se mogu pojaviti zbog aperiodskih komponenata struje magnetiziranja i struje vanjskih kratkih spojeva. Transformator ima tri namotaja: diferencijalni namotaj (stezaljke 1—2), namotaj za izravnanje sekundarnih struja strujnih transformatora (stezaljke 3—4) i sekundarni namotaj (stezaljke 8—9) na koji je priključen nadstrujni relej sa zakretnom kotvom ET-561. Namotaj za usaglašavanje sekundarnih struja strujnih transformatora i diferencijalni namotaj imaju veći broj otcjepa, izvedenih na priključne letve, na kojima se pomoću čepova može odabrati potreban broj zavoja diferencijalnog namotaja (10 do 40 zavoja) ili namotaja za usaglašavanje (1 do 40 zavoja). Upotrebom namotaja za usaglašavanje sekundarnih struja izbjegnuta je upotreba posebnih međutransformatora za diferencijalnu zaštitu.

Proradna struja zaštite podešava se izborom odgovarajućeg broja zavoja primarnih namotaja. Namotaj za izravnanje može se pri tome koristiti na dva načina:

— kod zaštite transformatora za usaglašavanje sekundarnih struja strujnih transformatora na primarnoj i sekundarnoj strani učinskog transformatora (sl. 2b),
— za povećavanje područja podesivih proradnih struja zaštite, spajajući u seriju sa diferencijalnim namotajem veći ili manji dio namotaja za izravnanje, tako da im se amperzavoji zbrajaju ili odbijaju. Ovo je moguće kod zaštite generatora, kada namotaj za izravnanje sekundarnih struja strujnih transformatora nije potreban, jer su prenosni odnosi ovih transformatora jednaki (sl. 2a).

Sprečavanje pogrešnog djelovanja zaštite zbog istosmjerne aperiodske komponente struje magnetiziranja i zbog struja nebalansa kod vanjskih kratkih spojeva, osniva se na činjenici da se aperiodična komponenta struje prenosi na sekundarnu stranu međutransformatora vrlo slabo, jer se on nalazi u zasićenom stanju i promjena indukcije je neznatna. Kod kratkog spoja u zoni djelovanja zaštite kroz primarne namotaje teče jaka sinusoidalna izmjenična struja, koja izaziva jake promjene indukcije u jezgri, a prema tome i dovoljnu struju za djelovanje releja priključenog na sekundar međutransformatora.

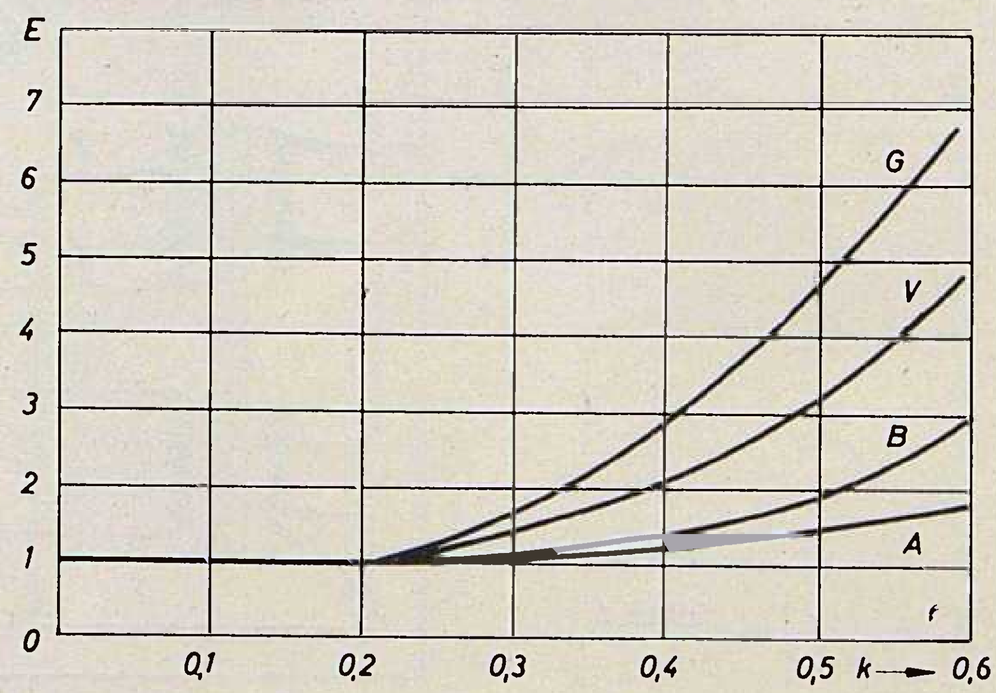
Za zaštitu većih generatora, te dvonamotajnih i tronamotajnih transformatora upotrebljava se



Slika 3.

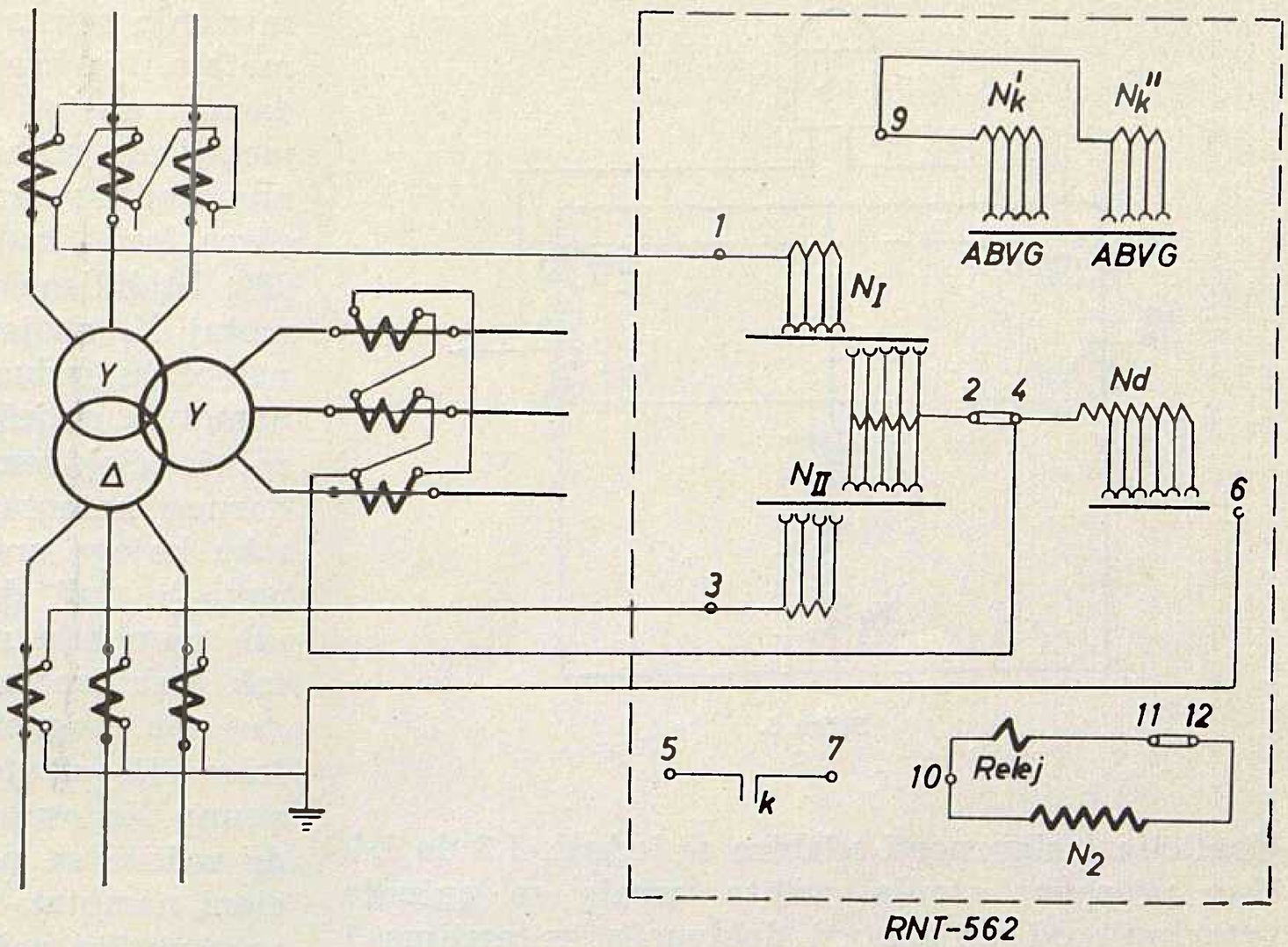
diferencijalna zaštita RNT-562 (PHT-562). Zaštita se koristi i za zaštitu blok-spoja generator-transformator. Sastoji se od momentanog prekostrujnog releja ET-520 priključenog putem međutransformatora koji brzo dolazi u zasićeno područje. Transformator ima, prema sl. 3, tri stupa jezgre. Na prvom stupu nalazi se sekundarni namotaj na koji je priključen relej. Na srednjem stupu nalaze se: diferencijalni namotaj N_d, dva namotaja za izravnanje N_I i N_{II} i treći namotaj N'_k spojen na kratko sa namotajem na desnom stupu. Namotaji za izravnanje imaju zadatak da prilagode različite sekundarne struje raznih grupa namotaja, bez upotrebe posebnih međutransformatora. Ako je npr. $I_I \neq I_{II}$ pojavljuje se razlika struja $I_d = I_I \triangleq I_{II}$ koja teče kroz diferencijalni namotaj. Da se ova razlika ne bi prenosila na sekundarnu stranu međutransformatora, na koju je priključen relej, potrebno je da rezultirajući magnetski tok bude jednak nuli, tj $I_I N_I + (I_I - I_{II}) N_d = 0$. Potrebno fazno prilagođenje za različite grupe spoja učinskog transformatora postiže se spajanjem u trokut ili zvijezdu sekundarnih strana strujnih transformatora.

Namotaji N'_k i N''_k, spojeni međusobno na kratko, povećavaju sigurnost da zaštita neće djelovati kod prelaznih stanja kod kojih se pojavljuje jaka aperiodična komponenta struje koja izaziva velike struje nebalansa. Kod pojave ove komponente kratko spojeni namotaji dodatno zasićuju magnetski krug i tako doprinose još slabijem prenošenju aperiodičnih struja na sekundarnu stranu međutransformatora. Utjecaj ove dodatne stabilizacije releja može se mijenjati priključkom većeg ili manjeg broja kratkospojenih zavoja. Ova ovisnost dana je krivuljama $E = f(K)$ na sl. 4,



Slika 4.

Slika 5.



gdje je $K = I_i/I_{pr}'$, $E = I_{pr}'/I_{1\,pr}$. I_i je istosmjerna komponenta struje, I_{pr}' je proradna struja kod postojanja istosmjerne komponente I_i, a $I_{1\,pr}$ je proradna struja kad je istosmjerna komponenta jednaka nuli. Krivulje se odnose na različit broj uključenih zavoja kratkospojenih namotaja.

Na otcjepima A—A (sl. 5) gdje je broj kompenzacionih zavoja minimalan, relej djeluje u vremenu od oko 0,035 sek. Povećanjem broja kompenzacionih zavoja vrijeme djelovanja se povećava, a kod svih uključenih zavoja (otcjepi G—G) ono iznosi oko 0,16 do 0,2 sek. Zaštita, prema tome djeluje vrlo brzo.

Na sl. 5 prikazana je shema spoja zaštite RNT-562 za slučaj štićenja tronamotajnog transformatora grupe spoja Yyd. Namotaj s najvećom sekundarnom strujom spojen je direktno na diferencijalni namotaj (stez. 4). Sekundari ostalih dviju grupa namotaja spojeni su na namotaje za izravnanje (stez. 1 i 3). Namotaji imaju dovoljan broj otcjepa tako da se mogu izravnati različite sekundarne struje u dosta širokom opsegu. Fazno prilagođenje sekundarnih struja ostvareno je spojem sekundara strujnih transformatora u trokut i u zvijezdu. Odabiranjem potrebnog broja zavoja namotaja za izravnanje postiže se magnetska ravnoteža u normalnom pogonu i kod struja vanjskih kratkih spojeva, tako da je rezultirajući magnetski tok u jezgri međutransformatora jednak nuli. Kod zaštite tronamotajnih transformatora proradna diferencijalna struja može se podesiti u granicama 3 do 12 A. Kod primjene za zaštitu dvonamotajnih transformatora ili generatora proradna struja može se podešavati koristeći osim diferencijalnog namotaja još i jedan slobodan namotaj za izravnanje. Na taj način može se postići podešavanje u finijim stepenicama u granicama od 1,5 do 12 A.

Proradna struja diferencijalne zaštite određuje se na osnovu više kriterija:

1. Zaštita ne smije djelovati zbog diferencijalnih struja izazvanih strujnim udarcima kod uključivanja transformatora.
2. Zaštita ne smije djelovati zbog struja nebalansa koje se pojavljuju kod vanjskih kratkih spojeva,
3. Zaštita ne bi trebala da djeluje kod kratkog spajanja ili prekidanja sekundarnih krugova strujnih transformatora.

Proradna struja zaštite s obzirom na prvi kriterij određuje se prema:

$$I_{pr} = k_s\, I_n \qquad (6)$$

gdje je:

k_s — koeficijent određen na temelju ispitivanja (uzima se 1,2 do 1,4) kod višekratnog uključenja transformatora sa strane najjačeg izvora.

I_n — najveća sekundarna struja kod nominalnog opterećenja.

$$I_{pr} = k_s\, I_{nb} \qquad (7)$$

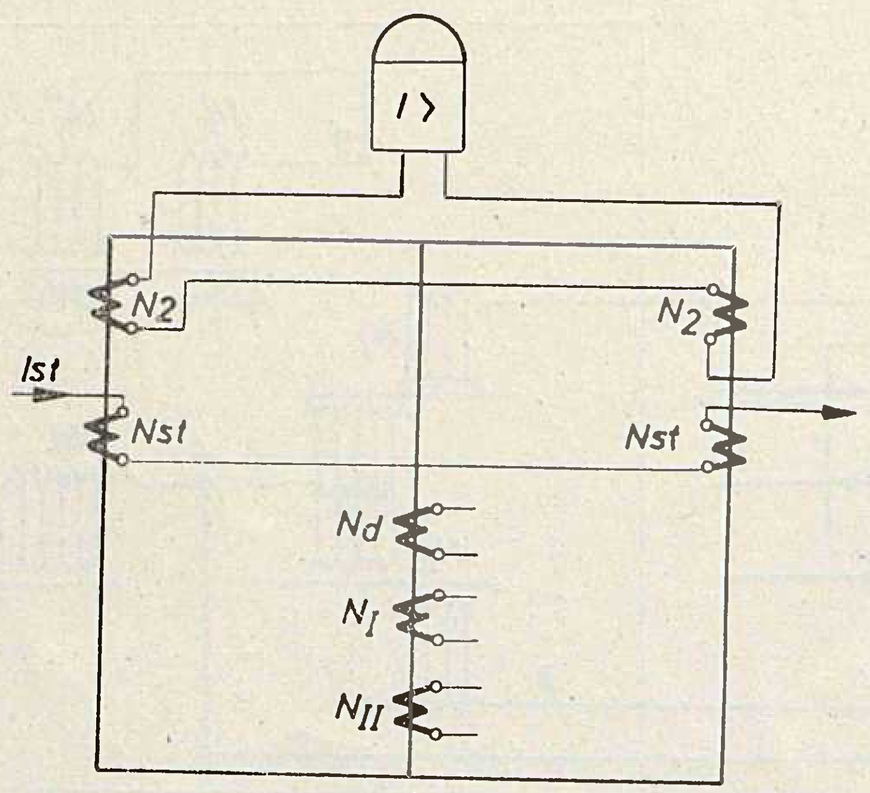
gdje je:

k_s — koeficijent sigurnosti jednak 1,3

I_{nb} — struja nebalansa svedena na granu sa najvećom sekundarnom nominalnom strujom

Struja nebalansa određuje se na osnovu poznatih karakteristika strujnih transformatora, na osnovu poznatog njihovog bremena i na osnovu poznatih krivulja magnetiziranja i maksimalne struje vanjskog kratkog spoja. Struja nebalansa određuje se kod jednog od krajnjih položaja regulacione sklopke [1 i 2]. Sigurnost da zaštita neće djelovati kod kratkog spajanja ili prekida strujnog kruga mjernih transformatora prilikom ispitivanja ili radova u postrojenjima postiže se podešavanjem proradne struje na iznos:

$$I_{pr} = k_s\, I_n \qquad (8)$$



Slika 6.

Koeficijent sigurnosti odabire se jednak 1,3 do 1,4. Kao proradna struja zaštite usvaja se najveća vrijednost od vrijednosti dobivenih kriterijima 1 do 3.

Proračun potrebnog broja zavoja namotaja za izravnanje i diferencijalnog namotaja vrši se na osnovu činjenice da treba obezbijediti ravnotežu magnetomotornih sila što ih proizvode struje svih grupa namotaja, priključene na međutransformator, tako da je u normalnom pogonu ova suma jednaka nuli. Potreban broj zavoja diferencijalnog namotaja ovisi o magnetomotornoj sili potrebnoj za proradu releja i o izračunatoj proradnoj struji releja [1, 2].

Koeficijent osjetljivosti zaštite definiran kao:

$$k_{os} = \frac{I_{osn} N_d + I_I N_I + I_{II} N_{II}}{F_{pr}} \qquad (9)$$

gdje su:

I_{osn}, I_1 i I_2 sekundarne struje u pojedinim granama zaštite, kod minimalne vrijednosti struje kratkog spoja na stezaljkama transformatora, u uvjetima minimalnog broja angažiranih izvora u sistemu.

F_{pr} je potvrdna magnetomotorna sila releja.

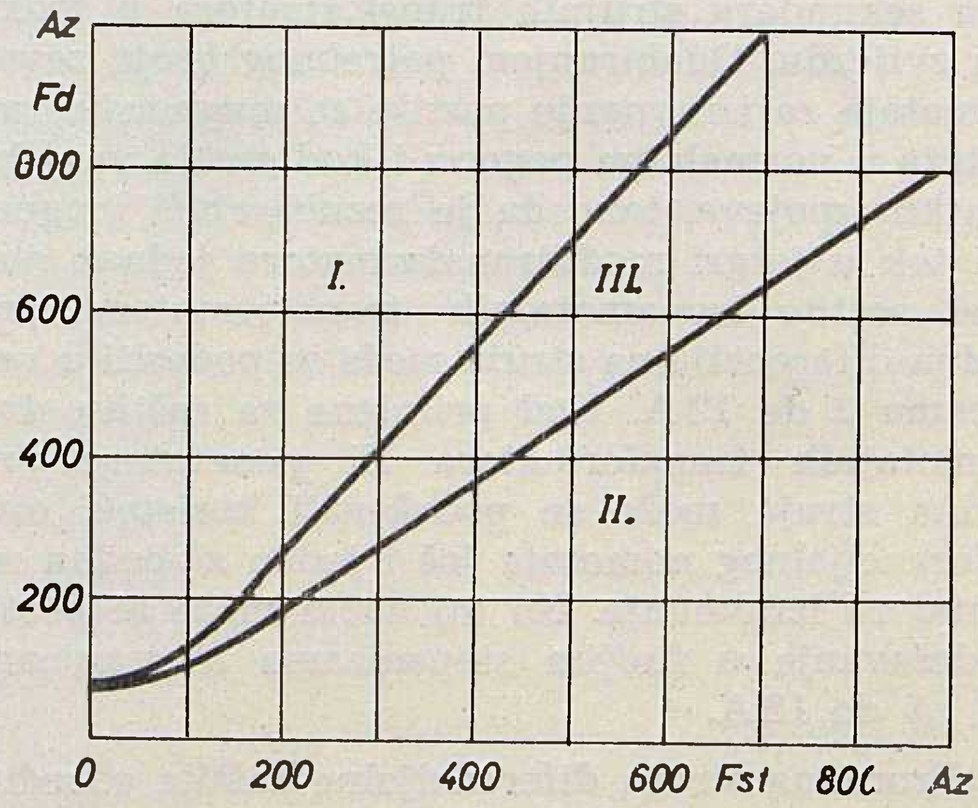
Koeficijent osjetljivosti K_{os} treba da je veći od 2.

Ako ispadne manji moraju se upotrijebiti stabilizirane diferencijalne zaštite.

Stabilizirani diferencijalni releji DZT-1 upotrebljavaju se za zaštitu dvonamotajnih i tronamotajnih regulacionih transformatora kod kojih se i u normalnom pogonu mogu pojaviti znatne struje nebalansa, koje se proporcionalno povećavaju kod vanjskih kratkih spojeva.

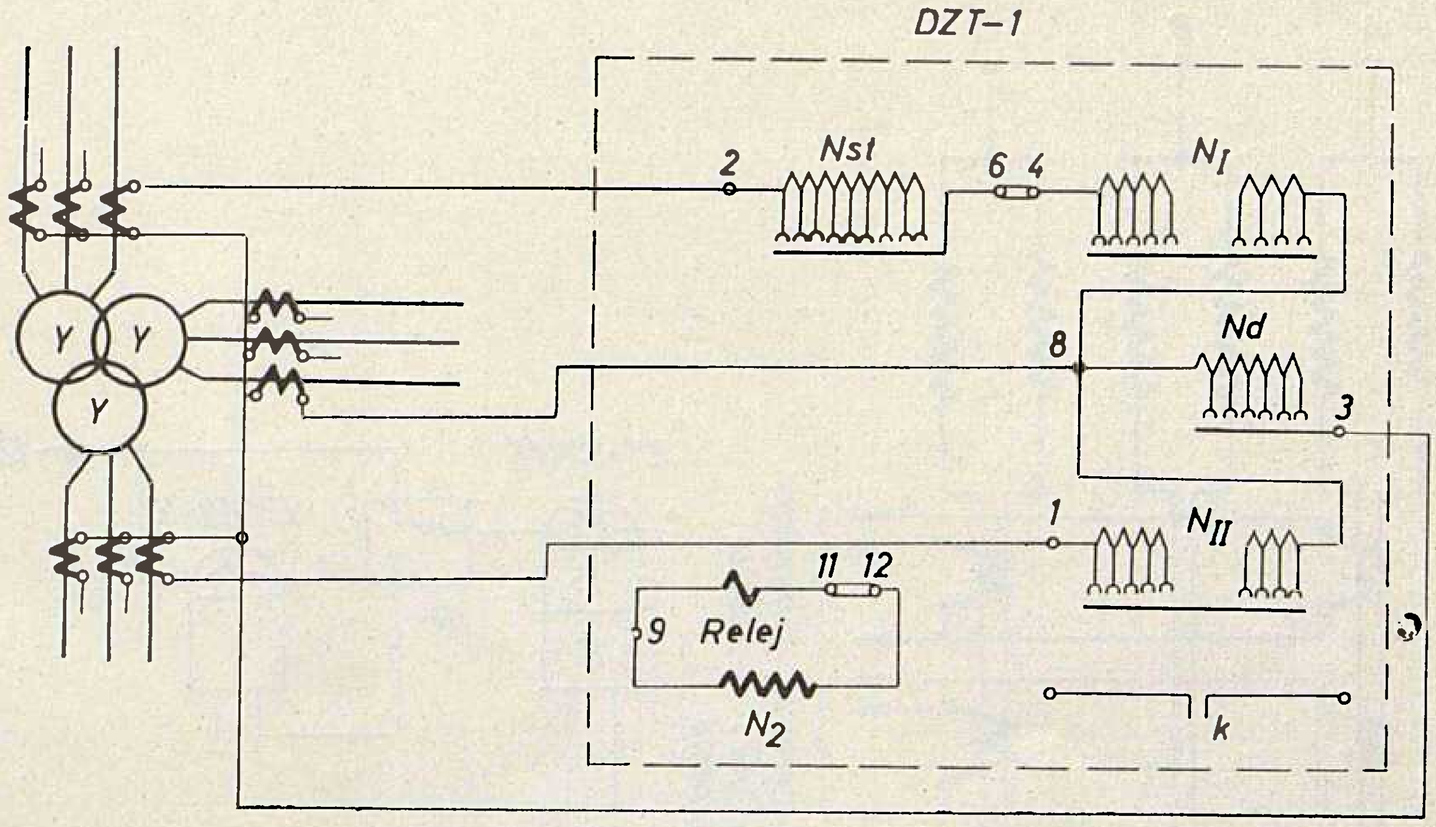
Zaštita se sastoji od prekostrujnog elektromagnetskog releja sa zakretnom kotvom, priključenog na sekundar međutransformatora koji brzo prelazi u zasićeno područje. Na sl. 6 prikazana je principijelna shema zaštite. Jezgra međutransformatora ima tri stupa. Na srednjem stupu nalazi se diferencijalni namotaj i dva namotaja za izravnanje sekundarnih struja pojedinih grupa namotaja. Na krajnjim stupovima nalase se: sekundarni namotaji na koje je priključen relej i namotaji za stabilizaciju. Diferencijalni namotaj i namotaji za izravnanje imaju dovoljan broj otcjepa, kao i kod međutransformatora zaštite RNT-262. Stabilizacioni namotaj N_{st} i sekundarni namotaj N_2 spojeni su tako da se u sekundarnom namotaju inducira napon samo pod djelovanjem namotaja smještenih na srednjem stupu. Rezultirajuća elektromotorna sila na krajevima sekundarnog namotaja, koja nastaje pod djelovanjem toka kojega proizvodi stabilizacioni namotaj, jednaka je nuli zbog obrnutog priključka sekundarnih namotaja na krajnjim stupovima. Magnetski tok stabilizacionog namotaja, prema tome, samo zasićuje magnetski krug i slabi mogućnost transformacije struja koje se pojavljuju na srednjem stupu. Na osnovu toga povećava se struja prorade zaštite sa povećavanjem struje kroz stabilizacioni namotaj. Na sl. 7 prikazana je proradna karakteristika zaštite. Na apscisi je nanesena magnetomotorna sila stabilizacionog namotaja a na ordinati magnetomotorna sila namotaja smještenih na srednjem stupu, potrebna da bi relej proradio. Zona I je zona djelovanja zaštite, zona II je zona blokiranja zbog djelovanja stabilizacionog namotaja, a zona III pokazuje područje u kojemu zaštita može i da proradi i da ne proradi, u ovisnosti o faznom položaju struja koje teku kroz stabilizacioni i diferencijalni namotaj. Vrijednost koeficijenta stabilizacije, tj. nagib karakteristike može se mijenjati u širokim granicama spajanjem većeg ili manjeg broja zavoja stabilizacionog namotaja.

Na sl. 8 prikazana je principijelna shema spoja diferencijalne zaštite DZT-1 za slučaj tronamotajnog transformatora. Sekundar strujnih transformatora sa najvećom sekundarnom nominalnom strujom spaja se direktno na diferencijalni namotaj (stez. 8). Namotaj sa strane napajanja spaja se na namotaj za stabilizaciju (stez. 2). Utjecaj različitih sekundarnih struja pojedinih namotaja transformatora poništava se odabiranjem potreb-



Slika 7.

Slika 8.



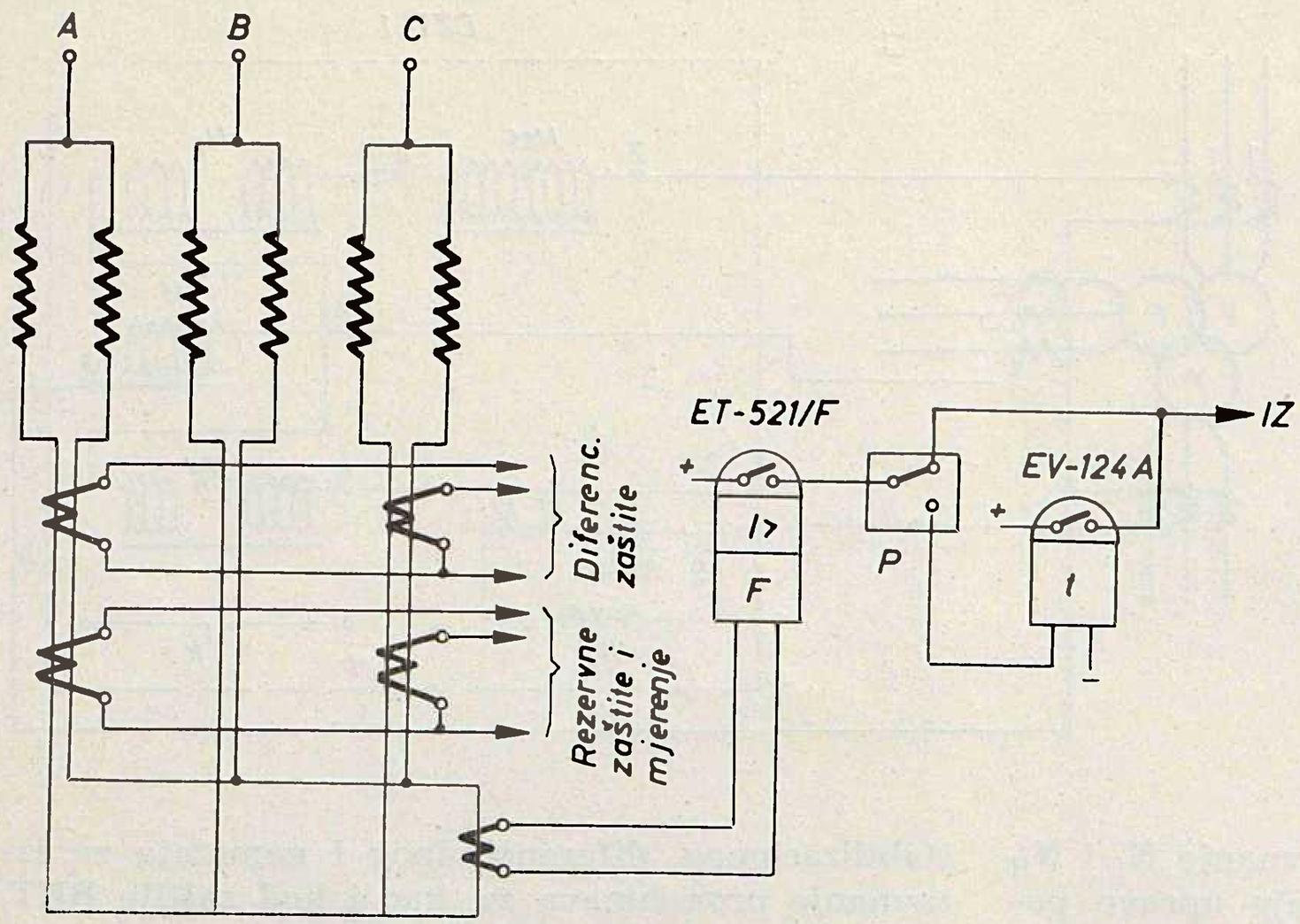
nog broja zavoja namotaja za izravnanje N_I i N_{II} tako da amperzavoji ovih namotaja upravo poništavaju amperzavoje razlike struja koja, zbog nejednakih sekundarnih struja, teče kroz diferencijalni namotaj.

Kod zaštite DZT-1 stabilizacija je, kao što smo vidjeli, bila priključena samo na jednu grupu namotaja štićenog transformatora. Kod još većih zahtjeva i težih uvjeta rada mogu se upotrijebiti stabilizirani diferencijalni releji DZT-3 i DZT-4. Prva zaštita ima tri, a druga 4 namotaja za stabilizaciju, tako da se zaštita može izvesti tako da sve grupe namotaja učinskog transformatora djeluju na stabilizaciju. Međutransformatori se izvode tako da se uzme onoliko međutransformatora koliko grupa namotaja se želi spojiti na stabilizaciju. Kod releja DZ-3 imamo tri međutransformatora po fazi. Namotaji za stabilizaciju nalaze se na svakom međutransformatoru i spajaju se na sekundarnu stranu strujnih transformatora odgovarajućih grupa namotaja štićenog transformatora. Sekundarni namotaji za priključak releja nalaze se također na svim međutransformatorima i spojeni su paralelno na relej. Srednji stupovi svih triju međutransformatora obuhvaćeni su zajedničkim diferencijalnim namotajem i namotajima za izravnanje. Prolaženje struje kroz stabilizacioni namotaj zasićuju njegovu jezgru. Zbog toga se smanjuje i otpor sekundarnog namotaja spojenog na tu jezgru. Pošto su svi sekundarni namotaji spojeni paralelno, to ima za posljedicu da jedan dio ukupne sekundarne struje prolazi kroz sekundarni namotaj sa smanjenim otporom, i na taj način kroz namotaj releja teče manja struja. To ima za posljedicu veću potrebnu diferencijalnu struju za proradu releja. Svi namotaji imaju potreban broj otcjepa, tako da se može podesiti potrebna proradna struja, potrebno usaglašavanje sekundarnih struja pojedinih grupa namotaja i potreban koeficijent stabilizacije zaštite.

Zaštita sa stabilizacionim namotajima može se podesiti osjetljivije od nestabiliziranih zaštita tako da se može uzeti proradna struja niža od nominalne struje transformatora. Potreban broj zavoja stabilizacionog, diferencijalnog i namotaja za izravnanje proračunava se, kao i kod zaštite RNT, posebnim postupkom [1] na osnovu poznatih prenosnih odnosa, karakteristika magnetiziranja i opterećenja strujnih mjernih transformatora, struja nebalansa ili struja uključenja transformatora.

Zapadne zemlje upotrebljavaju za zaštitu generatora i transformatora stabiliziranu diferencijalnu zaštitu. Pri tome postoji težnja, naročito kod nekih zemalja, za izvedbom što je moguće osjetljivijih diferencijalnih zaštita. To se posebno odnosi na diferencijalnu zaštitu generatora, gdje se ide i na proradne struje jednake 0,05 I_n i minimalan koeficijent stabilizacije od 5 %. Normalna podešenja kreću se u granicama 10 do 20% I_n za generatore i 30 do 50 % I_n za transformatore, sa koeficijentom stabilizacije 10 do 50 %. Sprečavanje djelovanja zbog struja vanjskih kratkih spojeva postiže se primjenom stabiliziranih zaštita, a sprečavanje djelovanja zbog struja uključenja ili neperiodičnih komponenata postiže se na različite načine, počevši od upotrebe vremenskog zatezanja djelovanja zaštite, pa do korištenja druge ili treće harmoničke komponente koja djeluje u smislu stabilizacije djelovanja zaštite. Diferencijalni releji, u usporedbi sa opisanim relejima, su znatno kompliciraniji, naročito električki balansni releji sa ispravljačima i magnetoelektričkim relejom (Siemens, AEG, EAW) i priključuju se putem međutransformatora pomoću kojih se usaglase i po iznosu i po fazi različite sekundarne struje strujnih transformatora pojedinih grupa namotaja. S druge strane, podešavanje takvih releja je vrlo jednostavno, što nije slučaj kod releja sovjetske proizvodnje, kod kojih se mora vršiti poseban proračun potrebnog broja zavoja pojedinih namotaja releja.

Grubo podešenje diferencijalne zaštite u sovjetskoj tehnici ima izvjesne prednosti. Izbjegavaju se nepotrebni ispadi iz pogona generatora pod djelovanjem diferencijalne zaštite kod vanjskih kratkih spojeva. Ovakva nepotrebna isključenja neugodna su sa stanovišta elektroenerget-



Slika 9.

skog sistema, naročito ako se radi o vrlo velikim jedinicama. Generatori i transformatori izlažu se osim toga djelovanju prenapona nastalih kod prekidanja istosmjerne komponente u induktivnim krugovima (generator i transformator). Osim toga diferencijalna zaštita koja često nepotrebno proradđuje djeluje psihološki negativno na pogonsko osoblje koje upravlja i vodi nadzor nad pogonom i stanjem generatora. Grubo podešenje sprečava nepotrebna djelovanja zaštite kod kratkog spajanja ili prekida sekundarnih strujnih krugova, što je prema statističkim podacima, relativno čest uzrok djelovanja diferencijalnih zaštita.

Posebno je pitanje, da li je ovakvo grubo podešena zaštita dovoljno osjetljiva da obuhvati i kratke spojeve u blizini zvjezdišta generatora, naročito ako se pojavi relativno visok prelazni otpor na mjestu kvara. Ovo pitanje zahtijeva detaljniju studiju struja kvarova kod kratkih spojeva unutar turbo- i hidrogeneratora i transformatora, mogućnosti pojave i moguće vrijednosti prelaznih otpora na mjestu kvara, kao i studiju podataka o mjestima pojave kvarova i opsegu razaranja namotaja i aktivnog željeza kod kvarova koji su se desili na generatorima i transformatorima štićenim osjetljivo i grubo podešenim diferencijalnom zaštitom.

Sigurno je, međutim, da kod previše osjetljivo podešene diferencijalne zaštite generatora i transformatora može da bude više štete nego koristi. Karakterističan je primjer diferencijalna zaštita generatora u HE Dubrovnik koja je bila podešena na 5 % I_n i na stabilizaciju jednaku 5 %. Prilikom svakog kratkog spoja u napajanoj mreži zaštita je djelovala i isključivala generatore iz pogona. I kod podešene staiblizacije od 10 % i proradne struje 10 % I_n dešavaju se ponekad ispadi generatora zbog djelovanja diferencijalne zaštite uslijed struja nebalansa izazvanih vjerojatno utjecajem obuhvatnih strujnih transformatora u zvjezdištu generatora. Poznat je slučaj i čestog djelovanja diferencijalnih zaštita blok-spoja u HE Jablanica. Diferencijalni releji bili su, istina, podešeni na 20 % I_n i na stabilizaciju od 20 %, ali je tokom vremena došlo do promjene karakteristika releja tako da je proradna struja iznosila svega oko 12 % I_n, što je uzrokovalo djelovanje zaštite kod bliskih kratkih spojeva i kod naglih rasterećenja elektrane, zbog jako povećane struje magnetiziranja transformatora kod povećanja napona. Autoru je poznat i niz slučajeva nepotrebnih djelovanja diferencijalne zaštite transformatora zbog relativno niskog podešenja proradnih struja zaštite i nesavršeno prilagođenih međutransformatora. Zbog toga se već i na osnovu ovih iskustava može zaključiti da područje podešavanja diferencijalne zaštite generatora ne bi trebalo da ide ispod 15 do 25 % I_n, a kod transformatora ispod 30 do 50 % I_n. Određivanje gornje granice i detaljna analiza prilika kod takvog podešenja trebala bi da bude predmet posebne studije u kojoj bi učestvovali i proizvođači opreme i stručnjaci iz elektroprivrede koji se bave ovom problematikom.

3. Zaštita od spoja među zavojima statorskog namotaja

Veliki turbogeneratori izvode se u SSSR-u sa namotajem u obliku dviju paralelnih grana. Zaštita od spoja među zavojima jedne faze izvodi se u obliku tzv. poprečne diferencijalne zaštite. U novije vrijeme ova zaštita se izvodi prema sl. 9. Paralelni namotaji spojeni su na izvodima generatora zajedno, a zvjezdišta svake paralelne grane izvedena su odvojeno. Oba zvjezdišta spojena su zajedno putem strujnog transformatora na koji je priključen prekostrujni relej sa filterom protiv viših harmoničkih komponenata. U normalnom pogonskom stanju elektromotorne sile pojedinih paralelnih grana su približno jednake tako da su

potencijali oba zvjezdišta približno jednaki. Zbog malih odstupanja kod izrade generatora EMS u pojedinim granama mogu se malo razlikovati jedna od druge, tako da kroz strujni transformator može teći mala struja nebalansa. U slučaju spoja među zavojima iste faze u jednoj paralelnoj grani pojavljuje se razlika potencijala između oba zvjezdišta koja prouzrokuje struju:

$$I_Y = \frac{E_1 - E_2}{X_1 + X_2}$$

Ova struja prenosi se na sekundarnu stranu strujnog transformatora i relej prorađuje, ako je ona viša od proradne vrijednosti na koju je relej podešen.

Zbog postojanja struje nebalansa proradna struja releja mora biti podešena na vrijednost veću od maksimalne moguće vrijednosti struje nebalansa, kako zaštita ne bi djelovala nepotrebno. Zbog toga postoji određena mrtva zona zaštite. Da bi se ova zona smanjila prekostrujni relej priključen je putem filtera koji prigušuje više harmonike, naročito treći, koji može biti izrazit zbog toga što EMS generatora nije idealno sinusoidalna. Zaštita djeluje na isključenje, demagnetizaciju i zaustavljanje generatora bez vremenskog zatezanja. Pomoću preklopke *P* djelovanje releja prebacuje se na vremenski usporeno djelovanje u slučaju kad se u rotorskom krugu pojavi zemljospoj i generator nastavlja da radi pod zemljospojem (vidi tač. 5). Ukoliko bi došlo do prolaznog ili trajnog zemljospoja još u jednoj tački uzbudnog kruga došlo bi do deformacije magnetskog toka što bi imalo za posljedicu pojavu razlike struja u paralelnim granama. Vremenskim zatezanjem djelovanja postiže se u tome slučaju selektivnost djelovanja između zaštite uzbudnog kruga i poprečne diferencijalne zaštite.

Prije se je kao zaštita od spojeva među zavojima jedne faze primjenjivala poprečna diferencijalna zaštita svake faze, priključena prema sl. 10 na strujne transformatore u paralelnim granama ispred generatora. Kao zaštitni relheji upotrebljavali su se isti releji kao i kod diferencijalne uzdužne zaštite generatora (strujni releji RNT priključeni putem transformatora koji brzo prelaze u zasićeno područje). Nedostatak ovakvog rješenje prema sl. 9 je u tome što su potrebni dodatni transformatori za punu struju paralelnih grana i što su struje nebalansa znatno veće zbog nemogućnosti odabiranja transformatora sa idealno jednakim karakteristikama. Zbog toga je i mrtva zona ovakove zaštite znatno veća (oko 15 do 20 % namotaja).

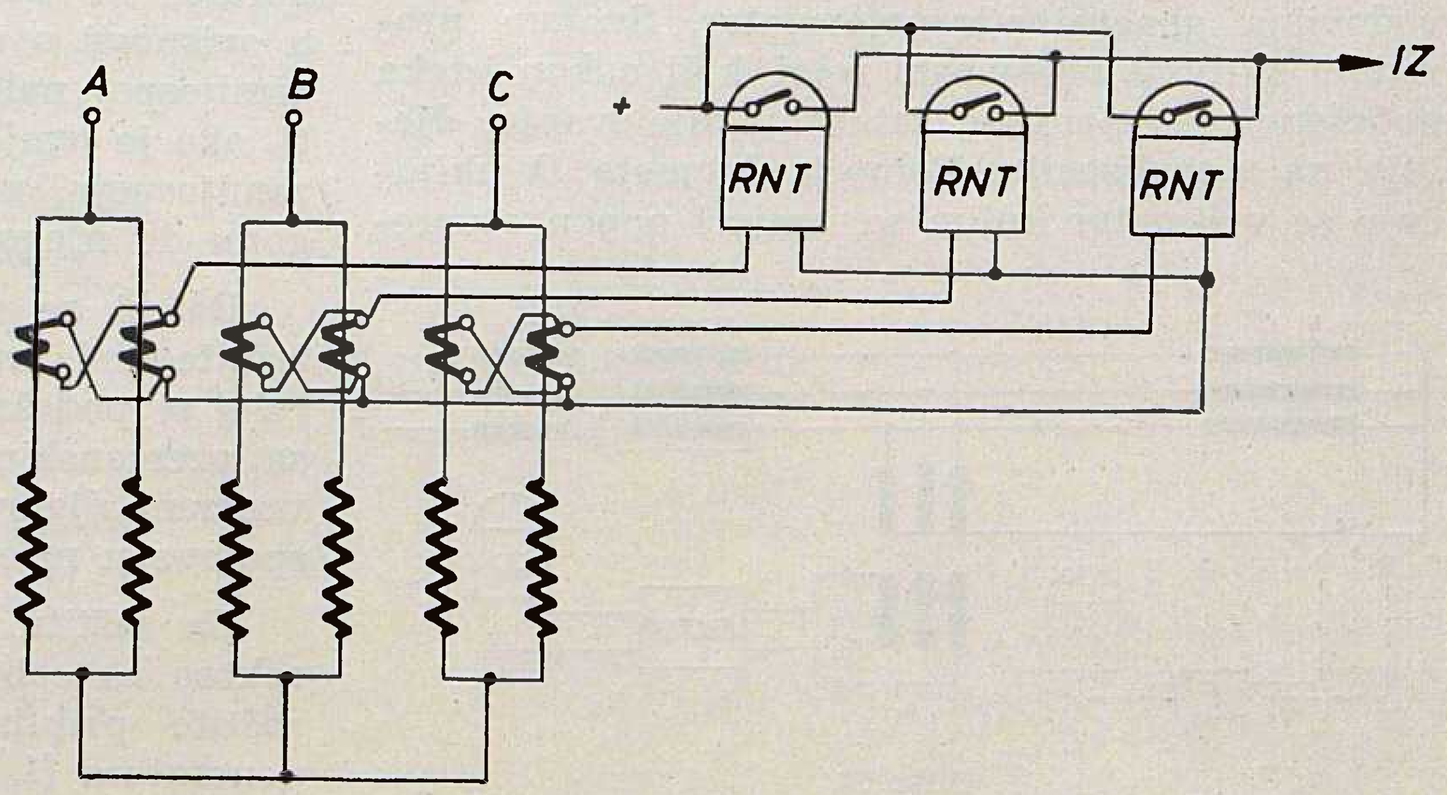
Kod spoja statorskog namotaja u trokut zaštita od spojeva među zavojima iste faze može se izvesti priključkom prekostrujnog releja na struju nulte komponente $3\,i_0$ generatora. Zbog potiskivanja struja treće harmoničke komponente i ovaj relej ima filter koji propušta samo struju osnovne frekvencije. Da bi se postigla selektivnost djelovanja i ova zaštita prevodi se na vremenski usporeno djelovanje kod pojave zemljospoja u uzbudnom krugu generatora (sl. 11).

Za generatore koji nemaju paralelne grane namotaja ne predviđa se zaštita od spojeva među zavojima iste faze.

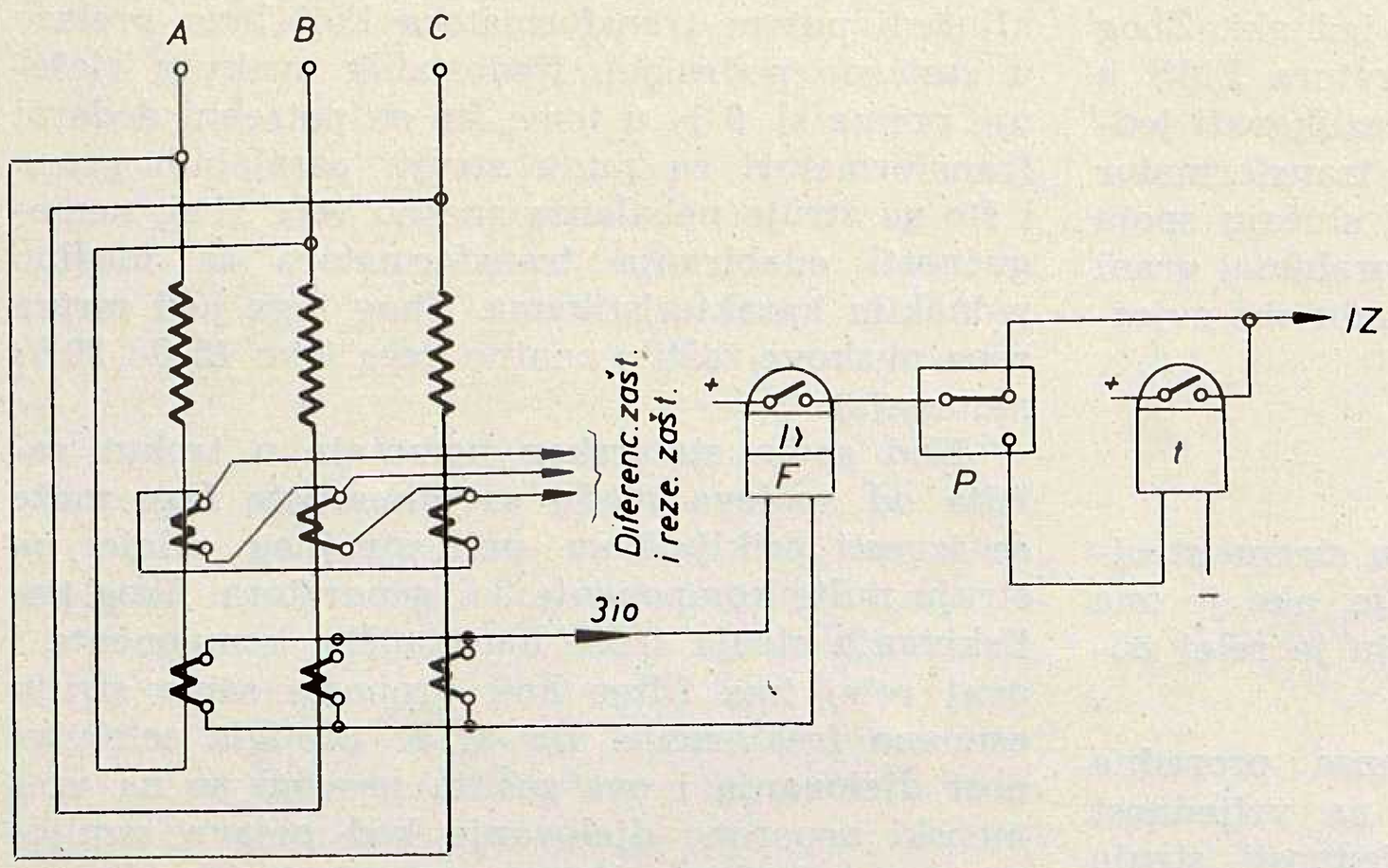
Principi izvedbe zaštite od spojeva među zavojima iste faze koji se primjenjuju u zapadnoevropskim zemljama ne razlikuju se od opisanih principa. Jedino se kod posljednjih primjenjuje kod velikih jedinica ova zaštita i kod generatora koji nemaju paralelne grane statorskog namotaja. Zaštita se izvodi prema sl. 12, uspoređivanjem razlike napona između zvjezdišta generatora i zvjezdišta dodatnog transformatora kod kojega je nultačka uvijek u težištu naponskog trokuta, zahvaljujući spoju sekundara u trokut. Kod kratkog spoja među zavojima deformira se trokut napona i pojavljuje se razlika potencijala između oba zvjezdišta. Ova razlika potencijala ili struja izjednačenja (crtkano) koristi se kao kriterij za djelovanje naponskog ili strujnog releja. Druga varijanta ucrtana je na crtkano na sl. 11.

4. Zaštita od zemljospojeva u statorskom namotaju

Većina generatora spaja se danas na mrežu putem blok-spoja generatora-transformator. Uzimajući u obzir kapacitete transformatora blok-

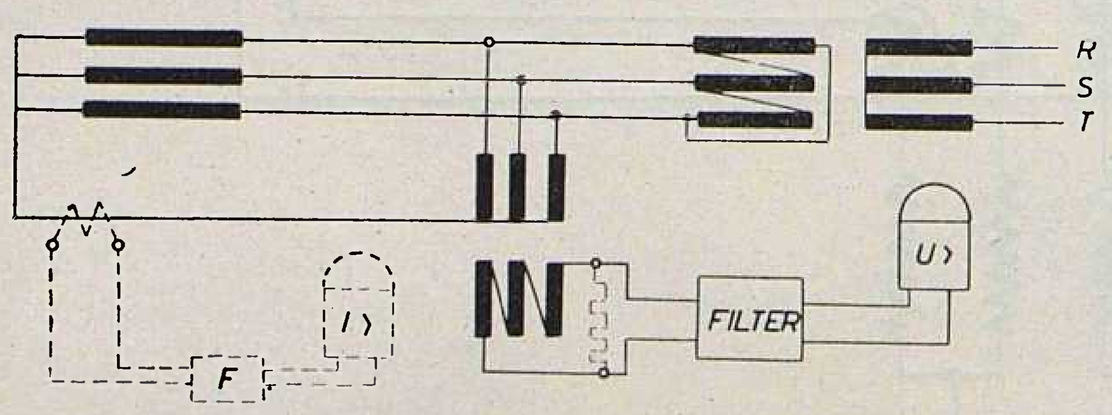


Slika 10.

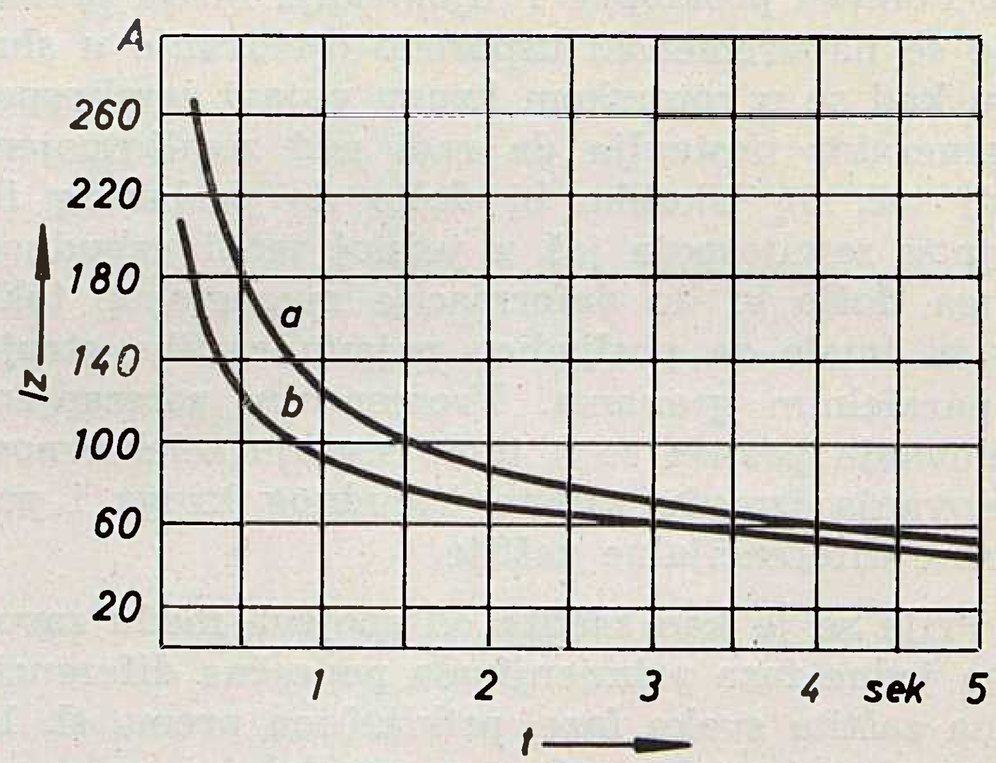


Slika 11.

spoja, spojnih vodova između generatora i transformatora i samih namotaja generatora prema zemlji, kao i visinu generatorskog napona, u većini slučajeva je kapacitivna struja zemljospoja daleko manja od 5 A, kod generatora koji rade u blok spoju i kod kojih je zvjezdište izolirano. Mnogobrojna i detaljna ispitivanja utjecaja malih zemljospojnih struja na izgaranje statorskih paketa pokazala su [2] da struje do 5 A mogu teći na mjestu kvara dugo vremena bez štetnih posljedica po generator. Na sl. 13 prikazane su krivulje dozvoljene struje zemljospoja u ovisnosti o njihovom trajanju i to a) prema podacima Laboratorija A. A. Smurova i b) prema preporuci proizvođača generatora »Elektrosila«. Zbog toga se u sovjetskoj tehnici generatorske zaštite nije išlo u pravcu umjetnog povećavanja zemljospojnih struja putem otpornika u zvjezdište generatora ili putem zemljospojnih transformatora, što se koristi u zapadnoevropskoj praksi da bi se postiglo što veće područje štićenja namotaja generatora. Kod generatora koji rade u blok-spoju i kod kojih je zemljospojna struja manja od 5 A statorska zaštita izvodi se prema sl. 14. Na otvoreni trokut naponskog mjernog transformatora priključuje se naponski relej, koji prorađuje kod pojave zemljospoja u generatoru ili na spojnim vodovima generator-transformator. Svojom proradom aktivira vremenski relej, koji nakon isteka podešenog vremenskog zatezanja djelovanja, djeluje na signalizaciju. Pomoću dugmeta *D* uključuje se voltmetar kojim se izmjeri napon otvorenog trokuta. Kod zemljospoja na stezaljkama dobije se na otvorenom trokutu pun napon, a kod zemljospoja u namotaju generatora napon proporcionalno opada sa približavanjem mjesta kvara zvjezdištu generatora. Ukoliko voltmetar pokaže da se radi o zemljospoju u blizini stezaljki



Slika 12.

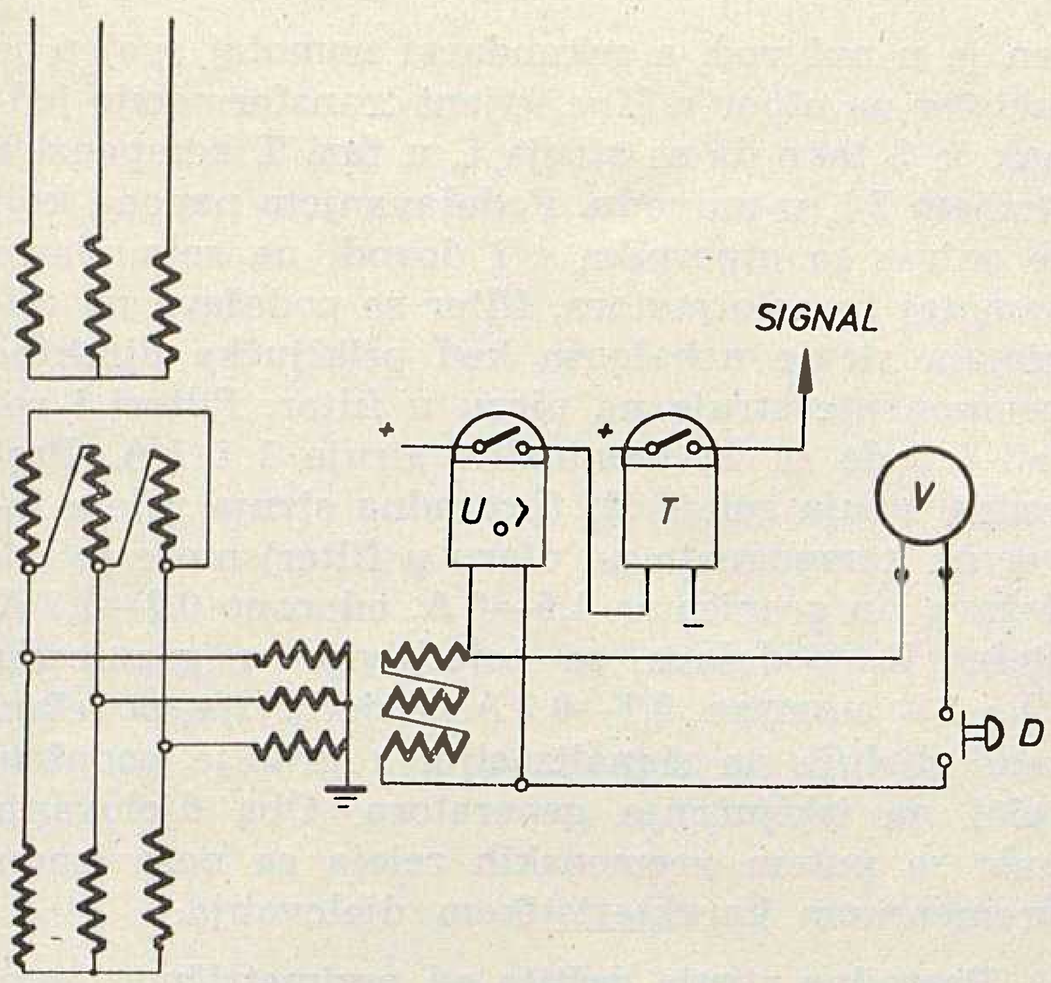


Slika 13.

generatora, tj. da je struja zemljospoja veća, generator se isključuje prvom prilikom sa mreže, u ovisnosti o elektroenergetskoj situaciji. Ako se zemljospoj nalazi u blizini zvjezdišta generatora, tj. ako je izmjereni napon, a prema tome i struja zemljospoja, mala, generator može ostati u pogonu do njegovog redovnog remonta.

Da bi se spriječilo nepotrebno signaliziranje zaštite kod zemljospojeva u mreži višeg napona, relej se podešava na napon veći od 15 V i djeluje sa vremenskim zatezanjem djelovanja većim od vremena djelovanja zaštita koje isključuju zemljospojeve u mreži višeg napona.

Za zaštitu generatora koji su priključeni direktno na sabirnice upotrebljavaju se nadstrujne zaštite priključene na struju nulte komponente generatora [1, 2].



Slika 14.

Statorske zaštite u zapadnoevropskoj tehnici priključuju se također na napon nulte komponente i to bilo putem transformatora u zvjezdištu generatora bilo putem posebnog zemljospojnog transformatora spojenog primarno u zvijezdu a sekundarno u otvoreni trokut. Za razliku od opisanog rješenja ove zaštite djeluju na isključenje generatora i razbuđivanje, sa minimalnim vremenskim zatezanjem reda 0,8 do 1 sek, potrebnim da nestanu naponi i struje nebalansa za vrijeme prelaznih pojava kod kvarova u napajanoj mreži. Da zaštita ne bi djelovala kod zemljospoja u mreži višeg napona, a da bi se ipak omogučilo njeno osjetljivo podešenje i na taj način postiglo što je moguće veće područje štićenja namotaja (85 do 95 % namotaja), umjetno se povećava struja zemljospoja ugradnjom u zvjezdište generatora (ili na otvoreni trokut zemljospojnih transformatora) radnog otpora, koji ograničava struju zemljospoja na vrijednost od oko 15 do 30 A, a istovremeno znatno smanjuje utjecaj prenesenih napona kod zemljospoja u napajanoj mreži.

Rješenje koje se primjenjuje u SSSR-u ima prednost što omogućava rad generatora i ukoliko se pojavi proboj statorskog namotaja. To može da ima velik utjecaj na rad elektroenergetskog sistema, naročito u periodima nestašice električne snage i energije iako se radi o velikim generatorskim jedinicama. U suradnji sa našim proizvođačima generatora trebalo bi, međutim, provjeriti granice dozvoljenih struja i dozvoljenog trajanja toka ovih struja kroz oštećeno mjesto u generatoru, kako ne bi dolazilo do ozbiljnijih oštećenja paketa statora.

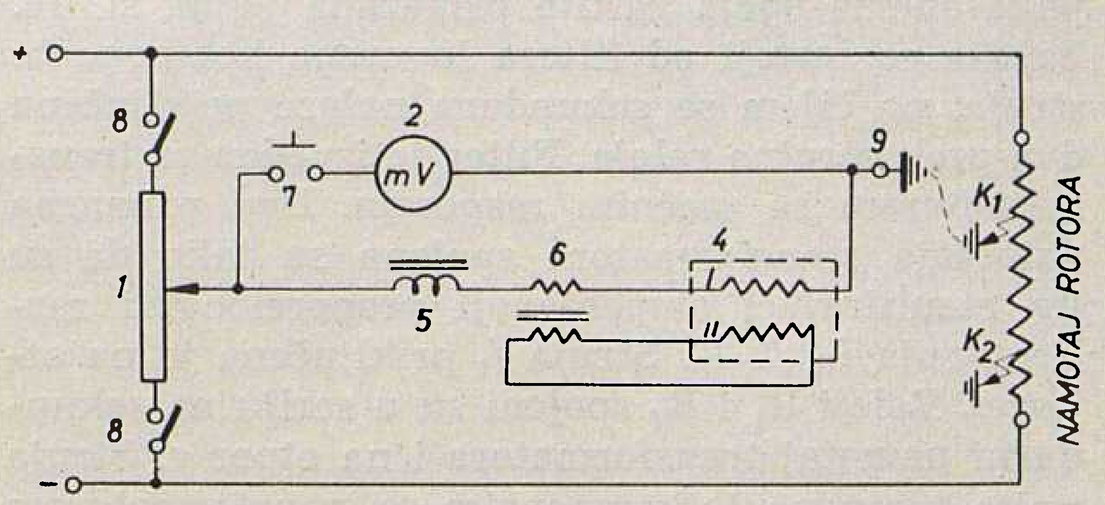
5. Zaštita od zemljospojeva u uzbudnom krugu generatora

Zemljospoj u jednoj tački uzbudnog kruga generatora ne predstavlja opasnost po generator, jer su oba pola uzbudnog namotaja izolirana od zemlje i kroz mjesto zemljospoja ne zatvara se nikakova struja koja bi ugrozila generator ili imala bilo kakav utjecaj na njegov rad. Zbog toga se normalno ne postavlja nikakova zaštita koja bi signalizirala pojavu zemljospoja ili djelovala na njegovo isključenje.

Kvarovi na izolaciji uzbudnog namotaja otkrivaju se pri tome kod redovitih kontrola izolacionog otpora namotaja.

Opasnost po generator nastaje tek ako bi se pojavio dvostruki zemljospoj. On bi imao za posljedicu kratko spajanje izvjesnog broja zavoja namotaja rotora, što bi dovelo do radijalnih sila koje bi uzrokovale vibraciju generatora. Osim toga moglo bi doći i do lokalnih nejednolikih zagrijavanja vrlo dugih i relativno tankih rotora turbogeneratora, što bi moglo da izazove njihovo krivljenje i vrlo jako vibriranje generatora. Zbog toga se turbogeneratori opremaju zaštitom od zemljospoja u dvije tačke uzbudnog namotaja. Pri tome više generatora u jednoj elektrani imaju samo jednu zaštitu koja se priključuje na onaj generator za koji se ustanovi da se je na njemu pojavio prvi zemljospoj. U slučaju pojave i drugog zemljospoja zaštita djeluje na isključenje generatora.

Zaštita se izvodi pomoću releja tipa KZR-1. Principijelna šema djelovanja ove zaštite prikazana je na sl. 15. Zaštita u stvari predstavlja most. U slučaju pojave zemljospoja na mjestu K_1 zaštita se priključuje na promatrani generator. Potenciometrom 1 dotjera se most u ravnotežu, tako da mV-metar pokazuje minimalan otklon. Zahvaljujući tome kroz dijagonalu mosta, u koju su spojeni klizač potenciometra, prigušnica (5), pomoćni transformator (6) i namotaj I releja (4), ne teče struja. Ukoliko se pojavi zemljospoj u drugoj tački namotaja (K_2) narušava se ravnoteža mosta, kroz namotaj I releja proteče istosmjerna struja i on proradđuje. Pošto zračni raspor između statora i rotora generatora nije ravnomjeran, u rotorskom krugu pojavljuje se izvjesna EMS izmjeničnog napona, koja bi mogla da izazove djelovanje ove zaštite. Da bi se to izbjeglo u dijagonalu mosta spojena je prigušnica (5) i transformator (6). Prigušnica smanjuje struju izmjenične komponente kroz dijagonalu mosta. Putem transformatora (6) dovodi se preostala izmjenična komponenta na namotaj II releja (4), ali u obrnutom smislu od struje koja protječe kroz namotaj I.



Slika 15.

Na taj način ova izmjenična komponenta se poništi i nije u stanju da izazove djelovanje zaštite. Dugme (7) služi za spajanje voltmetra kod dovođenja mosta u ravnotežu, a kontakti sklopnika (8) za priključak zaštite na uzbudni namotaj generatora na kojemu se je pojavio prvi zemljospoj. Da bi se spriječio utjecaj lutajućih struja na rad zaštite, stezaljka za uzemljenje 9 priključuje se na osovinu generatora a ne na uzemljenje. Spoj se vrši specijalnom četkicom.

Na hidrogeneratorima upotrebljavaju se uređaji za signalizaciju pojave prvog zemljospoja, na poznatom principu superpozicije izmjeničnog napona između namotaja i zemlje istosmjernom naponu uzbudnog sistema. U slučaju pojave zemljospoja zatvara se strujni krug izmjeničnog napona i zaštita djeluje na signal. Pošto se ne dozvoljava rad generatora u hidroelekranama u režimu zemljospoja uzbudnog namotaja, pogonsko osoblje isključuje generator sa mreže čim to dozvoli energetska situacija. Zbog toga se na hidrogeneratorima ni ne primjenjuje posebna zaštita od drugog zemljospoja.

Zbog jednostavnosti zaštitnog uređaja i njegovog priključka, kod nas se i na hidrogeneratorima i na turbogeneratorima postavljaju uređaji za signalizaciju smanjenja izolacionog otpora ispod određene granice, koji djeluju na signal. Pogonsko osoblje isključuje generator što je moguće prije da bi utvrdilo i otklonilo zemljospoj.

Opisana zaštita od dvostrukih zemljospojeva ima niz nedostataka u pogledu osjetljivosti, postojanja mrtve zone, mogućnosti pogrešnog djelovanja i sl. Upotrebljava se za zaštitu turbogeneratora, jer do danas nije nađena zaštita koja bi imala bolje karakteristike. Pošto nije trajno u pogonu, nego samo kad se pojavi prvi zemljospoj to ovi nedostaci nisu ni tako izraziti i bitni.

6. Zaštita od nesimetričnog opterećenja

Nesimetrično opterećenje ima za posljedicu pojavu inverznog magnetskog polja koje u namotajima i masi rotora inducira dodatne struje dvostruke frekvencije koje dodatno zagrijavaju rotor generatora. Zaštita se izvodi kao osnovna zaštita od nedozvoljeno visokih nesimetričnih opterećenja i kao rezervna zaštita od struja vanjskih nesimetričnih kratkih spojeva. Izvodi se kao prekostrujna zaštita inverzne komponente struje. Principijelna shema spoja zaštite prikazana je na sl. 16. Zaštita se sastoji od filtera inverzne komponente struje, na čijem se sekundaru nalaze priključena dva prekostrujna releja. Filter je izveden sa transformatorom sa zračnim rasporom. Dva primarna namotaja transformatora spojena su tako da su im rezultirajući amperzavoji proporcionalni razlici struja $I_R \triangleq I_S$. Struja I_t priključena je na otpor r. Releji R_1 i R_2 spojeni su u seriju na sekundarni namotaj transformatora i na otpor r. Struja nulte komponente kompenzira se transformatorom TK. Primarni namotaj ovog transformatora spojen je u nul vod, a sekundarni namotaj spojen je također na otpor r. Koeficijent transformacije jednak je 3 tako da se struja i_0 u fazi T kompenzira strujom $3\,i_0$ u nulvodu. Podešavanjem napona koji se uzima sa otpornika r i dovodi na sekundarni namotaj transformatora, filter se podešava na minimum struje nebalansa kod priključka direktne komponente struje na ulazu u filter. Filteri i releji izvode se za nominalne struje 1 i 5 A. Proradna struja releja R_1 (proradna struja releja inverzne komponente na ulazu u filter) može se podešavati u granicama 1,5—6 A, odnosno 0,3—1,2 A. Relej R_2 podešava se osjetljivije u granicama 0,5—1,0 odnosno 0,1—0,2 A. Osjetljivije podešeni relej djeluje na signalizaciju, a grublje podešeni relej na isključenje generatora. Oba djelovanja vrše se putem vremenskih releja sa nezavisnom vremenskom karakteristikom djelovanja.

Proradna struja zaštite od nesimetričnog opterećenja podešava se s obzirom na više kriterija. Relej koji djeluje na signal mora imati proradnu struju veću od struje nebalansa filtera, koja se pojavljuje kod maksimalno moguće struje preopterećenja generatora, tj.

$$I_{pr\,(2)} = 0{,}1\, I_n \qquad (10)$$

Relej koji djeluje na isključenje podešava se s obzirom na dozvoljenu struju inverzne komponente koja izaziva dodatno zagrijavanje rotora generatora. Ovisnost dozvoljenog vremena trajanja t_{doz} struje inverzne komponente, dane kao višekratnik nominalne struje generatora izražena je jednadžbom:

$$t_{doz}\, I_{2x}^2 = A \qquad (11)$$

I_{2x} — odnos struje inverzne komponente prema nominalnoj struji generatora

A — konstanta različita za generatore različitih tipova: za generatore sa forsiranim hlađenjem $A = 8$ do 15, za hidrogeneratore $A = 40$, a za turbogeneratore bez forsiranog hlađenja $A = 30$.

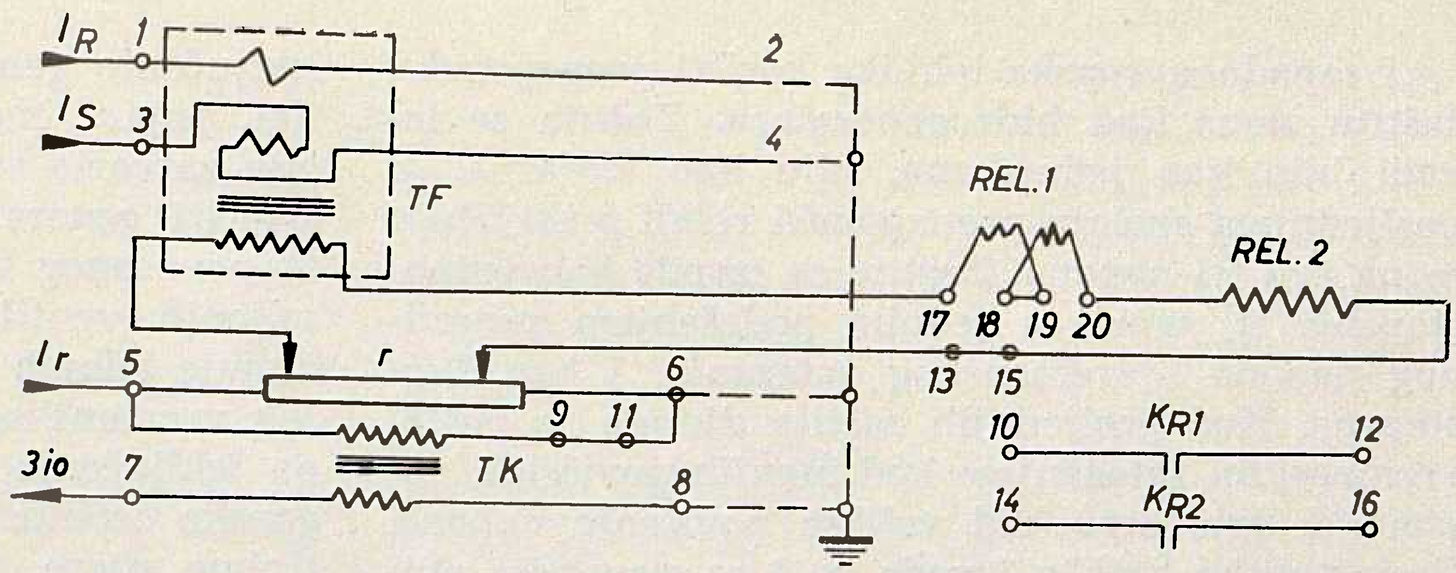
Prema tome dozvoljen višekratnik struje inverzne komponente u odnosu na nominalnu struju generatora iznosi:

$$I_{2x} = \sqrt{\frac{A}{t_{doz}}} \qquad (12)$$

Ako npr. uzmemo da je $t_{doz} = 120$ sek, dobije se uvjet za proradnu struju inverzne komponente: Za turbogeneratore bez forsiranog hlađenja — $I_{pr\,(2)} = 0{,}5\, I_n$, za generatore sa forsiranim hlađenjem $I_{pr\,(2)} = 0{,}25\, I_n$, a za hidrogeneratore $I_{pr(2)} = 0{,}6\, I_n$.

Ovako određena proradna struja predstavlja gornju granicu podešenja s obzirom na odabrano vrijeme djelovanja zaštite. Zaštita se može podesiti i znatno osjetljivije. Pri tome se razmatraju slijedeći slučajevi:

Slika 16.



1. Proradnu struju treba usaglasiti sa proradnom strujom I_{pr} prekostrujne zaštite spojene na fazne struje generatora:

$$I_{pr\,(2)} = \frac{k_s}{k_{2g}} \frac{I_{pr}}{\sqrt{3}} \qquad (13)$$

gdje je: koeficijent sigurnosti k_s jednak 1,1

k_{2g} — koeficijent grananja struja u nadomjesnoj shemi inverzne komponente generatora ili bloka.

2. Proradna struja se usaglašava s proradnom strujom nadstrujne zaštite nulte komponente struje, ugrađene na dalekovodima u mrežama s velikim zemljospojnim strujama, i to prema:

$$I_{pr\,(2)} = \frac{k_s}{k_{2g}} \cdot a \cdot \frac{I_{pr\,(o)}}{3} \qquad (14)$$

gdje je $a = I_{(2)} / I_{(o)}$ tj. odnos struja inverzne i nulte komponente na dalekovodu na kojemu je postavljena promatrana zaštita od nulte komponente struje. Kod proračuna treba uzeti kratki spoj na kraju zone djelovanja promatrane zaštite od zemljospoja. Ako je rezultirajući otpor inverzne komponente veći od rezultirajućeg otpora nulte komponente (s obzirom na mjesto kvara) proračun treba vršiti za jednofazni kratki spoj. Ako je obratno onda treba računati sa dvofaznim kratkim spojem na zemlju.

3. Usaglašavanje proradne struje sa distantnim zaštitama na dalekovodima vrši se na osnovu proračuna maksimalne struje inverzne komponente kod kratkog spoja među fazama na granici zone djelovanja distantne zaštite, tj.:

$$I_{pr\,(2)} = \frac{k_s}{k_{2g}} I_{(2)\,\text{prorač}} \qquad (15)$$

gdje je:

$I_{(2)\,\text{prorač}}$ — struja inverzne komponente određen za kratki spoj na kraju zone djelovanja distantne zaštite.

Koeficijent sigurnosti zaštite od nesimetričnog opterećenja utvrđen kod jednofaznog i dvofaznog kratkog spoja sa zemljom, i to iza transformatora za povišenje napona, treba da je veći od 1,2.

Proradna struja utvrđena prema kriterijima stepenovanja sa ostalim zaštitama ne smije da bude veća od proradne struje određene na osnovu jedn. 12, niti manja od struje određene na osnovu jedn. 10.

I zapadnoevropske zemlje upotrebljavaju zaštitu od nesimetričnog opterećenja generatora. Zaštita se također izvodi na principu korištenja inverzne komponente struje. Zaštita se podešava većinom prema dozvoljenoj struji koju za generatore daju njihovi proizvođači. Zaštite djeluju bilo na apsolutni iznos inverzne komponente struje, bilo kad inverzna komponenta premaši određen postotak ukupne struje (procentni balansni relej). Djeluju sa vremenskim zatezanjima bilo neovisnim o veličini struje ili imaju strujno zavisnu vremensku karakteristiku. Nisko podešene zaštite djeluju na signalizaciju, a zaštite podešene na struje djelovanja inverzne komponente reda 15 do 25 % I_n djeluju na isključenje generatora sa mreže. Vremensko zatezanje djelovanja zaštite treba da je pri tome veće od vremenskog zatezanja djelovanja dalekovodnih zaštita, kako ne bi dolazilo do isključenja generatora kod jednofaznih ili dvofaznih kratkih spojeva u napajanoj mreži.

7. Prenaponska zaštita

Prenaponska zaštita predviđa se samo na generatorima u hidroelektranama, jer samo ovi generatori mogu praktički da postignu znatno veći broj okretaja od nominalnog. U sovjetskoj tehnici generatorske zaštite upotrebljava se jedan prenaponski relej, koji putem vremenskog releja djeluje na isključenje generatorskog prekidača i na razbuđivanje generatora. Zaštita se podešava na proradni napon jednak:

$$U_{pr} = \frac{k_s\, U_{max\,pog}}{a\, n_u} \qquad (16)$$

gdje je:

k_s — koeficijent sigurnosti jednak 1,1—1,2,

$U_{max\,pog}$ — maksimalni pogonski napon koji se pojavljuje u pogonu generatora, kod kojega zaštita još ne treba da djeluje,

a — omjer otpuštanja prenaponskog releja

n_u — prenosni odnos naponskog mjernog transformatora na koji je relej priključen.

Vremensko zatezanje djelovanja odabire se jednako 0,5 do 1 sek, kako bi se ostavilo vremena regulatoru napona da obuhvati nastalo povišenje.

I zapadnoevropska tehnika koristi prenaponsku zaštitu samo kod hidrogeneratora. Zaštita se izvodi bilo kao jednofazna, bilo kao trofazna. U posljednjem slučaju prenaponski releji priključuju se na sva tri napona. Zaštite se izvode kao jednostepene, tj. samo sa jednim podešenjem proradnog napona i vremenskog zatezanja, i kao dvostepene. Kod posljednjih zaštita djeluje sa većim vremenskim zatezanjem kod manjih povišenja napona, a vrlo brzo kod velikih povišenja napona. Prenaponske zaštite izvode se i sa naponski ovisnom vremenskom karakteristikom. Kod malih povišenja napona vrijeme djelovanja releja je veliko a kod većih povišenja napona ono naglo opada.

Pošto prenaponska zaštita predstavlja u neku ruku i zaštitu od prevelikog broja okretaja (uz ispravan regulator napona do previsokih napona može doći samo kod pobjega turbine) bilo bi poželjno da ona djeluje i na zatvaranje dovoda vode. Podešenje zaštite treba da je pri tome takvo, da ona ne djeluje kod naglog rasterećenja generatora.

8. Zaštita od povratne energije

U slučaju ako dođe do zatvaranja dovoda pare turbini zbog kvarova u turbinskom postrojenju ili zbog bilo kojih drugih razloga, generator počinje uzimati energiju iz mreže i pogoniti pogonsku turbinu. Pošto u turbinu ne dolazi svježa para, gubici trenja i ventilacije u turbini troše se na zagrijavanje lopatica što bi, u slučaju dužeg rada, moglo da dovede do nedozvoljeno visokih temperatura i oštećenja lopatica turbine.

Zaštita od takvog rada generatora ne upotrebljava se u tehnici relejne zaštite generatora u SSSR-u.

Zaštita se izvodi pomoću vatmetarskih releja koji kontroliraju smjer aktivne snage koju daje, odnosno uzima, generator. U normalnom pogonu, dok generator daje snagu u mrežu, proizvedeni momenat vatmetarskog releja je negativan. U slučaju da generator počinje uzimati snagu iz mreže momenat postaje pozitivan i relej zatvara svoje kontakte. Da bi se spriječilo nepotrebno djelovanje zaštite kod kratkotrajnih promjena smjera aktivne snage do kojih dolazi zbog rada regulatora snage i frekvencije i kod njihanja generatora, zaštita djeluje sa dosta visokim vremenskim zatezanjem djelovanja (15—60 s). Često se djelovanje ove zaštite uvjetuje položajem kontakta brzog zapornog ventila turbine. Ako je on djelovao i zatvorio svoj kontakt onda se dozvoljava brže isključenje generatora iz pogona. Ako se, međutim, pojavi energija snaga a brzi zaporni ventil nije zatvorio svoje kontakte bilo bi nezgodno isključiti generatorsku sklopku, jer bi moglo doći do povećanog broja okretaja turbine (npr. kod zasoljenih ventila). U takvim slučajevima zaštita djeluje odmah na signal, a tek nakon isteka dužeg vremenskog zatezanja (30 — 120 sek) djeluje na isključenje generatorskog prekidača, ako pogonsko osoblje nije u međuvremenu poduzelo potrebne mjere.

Nepostojanje zaštite od povratne energije je nedostatak u tehnici generatorske zaštite koja se primjenjuje u SSSR-u. Zbog toga je npr. u TE Tuzla, u kojoj su ugrađene zaštite i generatori proizvodeni u SSSR-u, ugrađena dodatna zaštita od povratne energije proizvodnje CdC.

Zaključak

Tehnika sovjetske generatorske zaštite rukovodi se zahtjevom za što je moguće većom jednostavnošću kako samih releja, tako i sheme spoja cijelih relejnih uređaja. Osim toga nastoji se postići što je moguće veća sigurnost da zaštita neće djelovati nepotrebno, tj. u slučajevima kada ne postoji kvar na koji je ta zaštita osjetljiva. Ovaj zahtjev se ispunjava i na račun sniženja osjetljivosti zaštite, tako da su podešenja proradnih vrijednosti pojedinih zaštita mnogo grublja, nego što se to upotrebljava u zapadnoevropskoj tehnici. Detaljnom studijom pojava kod pojedinih vrsta kvarova u generatorima i transformatorima, i uz tijesnu suradnju s našim proizvođačima generatora i transformatora, trebalo bi raščistiti pitanje potrebne osjetljivosti generatorskih zaštita. Iskustvo je pokazalo da pretjerana osjetljivost ima za posljedicu velik broj nepotrebnih ispada iz pogona, što se negativno odražava na rad elektroenergetskog sistema i na stanje same opreme. Smanjenjem osjetljivosti ne bi se, međutim, smjela dovesti u pitanje efikasnost zaštite kod pojave kvara u generatoru ili transformatoru.

Literatura

[1] A. M. Berkovič: *Spravočnik po releinoi zaščite.* Moskva 1963.
[2] A. M. Fedossejev: *Relaisschutz,* B. II. Berlin 1957.
[3] N. V. Černobrobov: *Releinaja zaščita,* Moskva, 1956.
[4] M. Titarenko: *Protective Relaying in Electric Power Systems,* Moskva 1966.

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

EKONOMSKI POLOŽAJ JUGOSLOVENSKE ELEKTROPRIVREDE POSLE PRIVREDNE REFORME

Milan Đurić, Beograd

Izložena je organizacija, ekonomski odnosi i ekonomski položaj elektroprivrede prije i poslije privredne reforme. Autor zaključuje da je ekonomski položaj elektroprivrede poboljšan regulativima privredne reforme, ali da još uvijek ostaje otvoreno pitanje neusklađenosti između stope akumulacije i stope rasta novih investicija, potrebnih za pokriće konstantnog povećanja potrošnje električne energije.

DK 621.311.1

1. Organizacija jugoslovenske elektroprivrede

Donošenjem Osnovnog zakona o elektroprivredi postavljeni su novi temelji za formiranje raznovrsnijih oblika elektroprivrednih organizacija. Dok je starim Zakonom o elektroprivrednim organizacijama bilo predviđeno postojanje posebnih elektroprivrednih preduzeća po vrstama delatnosti, tj. za proizvodnju, prenos i distribuciju električne energije i obavezno udruživanje proizvodnih i prenosnih preduzeća u republičke elektroprivredne zajednice i udruživanje ovih zajednica u Zajednicu jugoslovenske elektroprivrede (ZJE), novim Zakonom predviđena je mogućnost formiranja svih oblika preduzeća sa jednom ili više vrsta delatnosti i različitih tipova preduzeća, obzirom na unutrašnju strukturu (preduzeća sa i bez pogona, združeno preduzeće i sl.). U ZJE se obavezno udružuju samo elektroprivredna preduzeća u čijem sastavu se nalazi delatnost proizvodnje i prenosa električne energije, dok je za preduzeća koja se bave delatnošću distribucije električne energije ostavljena dobrovoljnost u udruživanju.

Izmenom osnovnih principa u uslovima formiranja elektroprivrednih organizacija novim Zakonom želelo se postići sledeće:

— formiranje najpogodnijih oblika elektroprivrednih preduzeća sa stanovišta obima obuhvatnosti pojedinih vrsta delatnosti elektroprivrede, s tim da se pri tome postigne najveća optimalnost u pogledu tehničko-energetskih i ekonomskih rezultata u poslovanju;

— da se u formiranju elektroprivrednih preduzeća obezbedi regionalna zaokruženost područja sa stanovišta optimalnog razvoja proizvodnje električne energije na pojedinim ugljenim bazenima i rečnim slivovima, kao i razvoja prenosne i distributivne mreže, zavisno od geografskih i privrednih karakteristika područja;

— da se u formiranju elektroprivrednih preduzeća vodi računa o obezbeđenju uslova za racionalno, ekonomično i rentabilno poslovanje;

— da se preko udruživanja u Zajednicu jugoslovenske elektroprivrede obezbedi puno integraciono jedinstvo u vođenju politike razvoja jedinstvenog elektroenergetskog sistema u zemlji i njegovoj interkonekciji prema sistemima susednih zemalja, tehničko-tehnološkom i ekonomskom unapređenju i optimalnom uklapanju elektroprivrede u privredni sistem zemlje.

Napred navedeni principi imaju za cilj, da se kod izbora organizacionih oblika u formiranju preduzeća iskristališu takva rešenja, koja će u skladu sa tehničko-tehnološkim i ekonomskim specifičnostima delatnosti ove grane omogućiti postizanje većeg stepena produktivnosti rada, racionalnijeg gazdovanja i ekonomičnijeg i rentabilnijeg privređivanja. Prema tome, nikakvi političko-teritorijalni okviri ne bi trebali da budu smetnja u formiranju elektroprivrednih preduzeća, niti pak faktor koji bi trebao da sputava u izboru i donošenju optimalnih rešenja.

Analizirajući promene u organizacionoj strukturi elektroprivrede u periodu od stupanja na snagu novog Zakona pa do danas (januar 1967), može se konstatovati da se proces reorganizacije elektroprivrede nije na svim područjima SFRJ razvijao ravnomerno i da nisu izabrana jedinstvena organizaciona rešenja. Tako su npr. formirana 4 proizvodno-prenosna preduzeća (na području SR Makedonije 1 i SR Slovenije 3), 4 združena elektroprivredna preduzeća (na području SR Srbije 1 i SR Hrvatske 3), 5 prenosnih preduzeća (na području SR Crne Gore, BiH i Srbije po 1 i SR Hrvatske 2), 15 preduzeća za proizvodnju termoelektrične energije (na području SR BiH 3, SR Srbije 5, SR Hrvatske 4 i SR Slovenije 3) i 16 preduzeća za proizvodnju hidroelektrične energije (na području SR BiH 3, SR Srbije 5, SR Crne Gore 1 i SR Hrvatske 7) i 31 preduzeće za distribuciju električne energije (na području SR BiH 5, SR Crne Gore 1, SR Makedonije 1, SR Hrvatske 7, SR Slovenije 5 i SR Srbije 12.)

Iz napred iznetog pregleda proizlazi zaključak, da su u organizacionoj strukturi jugoslovenske elektroprivrede zastupljeni raznovrsni oblici preduzeća. Ovakav složen strukturni sastav jugoslovenske elektroprivrede nameće i složene ekonomske odnose, a samim tim i pojavu niza novih problema koji u ranijoj praksi nisu bili poznati. Među ove probleme spada svakako regulisanje poslovnih odnosa koji nastaju u kupoprodaji, razmeni, tranzitu i isporuci električne energije na način i ekonomskoj osnovi koja obzirom na različite ekonomske uslove privređivanja, nije jedinstvena za područje SFRJ.

2. Uslovi privređivanja i ekonomski položaj u periodu primene starog Zakona o elektroprivredi

Uslovi privređivanja i ekonomski položaj elektroprivrednih organizacija pretrpeli su značajnije promene tokom 1965. godine, tj. prilikom stupanja na snagu novog Zakona o elektroprivredi i mera privredne reforme, tako da se može govoriti o dva karakteristična perioda za ekonomiku elektroprivrede.

U periodu primene starog Zakona o elektroprivredi uslovi privređivanja i sam položaj bili su u najvećoj meri regulisani kroz sam Zakon o elektroprivredi i prateće propise ovog Zakona. Treba odmah istaći da je poslovanje elektroprivrednih zajednica bilo zasnovano s jedne strane na ugovorima s udruženim preduzećima, preko kojih su se regulisali uslovi i način isporuke i visina ekonomsko-potrebnih troškova, a s druge strane na zajedničkom obračunu ukupnog prihoda i raspodjeli dohotka prema kriterijima, koje je donosio Upravni odbor ZJE u saglasnosti sa nadležnim saveznim sekretarijatima. Budući da je realizacija prodaje električne energije vršena na bazi jedinstvenih tarifa za prodaju električne energije na mreži prenosa, to su se ova sredstva u prvom redu koristila za pokriće ugovorenih tzv. ekonomsko-potrebnih troškova udruženih proizvodnih i prenosnih preduzeća. Pošto su cene električne energije bile jedinstvene za područje SFRJ, to se u priznavanju troškova proizvodnih i prenosnih preduzeća primenjivao princip jedinstvenih uslova privređivanja na taj način što su se putem normativa troškova poslovanja i dohotka određivale jedinstvene osnove i merila. Tako na primer, grupa troškova poslovanja izuzev troškova goriva priznavana je na bazi ostvarenog nivoa prema važećim propisima. Troškovi goriva priznavani su prema normativima specifičnog utroška toplote po kWh, kala i rastura, a za ostvareni režim rada, dok su cene uglja priznavane prema limitiranom nivou, koje je odredio Upravni odbor u saglasnosti sa nadležnim organima SIV-a. Dohodak udruženim preduzećima priznavan je jedinstveno na nivou normativa radne snage, osnovice dohotka i procenta uvećanja.

Posle podmirenja ekonomsko-potrebnih troškova po normativima za udružena preduzeća, iz preostalog dela ukupnog prihoda podmirivali su se ostvareni troškovi poslovanja i lični dohoci stručnih službi zajednica. Nakon toga su se utvrđivali ekonomsko-potrebni iznosi za fondove zajednica i ristorno udruženim preduzećima i određivali viškovi i manjkovi na ukupnom prihodu pojedinih elektroprivrednih zajednica, kao i procenti za raspodelu dohotka zajednica na zakonom određene fondove. Ukoliko se kod godišnjeg zajedničkog obračuna ukupnog prihoda i njegove raspodele utvrdi manjak sredstava za pokriće ekonomsko-potrebnih troškova jugoslovenske elektroprivrede, dodeljivala bi se dotacija iz sredstava federacije u visini odobrenog manjka. Izravnavanje ukupnog prihoda elektroprivrednih zajednica vršeno je preko Fonda za pokriće manjkova pri ZJE.

Međutim, što se tiče distribucije električne energije, delatnost ovih preduzeća bila je izdvojena iz zajedničkog obračuna i priznavanja ekonomsko-potrebnih troškova počev od 1. jula 1963. godine, kada su ukinute i jedinstvene cene električne energije na mreži distribucije. Budući da su tarifne stavove distributivna preduzeća donosila u saglasnosti sa nadležnim organima izvršnih veća republike i Saveznog zavoda za cene, to se može zaključiti da su kod određivanja samo nivoa tarifnih stavova nadležni organi u najvećoj meri nastojali da ograniče sredstva realizacije na minimum ekonomsko-potrebnih troškova poslovanja i dohotka.

Iz napred izloženog pregleda ekonomskih odnosa može se zaključiti da je u obračunu, priznavanju i raspodeli ukupnog prihoda i dohotka udružene elektroprivrede postojao veoma složen mehanizam, preko koga su se obezbeđivala jedinstvena merila i uslovi privređivanja i obezbeđivao određen ekonomski položaj proizvodnih i prenosnih preduzeća i zajednica. Isto tako i uslovi privređivanja i položaj distributivnih preduzeća bili su limitirani prilikom određivanja nivoa prodajnih cena električne energije. Međutim, i pored činjenice da su postojali jedinstveni okviri i merila za priznavanje ekonomsko-potrebnih troškova poslovanja udružene elektroprivrede i distributivnih preduzeća, ostvareni rezultati poslovanja po završnim računima pokazuju da su između pojedinih elektroprivrednih delatnosti kao i između samih preduzeća postojale i znatnije razlike.

Pokazatelji ostvarenog dohotka pokazuju:

— da su elektroprivredna preduzeća i u periodu primene jedinstvenih uslova privređivanja ostvarivala različite nivoe dohotka;
— da su prenosna i distributivna preduzeća imala nešto povoljniji ekonomski položaj u odnosu na proizvodna preduzeća, a posebno prema hidroelektranama.

Na kraju potrebno je posebno ukazati na činjenicu da u poslovanju elektroprivrednih organizacija u uslovima primene starog Zakona, nisu bili obezbeđeni svi potrebni ekonomski stimulansi za racionalnijim gazdovanjem i da je dominantno mesto zauzimala briga oko obezbeđenja sredstava za lične dohotke nezavisno od toga koliko se i kako ekonomično i rentabilno poslovalo.

Tražeći razloge ovakvog stanja može se postaviti pitanje zašto je došlo do dezainteresovanosti elektroprivrednih preduzeća da koriste prednosti udruživanja za poboljšanje svog ekonomskog položaja. Da li je uzrok odsustva veće zainteresovanosti za korišćenje prednosti integracije zato što je ona bila bazirana na obaveznoj formi, ili zato što nisu nađena najpogodnija organizaciona i ekonomska rešenja, koja bi podsticala na veću racionalnost u poslovanju, teško je reći bez

šire i kompleksnije analize uslova privređivanja, ekonomskih odnosa i efekata poslovanja, rezultata ostvarenog razvoja i stepena zadovoljenja potreba zemlje u električnoj energiji. Svakako da ostaje otvoreno pitanje u kojoj meri je imalo uticaja i tretiranje delatnosti elektroprivrede kao javne službe i visoki stepen upliva državnih organa na poslovanje preduzeća. Međutim, pri oceni i ovih faktora ne treba ispustiti iz vida i momenat da se delatnost elektroprivrede, s obzirom na tehnološke specifičnosti obavlja u zatvorenom tržištu, gde je zbog odsustva slobodnog delovanja ekonomskih zakona nužna izvesna društvena kontrola.

Karakteristično za uslove privređivanja i ekonomski položaj elektroprivrede u celini, jeste niska akumulativnost. Ako se ima u vidu da elektroprivreda poseduje visoki organski sastav kapitala i da je trend kontinuirano visok, to se očigledno može videti da postoji diskrepanca između potreba u sredstvima za finansiranje proširene reprodukcije i njenih veoma niskih, gotovo simboličnih mogućnosti za vlastitim učešćem. Napred navedeni ekonomski pokazatelji iz završnog računa za 1964. godinu najbolje govore o tome u kojoj meri je bio zapostavljen položaj elektroprivrede u odnosu na druge industrijske grane.

	Angažovana sredstva hilj. din/radn.	Neto produkt hilj. din/radn.	Stopa akumulacije %
Industrija	3.693	1.585	22
Elektroprivreda	22.878	2.631	7
— HE	111.661	3.721	2
— TE	27.021	2.552	5
— Prenos	49.812	2.993	3
— Distribucija	9.263	2.219	12
Ugalj i koks	2.979	1.088	9
Nafta	15.330	5.842	31
Crna metalurgija	7.918	1.807	10
Obojena metalurgija	5.625	1.946	19
Metalna industrija	2.976	1.523	24
Elektroindustrija	2.866	1.726	34
Hemijska industrija	4.420	2.301	33
Industrija papira	8.133	2.166	21
Tekstilna industrija	2.279	1.342	32
Industrija kože	2.142	1.352	31
Industrija gume	2.082	2.420	77
Prehrambena industrija	3.569	1.427	20
Industrija duvana	3.652	3.892	91

Analiza gornjih ekonomskih indikatora ukazuje na sledeći zaključak:

— da elektroprivreda usled visokog organskog sastava kapitala ima daleko najveću tehničku opremljenost radnika, što je odraz visokog stepena primenjene automatizacije i mehanizovanosti procesa rada naročito u sferi proizvodnje i prenosa električne energije.
— da je uprkos visokoj tehničkoj opremljenosti rada i produktivnosti rada vrednost neto produkta neadekvatna angažovanim društvenim sredstvima, odnosno da u privrednom sistemu naše zemlje ne postoje jedinstvena merila za valorizovanje novostvorene vrednosti rada u industrijskim granama;
— da je stopa akumulacije u elektroprivredi izrazito niska u poređenju prema drugim industrijskim granama;
— da postoji značajna ekonomska neusklađenost u uslovima privređivanja i položaju između pojedinih industrijskih grana, pri čemu je elektroprvreda ta koja se nalazi u položaju da joj se ne obezbeđuju sredstva za normalan ekonomski razvoj i poslovanje.

U kojoj meri postojeća neuklađenost u ekonomskom položaju predstavlja kočnicu za neekonomično privređivanje i razvoj i uslovljava neekvivalentnu razmenu proizvoda na tržištu, dovoljno je ukazati da stopa rasta potreba u električnoj energiji godišnje iznosi oko 14 %, a da u isto vreme stopa akumulacije jedva dostiže 7 %, što znači da pokriva tek 50 % ukupnih potreba u sredstvima za finansiranje proširene reprodukcije ako bi se u celini koristila za te svrhe. S druge strane industrijske grane, koje su uživale povlašćene cene električne energije, kao na primer, specijalni potrošači (karbid, ferolegure, aluminium, željezare, azotare i dr.), ostvaruju stopu akumulacije od 33 % kao što je slučaj sa hemijskom industrijom, ili 19 % kod crne metalurgije i 24 % kod obojene metalurgije, iako je stopa rasta u potrebama sredstava za razvoj proizvodnje ovih proizvoda znatno niža od ostvarene stope akumulacije. Dakle, nedvosmisleno se može zaključiti da se u periodu delovanja starog Zakona elektroprivreda nalazila u ekonomski neravnopravnom položaju, da joj nije priznato pravo na obezbeđenje sredstava za normalno reprodukovanje, već je putem neekonomskih cena električne energije dohodak elektroprivrede prelivan u druge privredne grane, ili se na njen račun subvencionirao razvoj životnog standarda. Sve ovo stvaralo je u robnonovčanim odnosima na tržištu priličnu nestabilnost i nezdrave poslovne odnose, sputavalo delovanje ekonomskih zakona i uticalo na neracionalno poslovanje i otsustvo veće društvene odgovornosti u pogledu sigurnosti kontinuiranog snabdevanja i kvaliteta isporuke.

3. Uslovi privređivanja i ekonomski položaj u periodu primene novog Zakona o elektroprivredi i dejstva mera privredne reforme.

Donošenje novog Zakona o elektroprivredi i njegovom primenom od 1. VIII 1965. godine prestali su da važe propisi koji su dotada regulisali uslove privređivanja i određivali ekonomski položaj elektroprivrede. Među najznačajnije promene u uslovima privređivanja koje je doneo novi Zakon o elektroprivredi svakako spada ukidanje jedinstvenih normativa troškova poslovanja i dohotka i zajedničkog obračuna preko Fonda za manjkove pri ZJE i prelazak na induvidualnu ekonomiju poslovanja. Saglasno izmeni režima prodajnih cena električne energije na prenosu, gde se od jedinstvenih cena prešlo na plafonirane cene, elektroprivredna preduzeća su dužna da u okviru ostvarene realizacije prodaje električne energije ekonomišu sa sredstvima.

Prelazak sa jedinstvenih tarifa na mreži prenosa na plafonirane cene stvorio je različite uslove privređivanja za elektroprivredna proizvodna i prenosna preduzeća na pojedinim područjima Jugoslavije. Elektroprivredna preduzeća koja se bave delatnošću prenosa ukoliko im kalkulativna cena koštanja nabavljene električne energije od elektrane (obračunate na bazi nivoa ostvarenih cena u I polugodištu 1965. godine) prevazilazi prosečnu prodajnu cenu električne energije utvrđenu na bazi najviših tarifnih stavova koje je propisalo Savezno izvršno veće imaju pravo dobijanja regresa za razliku između kalkulativne i prodajne cene za period do 31. XII 1968. godine. Prema tome, u tzv. prelaznom periodu primenjivaće se indirektno normativi troškova poslovanja i dohotka u određivanju nivoa regresa, čiji se nivo menja odnosno snižava tokom 1967. i 1968. godine za po 20 % godišnje. Na ovaj način zadržana je i dalje i ingerencija saveznih organa da elektroprivrednim preduzećima (na području BiH, Makedonije i Srbije) limitiraju nivo dohotka, a time i odrede okvire ekonomskog položaja. S druge strane ona elektroprivredna preduzeća na područjima republika koja imaju pretežno hidro strukturu u proizvodnji električne energije, imaju uslove da ostvare daleko veći iznos dohotka u odnosu na raniji iznos po normativima, odnosno da značajnije poboljšaju svoj ekonomski položaj.

Ekonomski odnosi između proizvodnih i prenosnih preduzeća regulišu se ugovorom slobodno, mada ova sloboda nije u praksi istog stepena za sva proizvodna i prenosna preduzeća, jer dok za proizvodna preduzeća na regresiranim područjima kupoprodajne cene ne mogu biti veće od onih koje su na bazi normativa ostvarene u I polugođu 1965. godine, dotle za preduzeća na ostalim područjima koja ne primaju regres, kupoprodajna cena se može slobodno formirati i na većem nivou. Iz napred izloženog proizlazi zaključak da u prelaznom periodu do 31. XII 1968. godine nisu obezbeđeni svi potrebni ekonomski uslovi za rentabilno poslovanje i poboljšanje ekonomskog položaja jugoslovenske elektroprivrede.

Paralelno sa primenom novog Zakona o elektroprivredi, odnosno tačnije rečeno istovremeno kada se prešlo na njegovu primenu stupile su na snagu i mere privredne reforme. Treba istaći da se već kod izrade plafoniranih cena električne energije pošlo sa sagledavanjem dejstva privredne reforme na položaj elektroprivrednih preduzeća i ukalkulisavanjem ovih efekata u nivo plafoniranih cena. Kod izrade predloga nivoa prodajnih cena električne energije na mreži prenosa pošlo se sa povećanjem normiranih troškova udružene elektroprivrede i to samo kod troškova goriva, kamate na poslovni fond, ličnih dohodaka i sa stopom akumulacije od 6 % za proizvodnju i prenos i 10 % za distribuciju električne energije u procesu za područje Jugoslavije. Na bazi iznetih korekcija normiranih troškova poslovanja i dohodaka proračunata prosečna kalkulativna cena električne energije za područje Jugoslavije iznosila je 10 din/kWh na mreži prenosa napona 110 kV. Na toj osnovi utvrđeni su i najviši prodajni tarifni stavovi za mrežu prenosa. Kod distributivnih preduzeća je na bazi efekata dejstva mera privredne reforme izvršen proračun novih tarifnih stavova, saglasno principima tarifnog sistema za prodaju električne energije koji je počeo da se primenjuje takođe sa 1. VIII 1965. godine. Utvrđeni tarifni stavovi distributivnih preduzeća na prednji način, potvrđeni su od strane Saveznog zavoda za cene kao organa kontrole.

Na kraju ostaje da se razmotri pitanje delovanja mera privredne reforme na ekonomski položaj elektroprivrede. Budući da su mere privredne reforme počele da se primenjuju od avgusta 1965. godine, to su efekti dejstva mera ostvareni u periodu avgust—decembar 1965. godine nedovoljno indikativni da predstave puni odraz dejstva mera privredne reforme. Međutim, i pored njihove nepotpunosti, indikacije koje se zapažaju na nekim ekonomskim pokazateljima ukazuju na pozitivno kretanje i pojavu preobražaja u položaju elektroprivrede i drugih industrijskih grana u periodu posle reforme u odnosu na period pre reforme. Koristeći podatke završnih računa 1965. godine izvršen je proračun ekonomskih pokazatelja posebno za period pre i posle reforme. Pri tome su dobiveni sledeći pokazatelji:

	Stopa neto produkta u %		Stopa dohotka u %	
	Pre reforme	Posle reforme	Pre reforme	Posle reforme
Elektroprivreda	10,5	14,9	8,5	12,9
Ugalj	46,7	57,5	41,2	51,8
Nafta	46,1	44,7	15,5	25,0
Crna metalurgija	20,4	28,3	15,8	24,3
Obojena metalurgija	33,1	52,4	25,5	44,6
Metalna industrija	45,2	60,5	36,5	50,1
Elektroindustrija	45,7	51,9	34,4	40,6
Hemijska industrija	36,9	47,6	24,3	39,8

Stopa dohotka izračunata je prema obimu angažovanih sredstava.

Procenat stope neto produkta i dohotka za 4,4 poena, odnosno za preko 40 % ukazuje na zaključak da je ekonomski položaj elektroprivrede u periodu primene mera privredne reforme u izvesnoj meri poboljšan. U isto vreme, zabeleženo je takođe i poboljšanje ekonomskog položaja i drugih industrijskih grana. Međutim, i dalje ostaje otvoreno pitanje ublažavanja osetnih razlika u ekonomskom položaju između pojedinih industrijskih grana.

Naime, iz gornjeg pregleda podataka može se zaključiti da mere privredne reforme i pored svih želja nisu ozbiljnije uticali na likvidaciju neravnopravnog položaja u kome se nalaze grane delatnosti sa infrastrukturnom delatnošću, odnosno nije bitnije delovala na izjednačavanje uslova privređivanja između pojedinih industrijskih grana i privrednih delatnosti. Prema tome, i nadalje ostaje otvoreno pitanje kada će se uskladiti eko-

EKONOMSKA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Boris Lazić, Beograd

Autor raspravlja o sadržaju, obujmu i funkciji cijene električne energije normalnog razvoja procesa reprodukcije elektroprivrede, o paritetu cijena pojedinih oblika energije i cijena elemenata sredstava proizvodnje. Sistematski su prikazani unutarnji i vanjski utjecajni faktori, od kojih zavise obujam i kvalitet proporcija cijene, zatim teorija planske i dohodne cijene i posljedice administrativno utvrđenih neadekvatnih cijena.

DK 338.532 : 621.3

1. Pod ekonomskom cenom električne energije obično podrazumevamo cenu koja obezbeđuje normalan razvoj procesa reprodukcije elektroprivrede. Pri tome se pod normalnim razvojem procesa reprodukcije podrazumeva podmirenje troškova proste reprodukcije i obezbeđenje sredstava za proširenu reprodukciju.

Cena električne energije treba da bude novčani izraz njene vrednosti. Ona treba da bude novčani izraz opredmećenog rada u jedinici električne energije kao robi.

Pod vrednošću električne energije podrazumevamo vrednost utrošenog minulog i živog rada u procesu reprodukcije kao i novostvoreni deo vrednosti.

Vrednost utrošenog minulog i živog rada u svom cenovnom izrazu treba da obezbedi prostu reprodukciju elektroprivrede. Novostvoreni deo vrednosti u svom cenovnom izrazu treba da obezbedi proširenu reprodukciju vrednosti.

S druge strane, cena električne energije mora da bude u odgovarajućem paritetu s drugim izvorima energije na energetskom tržištu, odnosno da se kreće u okvirima delovanja zakona ponude i potražnje na energetskom tržištu.

Cena električne energije treba da se formira u okviru društvene politike i režima cena. Društvo treba da posveti posebnu pažnju politici cene električne energije kao ceni koja reguliše odnos grane infrastrukture prema nacionalnom dohotku.

Cena električne energije treba da obezbedi što pravilnije učešće elektroprivrede u nacionalnom dohotku sprovođenjem principa raspodele prema društvenom korisnom radu. Ona treba da bude tako formirana da podstiče ekonomiku elektroprivrede i da stvori uslove za optimalan razvoj elektroprivrede.

2. Elemente koji utiču na visinu cene električne energije možemo svrstati u sledeće grupe:

— kvalitet angažovanja u procesu reprodukcije elektroprivrede;
— kvalitet efikasnosti korištenja angažovanih sredstava u procesu reprodukcije elektroprivrede;
— uslovi energetskog tržišta;
— društvena politika i režim cena.

Kvalitet angažovanja i efikasnosti sredstava predstavljaju elemente ekonomike elektroprivrede. Društvena politika i režim cena rezultat je ekonomike društva. Ove dve ekonomike izmiruju svoje suprotnosti na energetskom tržištu kroz konkretizovanu cenu električne energije. Ako suprotnosti ove dve ekonomike nisu izmirene kroz cenu električne energije na energetskom tržištu, onda nije obezbeđena optimalna alokacija sredstava novostvorene vrednosti u oblasti energetike što normalno dovodi do narušavanja stabilnosti energetskog bilansa društva u celini.

3. Pod kvalitetom angažovanja sredstava u procesu reprodukcije elektroprivrede podrazumevamo, pre svega, kvalitet investicione politike u izboru lokacije i tehnologije elektroenergetskih postrojenja.

Izbor lokacije i tehnologije proizvodnih elektroenergetskih kapaciteta predodređen je prirodnim energetskim potencijalom.

Nekvalitetna investiciona politika izgradnje elektroenergetskih objekata direktno utiče na nivo cene električne energije i smanjuje akumulativnost elektroprivrede.

Nekvalitetna investiciona politika se odražava u nepotrebno većem angažovanju sredstava u proces reprodukcije što povlači za sobom nepotrebno povećanje troškova reprodukcije elektroprivrede.

---

nomski položaj i snaga elektroprivrede gledano sa aspekta njene akumulativnosti i uslova finansiranja proširene reprodukcije sa njenim društvenim obavezama u pogledu obezbeđenja kontinuiranog i kvalitetnog snabdevanja potrošača električne energije na mreži visokog i niskog napona. Sve dok se ovaj problem ozbiljnije ne sagleda i ne reši elektroprivreda će se nalaziti u položaju da ne može garantovati potrošačima normalno snabdevanje električnom energijom u traženom volumenu, niti obezbediti propisani kvalitet, a ekonomika privređivanja ove delatnosti neće se moći osloboditi administrativnog uplivisanja državnih organa i tretiranja javne delatnosti, tako da neće moći doći do izražaja delovanje ekonomskih zakona, kao što je to slučaj kod delatnosti kod kojih tržište određuje vrednost i cenu proizvoda.

Naslov pisca: Dr Milan Đurić, dipl. ek.
Beograd, Maršala Tita 4

Kvalitetnu investicionu politiku mogu karakterizirati sledeći elementi:

— optimalno korištenje prirodnog energetskog potencijala;
— što moguće manje angažovanje sredstava u izgradnji;
— što moguće duži vek fizičkog korištenja postrojenja u okviru granica rentabiliteta;
— optimalna prilagođenost postrojenja neravnomernim potrebama društva za električnom energijom.

Investiciona politika izgradnje elektroenergetskih postrojenja predstavlja, svakako, jedan od najvažnijih elemenata koji utiču na nivo cene električne energije. Pri tome treba imati u vidu da financijske vrednosti nekvalitetne investicione politike ne bi trebale biti element ekonomske cene električne energije.

Na tržištu energetike, gde dejstvuje cena električne energije i gde se izmiruju suprotnosti ekonomike elektroprivrede i društva, finansijske vrednosti nekvalitetne investicione politike bi trebalo izlučivati.

4. Pod kvalitetnom efikasnosti korištenja angažovanih sredstava u procesu reprodukcije elektroprivrede podrazumevamo produktivnost, ekonomičnost i rentabilnost privređivanja elektroprivrede.

Kvalitet efikasnosti poslovanja elektroprivrede u znatnoj meri je uslovljen kvalitetom angažovanja sredstava. Dalja efikasnost poslovanja se kreće u tim granicama.

Elektroprivredna preduzeća posluju kao samostalne privredne organizacije što znači da svojim sopstvenim prihodima treba da pokriju svoje troškove reprodukcije.

U današnjim uslovima privređivanja elektroprivreda ne pokriva svoje troškove reprodukcije i društvo se nalazi u situaciji da mora intervenisati. Međutim, smatra se da pitanje obezbeđenja sredstava reprodukcije (i proširene) sve više mora da bude stvar same elektroprivrede. Rešenje ovog pitanja je svakako u ceni električne energije.

Znači da od visine troškova reprodukcije zavisi i cena električne energije, odnosno visina troškova reprodukcije je identična sa ukupnom vrednošću proizvodnje elektroprivrede.

$$Tr = V$$

Tr = troškovi reprodukcije
V = vrednost

Ukupnu vrednost proizvodnje čine vrednost minulog rada, vrednost živog rada i novostvorena vrednost.

$$V = Vrm + Vrž + Vn$$

Dok elementi minulog i živog rada ($Vrm + Vrž$) predstavljaju utroške proste reprodukcije elemenat novostvorena vrednost (Vn) predstavlja deo vrednosti proizvodnje koja obezbeđuje proširenu reprodukciju i porast životnog standarda elektroprivrede.

Povećanje produktivnosti, ekonomičnosti i rentabilnosti (efikasnost poslovanja) smanjuje utroške minulog i živog rada, ali ne smanjuje vrednost proizvodnje već povećava novostvorenu vrednost.

Ako je vrednost proizvodnje društveno izmerena i priznata vrednost koja je našla svoj odraz u određenoj visini cene električne energije, onda možemo zaključiti da efikasnost poslovanja ne utiče na cenu već na visinu novostvorene vrednosti.

Međutim, ako je cena električne energije zbir troškova proste reprodukcije u datom momentu i potrebne visine akumulacije za razvoj elektroprivrede u okviru određene kreditne politike, onda povećana efikasnost privređivanja utiče na visinu cene električne energije jer smanjuje zbir troškova reprodukcije.

Iz ovoga se može zaključiti da društveno izmerena i priznata vrednost proizvodnje elektroprivrede ne mora da bude identična sa troškovima reprodukcije. Isto tako možemo zaključiti da današnji nivo cena električne energije nije identičan sa troškovima reprodukcije elektroprivrede jer postoji intervencija društva (dotacija) kao i da nije identičan sa vrednošću proizvodnje, jer povećanje efikasnosti privređivanja smanjuje intervenciju društva, a ne povećava akumulativnost elektroprivrede.

Cena električne energije je očigledno oblast gde društvo, u okviru opšte politike cena, nije našlo optimalna rešenja.

5. Na visinu troškova reprodukcije elektroprivrede utiču spoljni i unutrašnji faktori.

Pod spoljnim faktorima podrazumevamo uticaj cena sredstava za proizvodnju (1), obaveza prema društvenoj zajednici (2) i kreditne politike društvene zajednice (3).

Elektroprivreda kupuje sredstva za proizvodnju (predmeti rada i sredstva rada) na tržištu gde se u okviru društvene politike cena formiraju i njihove cene. Od ovih cena zavisna je i visina angažovanja sredstava u procesu reprodukcije. Što su ove cene više, veće je i angažovanje sredstava što uslovljava i veće troškove reprodukcije.

Ako se želi, jednom određeni nivo cena električne energije sačuvati od uticaja tržišnih cena, bilo bi potrebno u režim cena električne energije uvesti mehanizam prilagođavanja cene električne energije tržnim kretanjima cena sredstava za proizvodnju. Imajući u vidu da je elektroprivreda temeljna grana privrede, potrebno je sačuvati projektovan obim njene reprodukcije. To je jedino moguće postići uvođenjem u režim cena električne energije mehanizam prilagođavanja tržnim cenama.

Visina obaveza prema društvenoj zajednici takođe utiče na nivo cene električne energije. U današnjem periodu aktivne deetatizacije ove obaveze treba da budu smanjene.

Pod troškovima reprodukcije podrazumevamo i potrebnu visinu sredstava za proširenu reprodukciju u elektroprivredi. Visina ovih sredstava

zavisna je od razvoja potrošnje električne energije (1), racionalnog korištenja postojećih elektroenergetskih kapaciteta (2) i kreditne politike društvene zajednice (3).

Razvoj potrošnje električne energije zavisi od intenziteta privrednog razvoja zemlje (1), intenziteta porasta standarda društva (2) i od visine cene električne energije (3). Ukoliko je cena električne energije niska i u disparitetu sa cenama drugih energetskih izvora, razvoj potrošnje električne energije će biti intenzivniji. Tu intenzivnost ne treba smatrati pozitivnom pojavom jer ona nije posledica realnog porasta društvenog standarda već fiktivno niske cene električne energije. Izvesno je da će društvo naknadno trpeti posledice ovakve fiktivne intenzivnosti potrošnje električne energije.

Racionalno korišćenje elektroenergetskih postrojenja omogućava da se sa manje angažovanih sredstava u reprodukciji pokriju veće potrebe društva za električnom energijom. Neracionalno korišćenje elektroenergetskih postrojenja uslovljava veće angažovanje sredstava (sredstava za proširenu reprodukciju) za zadovoljenje istih potreba društva za električnom energijom. Racionalnost korišćenja kapaciteta dominantno uslovljavaju sami potrošači električne energije svojim režimom njenog korištenja u toku dana i toku godine. Solidnim tarifskim sistemom cena električne energije elektroprivreda može uticati na režim potrošnje električne energije i usklađivati je sa principima racionalnog korišćenja kapaciteta.

Visina potrebnih sredstava za proširenu reprodukciju zavisna je i od kreditne politike koju vodi društvena zajednica. Ukoliko se kreditima obezbeđuju sredstva za proširenu reprodukciju, onda se visina sredstava koja treba da se obezbede kroz cenu električne energije svodi na visinu otplata i kamata na kredite. Ukoliko se proširena reprodukcija delimično ili uopšte ne finansira kreditima onda je potrebno kroz cenu električne energije obezbediti potrebna sredstva.

U poslednje vreme se naglašava da pitanje proširene reprodukcije (i reprodukcije uopšte) sve više treba da bude stvar same elektroprivrede. Formalno posmatrano, to je pitanje cene električne energije. Ako društvo prizna elektroprivredi takvu cenu koja pokriva planiran obim reprodukcije, onda je stvar proširenja obima reprodukcije elektroprivrede za društvo okončana i postaje »stvar« elektroprivrede. Međutim, baš u tom aktu priznavanja odgovarajuće cene električne energije je ceo problem a to nije samo »stvar« elektroprivrede.

Deo cene električne energije namenjen za proširenu reprodukciju u elektroprivredi nema onaj karakter koji ima u klasičnom industrijskom poduzeću. Ova posebna karakteristika proizlazi iz karakteristika proširene reprodukcije u elektroprivredi gde ona prestaje biti volja ili politika kolektiva elektroprivrednog preduzeća ili elektroprivrede kao asocijacije neposrednih proizvođača, već postaje imperativni zahtev društva.

Ova osobenost proširene reprodukcije u elektroprivredi proizlazi iz osobenosti električne energije kao robe.

Klasičan robni proizvođač u ceni kao novčanom izrazu vrednosti njegovog rada vidi mogućnost realizacije svog uloženog rada u obliku dohotka. Prema tome, robna proizvodnja je primarna proizvodnja zbog dohotka.

Postavlja se pitanje da li je elektroprivreda primarno zainteresovana za proizvodnju zbog dohotka ili za zadovoljenje društvenih potreba za električnom energijom, pa tek kroz to za proizvodnju zbog dohotka.

Električna energija kao roba sve više dobija specifična obeležja u tom smislu što postaje sve više neophodan preduslov za normalnu egzistenciju društva. Ona postaje sve više »javno dobro« i dobija veći društveni karakter od drugih roba.

U takvoj situaciji elektroprivreda je društveno prinuđena da svoju zainteresiranost usmeri ka podmirenju društvenih potreba za električnom energijom a sam njen interes za dohotkom društveno se potiskuje u njenu sekundarnu zainteresovanost.

Ako je tako, postavlja se pitanje koliko je proizvodnja električne energije zadržala u sebi svojstva klasične robne proizvodnje kad znamo da je robna proizvodnja, pre svega, proizvodnja zbog dohotka.

Ovako objašnjena ekonomska cena električne energije ne može biti prepuštena zakonima energetskog tržišta ili samoj elektroprivredi, već treba da bude posebno poglavlje društvene politike i režima cene.

6. Pod unutarnjim faktorima koji utiču na visinu troškova reprodukcije a time i na cenu električne energije podrazumevamo stepen efikasnosti poslovanja (1) i visinu zarada radnika (2).

Povećanje efikasnosti poslovanja elektroprivreda postiže uštedama na svim elementima procesa reprodukcije.

Cena električne energije, kao jedini izvor dohotka elektroprivrede, predodređuje i visinu zarada radnika.

Ekonomska cena električne energije treba da obezbedi takvu visinu zarada radnika koja je ekvivalentna principima nagrađivanja prema radu. Obzirom na to da se cena električne energije određuje relativno administrativnim putem, njena akumulativnost ne mora da se kreće u bilo kakvoj srazmeri sa produktivnošću živog rada. To je normalno smetnja da se radniku u elektroprivredi obezbedi nagrađivanje prema radu.

Ekonomska cena električne energije je nužan preduslov da bi se omogućilo nagrađivanje radnika prema radu.

7. Energetsko tržište je takođe elemenat koji utiče ili treba da utiče na cenu električne energije.

Pod pojmom tržište, u užem smislu, podrazumevamo mesto gde se vrši razmena robe za no-

vac. U širem smislu to je svako povezivanje ponude i potražnje u cilju razmene bez obzira na način i mesto povezivanja.

U robno-novčanoj privredi (takva je i naša privreda) zadatak je tržišta da poveže kupca i proizvođača pri čemu se određuje vrsta, količina i cena robe. Ukoliko neke robe ima na tržištu u većim količinama nego što je to potrebno (veća ponuda od potražnje) cena toj robi će opadati. Ukoliko neke robe ima manje na tržištu nego što je to potrebno (manja ponuda od potražnje) cena toj robi će rasti.

Cene formirane na tržištu nisu uslovljene troškovima proizvodnje. Bez obzira na troškove proizvodnje neke robe, ako je ima na tržištu više nego što je to potrebno, njena cena može biti niža od troškova proizvodnje.

Sa stanovišta načina formiranja cena na tržištu razlikujemo konkurentno (1) i monopolističko tržište (2).

Na konkurentnom tržištu ima mnoštvo kupaca i prodavača, tako da niko od njih ne može pojedinačno uticati na cenu robe.

Pod monopolističkim tržištem smatra se tržište gde samo jedan proizvođač prodaje neku robu i tako može uticati na cenu te robe.

Monopol se može pojaviti samo u slučaju ako su robe drugih proizvođača u suštini potpuno različite od roba proizvođača koji ima monopol.

Postavlja se pitanje da li je električna energija roba u monopolu.

Potrošača električne energije interesuje ova energija kroz krajnji efekat koji se njome želi postići. To može biti svetlo, toplota, mehanički rad i hemijsko delovanje. Međutim, ovi se efekti mogu postići i drugim izvorima energije (ugalj, nafta, koks, zemni plin i sl.). Ova zamena može biti vrlo efikasna pa možemo zaključiti da električna energija nije roba u klasičnom monopolu. Elektroprivreda nema monopol ni na proizvodnji električne energije (industrijske elektrane), pa čak ni u prenosu i razvodu električne energije (transformatorske stanice i vodovi u svojini potrošača).

Električna energija mora svojom cenom da podnese konkurenciju cena drugih izvora energije na energetskom tržištu.

Tržište energije treba da ima znatan uticaj na cenu električne energije u tom smislu što ona mora biti u paritetu sa cenom ostalih izvora energije.

Cene električne energije su pod kontrolom društvene zajednice. Naše je mišljenje da će one i dalje morati biti kontrolisane interesima društva. Međutim, nefleksibilnost društvene intervencije u oblasti cena električne energije dovodi do poremećaja na energetskom tržištu, pa i do poremećaja u energetskom bilansu.

Kriterijume za usklađivanje cene električne energije sa drugim izvorima energije treba tražiti u promenama materijalne strukture na tržištu energije i celokupnoj politici razvoja proizvodnih snaga društva.

Na tržištu energetike dejstvuje i zakon maksimalno moguće cene električne energije. Pored nužnog pariteta cene električne energije sa cenama drugih izvora energije ona mora da se kreće u okvirima kupovne moći potrošača električne energije. Gornju granicu cene nazivamo maksimalno mogućom cenom električne energije. Prekoračenje ove cene izazvalo bi neželjeno opadanje potrošnje električne energije što povlači sa sobom neracionalno korištenje elektroenergetskih kapaciteta i dalju nužnost povećanja cene električne energije.

8. Politika cena ima za cilj plansko usmeravanje društvene proizvodnje i potrošnje. Solidnost društvene politike cena se ogleda u stabilnosti tržišta.

Društvo treba politici cena električne energije da posveti posebnu pažnju i ona treba da postane osnovni elemenat planskog usaglašavanja razvoja elektroprivrede sa razvojem privrednih potencijala i društvenog standarda.

Cene su oblast kojom se usklađuje dejstvo tržišta i dejstvo plana. Politika cena ima za cilj da obezbedi plansko usmeravanje i tako ograniči stihijnost tržišta.

Režim cene je funkcija politike cena i tržnih uslova u kojima se cene formiraju. On mora polaziti od jasno formirane politike cena čiji je osnovni cilj stabilizacija cena i treba da bude sastavni deo privrednog sistema zemlje.

Režim cena električne energije uslovljen je opštom politikom cena i situacijom na energetskom tržištu.

Režim cena električne energije, kao funkcija politike cena, treba da bude trajan i fleksibilan mehanizam planskog usmeravanja razvoja elektroprivrede.

Trajnost režima cene električne energije treba da omogući dugoročno planiranje cene električne energije, a time i postavljanje dugoročne politike razvoja elektroprivrede.

Fleksibilnost režima cene električne energije pretpostavlja njegovu prilagodivost stanju na energetskom tržištu. Ova fleksibilnost treba da obezbedi ostvarenje dugoročnih planova razvoja neutraliziranjem eventualnog stihijskog dejstva tržišta.

Nemogućno je stabilizovati cene električne energije ukoliko nisu stabilizovane cene ostalih izvora energije i cene elemenata reprodukcije.

Režim cena električne energije nije administrativna dogma, već ekonomski instrumenat u rukama društva.

9. Ekonomska literatura drugačije tretira pojam ekonomske cene. Pod ekonomskim cenama smatraju se »slobodne« cene, odnosno cene koje se formiraju preko tržišta. Pri tome se pretpostavlja da se na tržištu manifestuju svi ekonomski činioci cene. Ekonomskoj ceni je suprotstavljena tzv. administrativna cena, odnosno cena koja se administrativno određuje i koja može zanemariti dejstvo ekonomskih činilaca cene da bi se postigli neki drugi društveni ciljevi.

Ekonomska lteratura tretira pitanje ekonomske cene sa aspekta robno novčanih bslova privređivanja gde se roba, prvenstveno, proizvodi zbog dohotka. Otuda, po našem mišljenju i razlika u tretiranju ekonomske cene električne energije, jer je viši društveni karakter proizvodnje električne energije stavio u drugi plan proizvodnju dohotka i nadredio elektroprivredi društvenu potrebu za električnom energijom.

10. U socijalističkoj ekonomskoj literaturi vrlo je obimno tretirano pitanje cena. Glavno pitanje koje je obrađivano svodi se na tretiranje delovanja zakona tržišta i u okvirima socijalističkog načina privređivanja. U želji da se privredna inicijativa oslobodi delovanja zakona tržišta smatralo se da cena, pre svega, mora da bude planski regulativ privrednog razvoja bez obzira na zahteve tržišta. Tako imamo pojavu tzv. »planskih cena«.

Međutim, činjenica da je i socijalistička proizvodnja robna proizvodnja dovodi do nužnosti oslobađanja ekonomskih zakonitosti i sve intenzivnijeg uticaja tržišnog mehanizma u oblasti formiranja cena.

Naročito u našoj praksi gde socijalističko preduzeće (kolektiv) kao robni proizvođač posluje na principima zakona dohotka i vrši raspodelu prema radu, administrativne cene nisu mogle predstavljati solidan ekonomski mehanizam primarne raspodele nacionalnog dohotka. U suštini jak uticaj administrativnih elemenata na formiranje cena predstavlja jedan od najsloženijih nerešenih pitanja privrednog sistema ne samo naše zemjle već svih socijalističkih zemalja.

U socijalističkoj ekonomskoj literaturi imamo čitav niz teorija formiranja ekonomskih cena (pravednih cena, normalnih cena) koje, svaka za sebe, pretpostavljaju u suštini neki mehanizam kojim se pokušava rešiti ovaj problem.

Međutim, svi ti mehanizmi ni teoretski ne mogu biti tako sveobuhvatni da bi uključili sve elemente koji utiču na cene. U jugoslovenskoj praksi se danas aktivno tretira pitanje teorije dohodne cene. Po toj teoriji cene bi se sastojale od materijalnih troškova proizvodnje i dohotka a formirale bi se tako da u svim granama odnos dohotka i angažovanih sredstava bude podjednak. Drugim rečima, umesto na osnovu prosečne profitne stope (Marxova cena proizvodnje) cena bi se formirala na osnovu procesne dohodne stope. Ne ulazeći u analizu ove teorije, slobodno možemo zaključiti da njen mehanizam ne obezbeđuje cenu električne energije koju nazivamo ekonomskom cenom.

Oblast cena predstavlja rezultantu celokupnog privrednog, društvenog i političkog zbivanja u jednoj zemlji i stoga je nemogućno pitanje cene rešavati ni po najsloženijim obrascima.

I u kapitalističkom privrednom sistemu se došlo do saznanja da ekonomska (normalna) cena treba da bude rezultat stalnog poslovnog posmatranja i planiranja.

Ako se ima u vidu da je oblast cena oblast primarne raspodele nacionalnog dohotka, onda je jasno da cene postaju kategorija planskog razvoja privrednih grupacija pa čak i čitave privrede.

Ekonomska cena električne energije mora da bude rezultat planiranog rasta elektroprivrede, a ne posledica dosadašnjeg stanja.

11. Iznete hipoteze o elementima koji utiču na visinu cene električne energije pružaju jasniju sliku kategorije »ekonomska cena električne energije«.

Sa jedne strane elektroprivreda kao grana infrastrukture izražava tendenciju »građenja« cene električne energije na osnovu elemenata reprodukcije, a u okviru postojećeg kvaliteta angažovanja i efikasnosti korištenja sredstava reprodukcije.

Sa druge strane dejstvuju zakoni energetskog tržišta koji uslovljavaju paritetne cene električne energije u okviru maksimalno moguće cene električne energije.

Društvena poltika cena treba putem izabranog režima cena da izmiri ove suprotnosti kroz cenu koju možemo nazvati ekonomskom cenom električne energije.

Stoga možemo zaključiti da pojam ekonomske cene električne energije nije kategorija koja bi se mogla determinisano definisati.

To je ekonomska kategorija koja u svojoj osnovi ima za cilj obezbeđenje optimalnog razvoja elektrprivrede u skladu sa opštim razvojem proizvodnih snaga društva.

Literatura

1. BAJT A.: *Normalna cena u našoj privredi«;* materijal savetovanja sekcije za naučni rad, Sarajevo 1964. g.
2. DAVIDOVIĆ R.: *»Cena kao faktor društvene reprodukcije«;* materijal savetovanja sekcije za naučni rad, Sarajevo, 1964. g.
3. FEÖCZE D.: *»Položaj i svojstva elektroprivrede u sastavu društvene proizvodnje«;* Energija, Zagreb, 11-12/59
4. KOMNENIĆ N.: *»Problemi sistema cena«;* materijal *racionalnog korištenja elektroenergetskih kapaciteta«;* doktorska disertacija — Beograd 1964. g.
5. KUKOLEČA S.: *»Problemi sistema cena«; materijal* savetovanja sekcije za naučni rad, Sarajevo 1964. g.
6. MARKULJ M.: *»Ekonomski položaj djelatnosti distribucije električne energije u novim uvjetima privređivanja«;* referat sa Savjetovanja elektrodistribucije — Beograd, 1965. g.
7. TADIĆ A.: *»Cena električne energije«;* izdanje: Stručno udruženje preduzeća za distribuciju električne energije Srbije — Beograd, 1959. g.

Naslov pisca: Boris Lazić, dipl. ek. Elektrodistribucija«, Beograd, Masarikova ul. 1 — 3.

ANGAŽIRANJE GENERATORA U HIDRO I TERMO ELEKTRANAMA U SVRHU EKONOMIČNE PROIZVODNJE JALOVE ENERGIJE

Tomislav Pavlović, Zagreb

U području sjeverozapadne Hrvatske naponske prilike u mreži 110 kV često su slabe, pa se osjeća manjak jalove energije. U članku su izneseni prijedlozi kako da se neke elektrane upotrijebe u određenim prilikama kao izvori jalove energije i time popravi napon i smanje gubici.

DK 621.313.12.004

Uvod

Još uvijek prilično veliki prirast potrošnje električne energije koji u našoj zemlji iznosi oko 10 do 12% godišnje, nameće cijeli niz problema vezanih uz normalnu opskrbu električnom energijom. I dok s jedne strane djelomično uspijevamo zadovoljiti potrebe mreže energijom izgradnjom sve većih i suvremenije opremljeih izvora, nismo u mogućnosti da proizvedenoj električnoj energiji osiguramo onaj kvalitet koji od nas zahtijeva potrošač, tj. da je ta energija isporučena uz nominalnu frekvenciju od 50 Hz, uz traženi nivo napona i da je osigurana trajna opskrba potrošača.

Za ispunjenje prvog uvjeta potrebno je imati na raspolaganju dovoljno izvora radne energije, koji mogu biti instalirani ili u termo ili u hidroelektranama. Za ispunjenje drugog uvjeta potrebno je imati izvore jalove energije, koji mogu biti: rotacioni kompenzatori, statički kondenzatori ili generatori u elektranama, a za ispunjene trećeg uvjeta potrebno je dovoljno vodova visokog napona.

Budući da se ovim člankom namjerava obraditi problematika održavanja kvalitetnog napona u sistemu, zadržat ćemo se detaljnije na tretiranju izvora jalove energije, od kojih jedino i ovisi ispunjenje ovog uvjeta.

Utjecaj naponskih prilika na gubitke u prijenosu električne energije

Đulovi gubici u nekom vodu rastu s kvadratnom potencijom struje.

$$\Delta P = I^2 R$$

Želimo li na naponskom nivou 110 kV prenijeti neku snagu možemo to postići naponom 120 kV ili 100 kV, jer i jedan i drugi napon zadovoljavaju traženi uvjet o potrebnoj kvaliteti napona, tj. oba se ova napona nalaze unutar područja naponskog nivoa 110 kV. S gubicima međutim stvar stoji bitno drukčije, što nam jasno ilustrira slijedeći primjer:

Želimo li prenijeti određenu snagu P kod graničnih napona dozvoljenih za neki naponski nivo U_n koji variraju npr. između U_1 i U_2, možemo to postići bilo da vrijedi odnos $P = U_1 I_1$, bilo $P = U_2 I_2$. Iz toga slijedi:

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \qquad I_2 = \frac{U_1}{U_2} \cdot I_1$$

Ako gubitke u mreži kod prijenosa određene snage uz napon 100 kV označimo indeksom 100, onda će gubici kod prijenosa te iste snage uz napon 120 kV iznositi:

$$\Delta P = 100\,\% \cdot \left(\frac{100}{120}\right) = 100\,\% \cdot 0{,}69 = 69\,\%$$

Iz gornjega primjera se vidi da će povećanjem napona za 20 kV gubici u prijenosu električne energije pasti za 31%. Prema tome iako smo ostali u granicama naponskog nivoa, mi smo time znatno utjecali na smanjenje gubitaka pri prijenosu električne energije. Ito vrijedi i za aponski nivo 220 kV. Postavlja se sada pitanje zašto ne održavati stalno viši naponski nivo kada je to ekonomično, a tehnički je dopušteno. Najprije ćemo razmotriti tehnički problem održavanja i regulacije napona uzevši u obzir strukturu potrošnje električne energije, kao i mogućnost proizvodnje jalove energije.

Struktura potrošnje električne energije

Potrošače električne energije možemo podijeliti na dvije glavne grupe i to: potrošače koji praktički troše samo radnu energiju (npr. termički potrošači) i potrošači koji troše kombinirano radnu i jalovu energiju. Ove dvije vrste potrošača čine praktički najveći dio potrošnje električne enegije, ma da se druga grupa javlja u različitim modifikacijama, već prema veličini udjela jedne i druge vrste energije. Jalovu energiju ova posljednja vrsta potrošača treba za magnetiziranje željezne jezgre, a količina te energije ovisna je o naponu u mreži. Ako je napon viši, za magnetiziranje željezne jezgre bit će potrebna veća struja magnetiziranja, odnosno trebat će i više jalove energije i obratno, ako je napon potrošača niži, trebat će i manje jalove energije, kao što je to vidljivo iz dijagrama magnetiziranja željeza prikazanog u slici 1. S druge strane, ako je napon niži, za prijenos iste snage bit će potrebna veća struja, pa će i gubici prijenosa biti veći.

Izvori jalove energije u mreži

Kao moguće izvore jalove energije u mreži treba u prvom redu uzeti generatore u elektraama, koji jalovu energiju proizvode uz proizvodnju radne energije, zatim sinhrone kompenzatore kao čiste proizvođače jalove energije, sinhrone motore, koji uz potrošnju radne energije mogu u mrežu dati jalovu energiju, nadalje statičke kondenzatore,

koji su kao i sinhroni kompenzatori također proizvođači čiste jalove energije. Kao proizvođač jalove energije pojavljuje se i sama mreža visokog napona za vrijeme opterećenja ispod prirodne snage prijenosa. Kao posljednju grupu imamo i generatore u elektranama, koji uz stanovite uvjete mogu da rade kao čisti sinhroni kompenzatori. O ovoj grupi mogućih izvora jalove energije bilo je već diskutirano i na zadnjem zasjedanju nacionalnog komiteta CIGRE u Mostaru. Tom je prilikom data i preporuka da se ispita tehničko-ekonomsko opravdanje iskorištenja generatora, koji su za elektroprivredu prestali da budu interesantni kao izvori ativne snage.

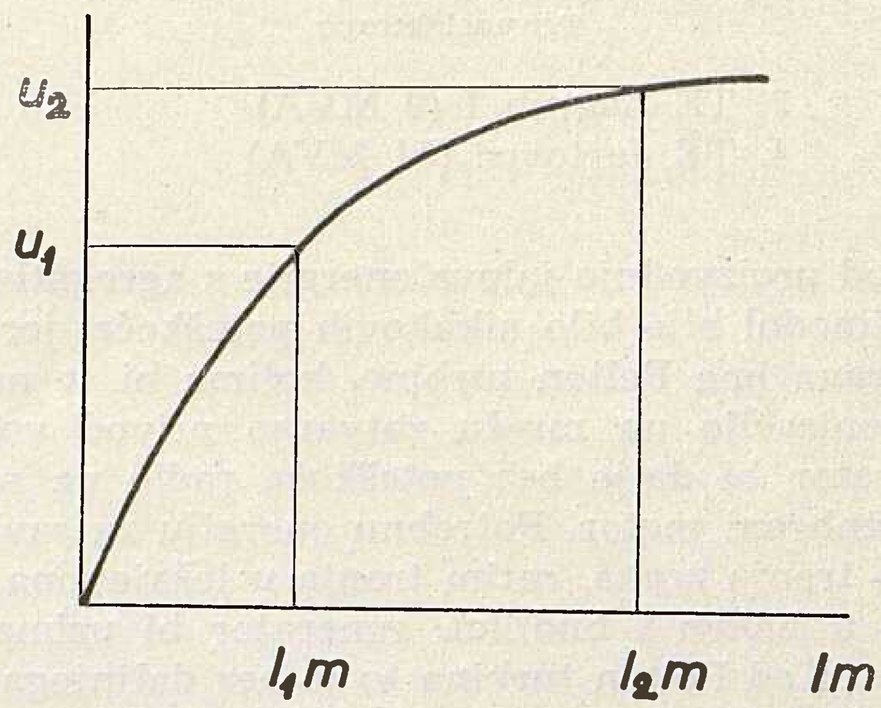
Kao što vlada stalna ravnoteža između proizvodnje i potrošnje radne energije u nekom sistemu, tako isto vlada i stalna ravnoteža između proizvodnje i potrošnje jalove energije. Ako u prvom slučaju nismo u stanju održavati ravnotežu, doći će do pada ili porasta frekvencije u mreži i ravnoteža između proizvodnje i potrošnje električne energije bit će uspostavljena na nekom drugom nivou, višem ili nižem od 50 Hz. Isto vrijedi i za jalovu energiju, samo je ovdje u igri napon u našem slučaju na nivou 110 i 220 kV.

Da promjenom napona u mreži 110 kV potrošači na niskom naponu ne bi bili oštećeni, ovakove se varijacije napona korigiraju pomoću regulacionih transformatora 110/30/35 kV, pa ih potrošač na napoima reda 35 kV i nižim u većini slučajeva uopće ne osjeti. Međutim u slučaju loših naponskih prilika u sistemu (napon ispod 100 kV), dolazi do uspostavljanja naponske ravnoteže na nekom drugom naponskom nivou, gdje svi potrošači, koji troše jalovu energiju (svi transformatori i motori) uzimaju manje jalove energije, a zbog nižeg napona automatski se reduciraju i svi potrošači radne energije, pa na takav način pridonose samoodržanju mreže. U slučaju veće proizvodnje jalove energije u sistemu od one momentano potrebne za nominalni naponski nivo, doći će do porasta napona i kod potrošača, koji će radi toga trošiti više jalove (a termički potrošači i više radne) energije, pa će opet pomoći uspostavljanju ravnoteže proizvodnje i potrošnje u sistemu.

Gornje je razmatranje djelomično pružilo odgovor na pitanje zašto nismo u stanju, ako na raspolaganju nemamo dovoljno izvora jalove energije, održati u mreži onaj napon, koji bi u pogledu gubitka u mreži bio optimalan.

Tarifna politika i izgradnja izvora jalove energije

Problematici kompenzacije kod potrošača do sada se pristupalo s premalo faktora kojima se je moglo nešto konkretno poduzeti, jer je tarifna politika za jalovu energiju bila takova da potrošača nije stimulirala da svoje potrebe u jalovoj energiji zadovolji na mjestu potrošnje ugradnjom vlastitih kompenzatora. Tek odnedavno je faktor snage (cos fi) ispod kojeg se jalova energija plaća, podignut od 0,8 na 0,9. U većini drugih zemalja granica cos fi ispod kojeg se plaća preuzeta jalova energija



Slika 1.

iznosi 0,95, a cijena 1 kVAhr iznosi i do 30% od cijene za 1 kWh. Za sada tj. do 1. I 1969. godine nema izgleda da bi se cijena jalove energije mogla mijenjati, jer su najveći tarifni stavovi za električnu energiju propisani uredbom koja je na snazi, kako je prije spomenuto do 21. 12. 1968. godine. Međutim prestankom važenja gornje uredbe, cijena jalove energije morat će se korigirati na iznos koji će potrošača stimulirati da sam ugrađuje kompenzatore. Osim što će samom potrošaču donijeti koristi, jer neće trebati plaćati jalovu energiju, potrošač će imati i znatno bolje naponske prilike, a sama će mreža biti rasterećena, pa će i gubici prijenosa biti manji, odnosno, uz pretpostavku istih gubitaka, povećat će se prijenosna moć mreže.

Danas međutim kao posljedicu dugogodišnjeg krivog kretanja problema izvora i kompenzacije jalove energije imamo prilično nesređeno stanje, a s tim u vezi i lošu naponsku situaciju u mreži. Ta je situacija toliko loša, da nas često prisiljava na vrlo neekonomični pogon nekih hidro i termoelektrana.

Proizvodnja jalove energije generatorima termo i hidroelektrana

Navedene poteškoće u vezi održanja što boljih naponskih prilika u mreži 110 kV često nas prisiljavaju da bez obzira na cijenu, potrebe jalove energije pokušamo podmiriti iz manje angažiranih hidro i termoelektrana, dajući pri tome generatorima (radi štednje vode ili nemogućnosti plasmana energije iz termoelektrana) takav vozni red, da uz što manje radne proizvedu što više jalove energije. Međutim, iako se je ovako zadanim voznim redom pojedinoj elektrani, nastojalo štedjeti, ipak se ovakovim načinom pogona izazivalo prilično veliko rasipanje, jer je sprovođeni vozni red agregata bio daleko od optimalnog, a nije postojao drugi način da se dođe do neophodno potrebne jalove energije.

Elektrane koje su u Hrvatskoj upotrebljavane za proizvodnju jalove energije, a bez većih potreba za radnom energijom su slijedeće:

Hidroelektrane

1. HE Vinodol (90 MVA)
2. HE Gojak (60 MVA)

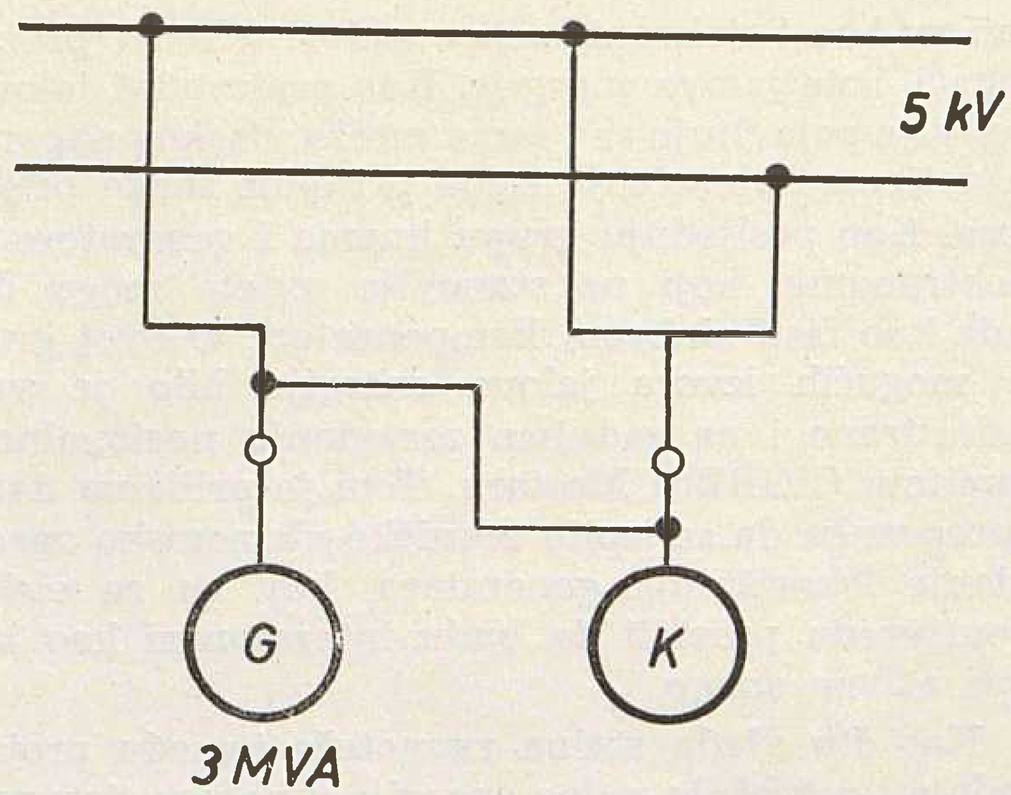
3. TE Zagreb I (9 MVA)
4. TE Jertovec (54 MVA)

Kod proizvodnje jalove energije s agregatima u HE Vinodol nije bilo nikakovih poteškoća, jer ova elektrana ima Pelton turbine, kojima bi se nakon sinhronizacije na mrežu zatvarao privod vode i generator bi dalje bez poteškoća radio na mreži kao sinhroni motor. Potrebnu energiju za savlađivanje trenja zraka, zatim trenja u ležajevima, gubitke u bakru i budilici, generator bi uzimao iz mreže. Kod Pelton turbina to je bez daljnjega bilo moguće provesti, jer se rotori Pelton turbina nakon zatvaranja dovoda vode vrte u zraku.

Kod proizvodnje jalove energije generatorima u HE Gojak, koja ima Francis turbine i čiji se rotor trajno nalazi u vodi, nije bilo moguće primijeniti istu metodu kao u HE Vinodol, pa se ovdje moralo kroz turbinu stalno propuštati izvjesnu količinu vode, dajući za vrijeme manjih dotoka generatorima vozni red od 2 MW kako bi s raspoloživim vodom mogli da budu što više vremena u pogonu. Ovakav način pogona vrlo je neekonomičan, jer stepen djelovanja Francis turbina kod ovako malih protoka padne na vrijednost od 0,4—0,5.

Budući da se pretpostavljalo da će HE Gojak zbog svog osobito povoljnog geografskog položaja u mreži i nadalje biti interesantna za proizvodnju jalove energije, već 1962. godine se predlagalo da se agregati adaptiraju tako da mogu raditi kao čisti kompenzatori i to tako, da se posredstvom uređaja tlačnog zraka voda istisne i u pogonu drži ispod rotora turbine. Iako je ova ideja imala ekonomsko i tehničko opravdanje, jer bi se čitava investicija isplatila već kroz jednu godinu eksploatacije, do njene realizacije ipak nije došlo. Tvrdilo se da će ulaskom u pogon kompenzatora u TS 220/110 kV Mraclin svi problemi vezani za proizvodnju jalove energije u našoj mreži time biti riješeni. S druge strane su pak ekonomski odnosi u elektroprivredi bili takovi da sama HE Gojak nije bila stimulirana na povećanu proizvodnju radne i jalove energije. Reorganizacijom elektroprivrede izmijenili su se odnosi među proizvodno-prijenosnim poduzećima, pa je ponovo pokrenuto pitanje adaptacije HE Gojak za čisto kompenzatorski pogon.

U TE Zagreb već prije 8 godina počelo se s korištenjem jednog agregata (čiji je rotor turbine radi kvara bio skinut), kao čistog kompenzatora. Za pokretanje ovog agregata upotrebljavao se drugi agregat snaga 3 MW, koji je imao turbinu, a koji bi preko električne osovine pokrenuo i doveo do sinhronog broja okretaja prvi agregat (sl. 2). Nakon toga bi se agregat s turbinom stavio van pogona, a generator bez turbine bi sada radio na mreži kao kompenzator. Nedostatak ovakovog načina pogona bio je u tome, što bi jednom sinhroniziran na mrežu, kompenzator bio u pogonu dok slučajno ne bi ispao iz sinhronizma, jer je svako ponovo upuštanje bilo prilično skupo.



Slika 2.

Iz navedenih razloga kompenzator je ostajao na mreži i preko noći kao i praznicima, tj. i u ono vrijeme kada mreži nije bio potreban. Svi navedeni nedostaci u novim uvjetima u pogonu i poslovanju učinili su da je ovako proizvedena jalova energija bila prilično skupa, pa je ovaj kompenzator odnedavna van pogona.

Postojao je prijedlog da se i generator snage 20 MVA u TE Zagreb adaptira za kompenzatorski pogon i to tako da ga se odvoji od turbine, jer je upravo zbog visoke cijene proizvedenog kWh i ovaj agregat sve manje interesantan za proizvodnju radne energije.

Iako za sada u TE Jertovec ne postoji mogućnost da generatori rade kao motori u čistom kompenzatorskom pogonu, u slučaju loših naponskih prilika u sistemu, generatori rade proizvodeći minimum radne energije kako bi se mogli upotrebiti za proizvodnju maksimalnih količina jalove energije. Ovakav način proizvodnje jalove energije suviše je skup, pogotovo u slučaju kada na raspolaganju imamo dovoljno hidroenergije, odnosno kada čak nismo u stanju da svu hidroenergiju potpuno iskoristimo, a radi naponskih prilika moramo držati u pogonu termoelektrane, makar i s minimalnom proizvodnjom radne energije.

Iako je TE Jertovec u pogonu nešto više od 10 godina, danas je već i ova elektrana po svom tehnološkom procesu i velikom utrošku topline po proizvedenom kWh prilično zastarjela, pa ulazi u pogon samo onda kada se električna energija ne može dobiti iz jeftinijih izvora. Za 1967. godinu se predviđa da će raditi samo oko 3600 sati, što je za jednu termoelektranu suviše malo, a slijedećih će godina situacija biti još lošija. Budući da su izgledi za proizvodnju radne energije sve slabiji, danas se već poduzimaju koraci da se generatori u ovoj termoelektrani podese da rade odvojeni od turbine kao čisti kompenzatori, jer je TE Jertovec s obzirom na blizinu konzuma za ovu svrhu vrlo interesantna.

EKONOMSKA OPRAVDANOST ADAPTACIJE GENERATORA U HE GOJAK ZA KOMPENZATORSKI POGON

Potrebe i mogućnosti proizvodnje jalove energije na sjeverozapadu SR Hrvatske

Područje sjeverozapadnog dijela Hrvatske trajno je deficitarno radnom i jalovom energijom. I dok radnu energiju za podmirenje potreba ovog područja prenosimo iz udaljenijih krajeva zemlje (Dalmacije i Bosne), vodovima 220 kV, nismo u stanju da i potrebe za jalovom energijom zadovoljimo iz tih područja. Međutim ipak se dio potreba podmiruje iz Slovenije i Bosne, a u ljetnim mjesecima, kada hidroelektrane na Dravi imaju veliku proizvodnju radne energije, bez obzira na naponske prilike u mreži Hrvatske, dio jalove energije na cijenu koštanja, morali smo posezati za onim izvorima jalove energije koji su nam bili na raspolaganju. Iako za trenutan izlaz iz nužde i ovakav način pogona može biti opravdan, on se ne može opravdati ako se unaprijed zna da će trajati dulje vrijeme, jer on predstavlja neopravdano rasipanje energije. U ovakvoj se situaciji našla HE Gojak, kojom se, kako je spomenuto, uz vrlo nepovoljni stepen djelovanja agregata morala proizvoditi jalova energija, neophodno potrebna mreži 110 kV.

Karakteristike protoka i optimalnost pogona generatora HE Gojak

Hidroelektrana Gojak spada u grupu elektrana, koja za vrijeme velikih protoka, koje traju oko 3 mjeseca, ima karakteristike čisto protočne elektrane s relativno velikim preljevima. Za vrijeme srednjih protoka koji traju oko 4 mjeseca ima karakteristike akumulacione elektrane s dnevnim izravnanjem, dok za ostalih 5 mjeseci ova hidroelektrana nije interesantna po količini proizvedene radne energije, ali je upravo za to vrijeme interesantna zbog mogućnosti proizvodnje jalove energije, kao i vršnoj snazi, što također ima svoju vrijednost. Za naša razmatranja interesantno je ovo posljednje razdoblje, koje u pravilu traje od lipnja do rujna. U ostalo doba godine eksploataciju HE Gojak moguće je provesti uz optimalan stepen djelovanja. U razdoblju manjih dotoka, a koji upravo padaju u vrijeme sezone viših tarifnih stavova, prema sadašnjoj situaciji, na žalost, nije moguće postići optimalno iskorištenje raspoložive vode, jer loša naponska situacija u 110 kV mreži zahtijeva od dispečera da radi proizvodnje energije angažira sva tri generatora, bez obzira na loš stepen djelovanja agregata a time u vezi i cijene koštanja tako proizvedene jalove energije.

U periodu manjih dotoka koji, kako je spomenuto, traju oko 5 mjeseci, dotok vode na HE Gojak morao se je na pojedine agregate tako podijeliti da bi u vremenu od 6—14 i od 18—21 sat u pogonu (a zbog velike potrebe za proizvodnju jalove energije), mogla biti sva tri agregata. Već prema veličini dotoka, agregati bi vozili 2—5 MW. Kod ovakve proizvodnje gubi se 20—50% energije. Međutim, kad se dotok još više smanji, onda se praktički uopće ne proizvodi radna energija, već se kroz turbine propušta samo ona količina vode, koja je potrebna da zadovolji hidraulički proces u turbini i podmiri minimalne potrebe gubitaka u budilici, ležajima i bakru. Prema mjerejima, konja se pomoću radioizotopa vršio »Institut za naftu«, Zagreb, potrebna količina vode za ovakav rad iznosi 1,8 m^3/sek, energetska vrijednost ove vode, koja bi se u ovim razdobljima mogla optimalno iskoristiti, iznosi kod rada samo jednog agregata 1,98 MW, a kod rada svih triju agregata 1,93 MW. U našem ćemo razmatranju računati sa srednjom vrijednosti od 1,95 MW.

Kompenzatorski pogon kao jedino rješenje optimalnog korištenja agregata u HE Gojak

Ako uopće ne računamo s gubicima kod proizvodnje radne energije do snage 10 MW po jednom agregatu, a takove proizvodnje u HE Gojak ima bar 20%, već samo računamo s onom energijom koja je izgubljena kod proizvodnje čisto jalove energije, vidjet ćemo da je i ta stavka znatna.

U 1966. zbog potreba 110 kV mreže za jalovom energijom HE Gojak proizvodila je jalovu energiju kako slijedi:

Mjesec	Proizvodnja
V	0,432 GVArh
VI	2,505 „
VII	2,085 „
VIII	2.654 „
IX	6,243 „
X	1,467 „
Ukupno	15,378 GVArh

Za navedenu proizvodnju jalove energije (a bez proizvodnje radne energije), jedan bi agregat uz pretpostavljenu punu proizvodnju jalove energije tj. uz proizvodnju 15 MVAr morao da radi

$$15378 : 15 = 1022 \text{ sata}$$

Za rad agregata pod ovakovim uvjetima utrošeno je:

$$1022 \cdot 1{,}95 = 2000 \text{ MWh}$$

Nema tačnih podataka o potrošku radne energije u HE Gojak u slučaju da se agregat okreće kao kompenzator, a da mu se rotor turbine okreće u zraku, jer takova mjerenja u HE Gojak nije bilo moguće provesti. Međutim, zaključivati na veličinu tih vrijednosti može se posredstvom podataka koji stoje na raspolaganju, a koji su mjerenjem dobiveni u HE Kilforsen u Švedskoj, koja ima slične karakteristike kao i HE Gojak (Francis turbine, pad vode 99 m). Snaga agregata u ovoj elektrani iznosi 90 MW. Turbina treba za prazni hod 10 m^3/sek. (8,3 MW); ako se pak rotor vrti u vodi, a potrebnu energiju za vrtnju uzima iz električne mreže, za prazni hod treba snage od 7,1 MW. Ako

se voda istisne i rotor turbine vrti u zraku, a energiju za vrtnju uzima i u ovom slučaju iz električne mreže, onda treba samo 1,4 MW.

Odnos energije potrebne za vrtnju agregata uz propuštanje vode za prazni hod i one uz rotor u zraku HE Kilforsen iznosi:

$$\frac{8,3}{1,4} \approx 6$$

Ako analogno tome izračunamo potrošak energije po jednom agregatu u HE Gojak uz rotor turbine u zraku, dobit ćemo:

$$\frac{1,95}{6} = 0,325 \text{ kW}$$

Zbog sigurnosti dodat ćemo još 20%, pa će potrošak po jednom agregatu iznositi:

$$325 \cdot 1,2 \approx 400 \text{ kW}$$

Uz pretpostavku kompenzatorskoga pogona s istisnutom vodom ispod rotora turbine, u navedenom slučaju bi generator u HE Gojak potrošio:

$$1022 \cdot 0,4 = 488 \text{ MWh}$$

Odnosno u ovom slučaju izgubljeno

$$2000 - 488 = 1512 \text{ MWh}$$

Ova je električna energija izgubljena upravo u razdoblju kada u sistemu nema dovoljno jeftine električne energije, pa se za podmirenje potreba konzuma u pogon stavljaju i skuplje termoelektrane kao Jertovec, čija cijena goriva po proizvedenom kWh iznosi 15,2 stara dinara. Prema tome u slučaju ovakovog rada izgubljeno je:

$$1512 \cdot 15,2 = 22,7 \text{ milijuna starih dinara}$$

Ovo bi bila cijena samo izgubljene energije. Međutim u uvjetima kupoprodaje električne energije, gdje se i snazi daje određena vrijednost, gubici su znatno veći od navedenih, iako ih je teško tačno odrediti. Bez obzira na ugovorene financijske odnose, snaga neke elektrane ima određenu tehničku vrijednost u rješavanju problema kvalitete frekvencije, a ova nam elektrana kroz razdoblje od 5 mjeseci u godini, ako njenu vodu racionalno iskoristimo, može pružiti dragocjenu pomoć.

Uređaji za adaptaciju HE Gojak na kompenzatorski pogon

Spomenuta mogućnost korištenja agregata u HE Gojak omogućila bi da se u svako doba godine do maksimuma iskoristi raspoloživa voda, a da se kod toga postigne i maksimalno moguće iskorištenje generatora za proizvodnju jalove energije. Velika elastičnost pogona omogućila bi da u isto vrijeme jedan generator radi optimalnom snagom, a da se druga dva agregata vrte kao kompenzatori uz istisnutu vodu ispod rotora turbine. Ovakav način pogona ujedno bi predstavljao i dragocjenu rezervu mreži, jer je za prijelaz iz kompenzatorskog u generatorski pogon potrebno otvoriti dovod vode turbini, što u slučaju ispada generatora ili raspada sistema može da bude od velike koristi.

Za provedbu adaptacije agregata potreban je poseban sistem tlačnog zraka, i to za dva različita tlaka. Zbog toga se zrak dovodi sa dva posebna cjevovoda do kućišta turbine. U momentu prijelaza rada iz generatorskog u motorni potreban je veći tlak zraka, budući da nakon zatvaranja privoda vode turbini treba naglo prekinuti stup vode putem brze ekspanzije zraka većeg tlaka. Kada pak jednom dođe do prekidanja stupa vode, za trajno održavanje nivoa vode ispod rotora turbine dovoljan je i manji tlak, koji iznosi cca 0.3 atm.

Cijena uređaja i ekonomski efekat adaptacije

Nedavno (u XII mj. 1966.) je dobivena ponuda tvornice Litostroj koja bi izvela gornju adaptaciju, a koja obuhvaća sav potrebni materijal, uključujući kompresorske uređaje sa spremnicima, zatim razvod zraka i automatiku. Investicija bi iznosila oko 30 mil. starih dinara a rok dobave uređaja bio bi oko 13 mjeseci. Ovdje nisu uključeni troškovi montaže, koji se procjenjuju na cca 20% cijene uređaja, tako da bi cjelokupna investicija iznosila cca 36—40 mil. starih dinara.

Računa li se da se u razdoblju srednjih i manjih dotoka zbog naprijed navedenih nemogućnosti optimalnog iskorištenja vode gubi 30% pa čak i više od raspoložive energije, a da takove energije u toku godine ima bar 15%, zbog neracionalnog korištenja vode godišnje se ukupno izgubi cca 4—6% od proizvodnje HE Gojak, što na jednu godinu iznosi cca 8—10 mil. kWh. Sumira li se gubitak energije koji nastaje ako generator radi kao što se to do sada postupalo ne proizvodeći radnu energiju, vidi se da su ti gubici tako veliki da bi cijelu investiciju potrebnu za adaptaciju isplatili u jednoj godini.

Ne smije se međutim zaboraviti činjenica da se ovom adaptacijom proširuje i mogućnost proizvodnje jalove energije, koja može po cijeni biti konkurentna proizvodnji u svakom kompenzatoru, specijalno namijenjenom proizvodnji jalove energije, a povoljan geografski položaj daje ovoj elektrani još veći značaj.

Značaj TE Jertovec u podmirenju potreba radne i jalove energije sjeverozapadnog dijela SR Hrvatske

Izgradnja novih termoizvora snage agregata 100 i više MW i ukupno instalirane snage po elektrani 200 i više MW, čiji je termički proces znatno ekonomičniji od onoga u termoelektranama građenim prije desetak i više godina, čija je snaga bila znatno manja, postisla je i dovela u nezavidan ekonomski položaj manje elektrane. One danas zbog toga rade sa znatno manjim kapacitetom, a njihovi izgledi za nekom znatnijom proizvodnjom u budućnosti stalno se smanjuju. U ovu grupu termoelektrana spada i TE Jertovec, koja ima jedan agregat snage 22,8 MVA i dva agregata po 16 MVA. Ova termoelektrana, smještena uz sam centar potrošnje dobro je došla sistemu sa svojih 40 MVAr kao izvor jalove energije. Kako smo već spomenuli, energetska je situacija već takova da su skuplji termoizvori

stalno potiskivani od jeftinijih izvora, pa ih se angažira samo onda kada su do kraja iskorišteni kapaciteti u jeftinijim termoizvorima. Međutim, loše naponske prilike u 110 kV sistemu često uslovljavaju pogon TE Jertovec bez obzira što je energetska situacija povoljna, U ovim je slučajevima nerentabilno, odnosno znači potpuno rasipanje, držati u pogonu relativno skupu termoelektranu. Čak je skupo kada se i u razdobljima bez preljeva u pogonu ima sva tri agregata uz minimalnu proizvodnju radne, a maksimalnu proizvodnju jalove energije, jer je u tom slučaju utrošak goriva po proizvedenom kWh relativno velik, odnosno znatno veći od optimalnog.

Gore navedene činjenice, kao i sve slabija perspektiva TE Jertovec kao proizvođača radne energije u budućnosti, navele su na razmišljanje da se izvjesnim adaptacijama i generatori u TE Jertovec podese i prilagode kompenzatorskom radu.

Adaptacija generatora u TE Jertovec na kompenzatorski pogon

Kod termoelektrana adaptacija generatora na kompenzatorski pogon bitno je kompliciranija od načina koji se primjenjuje kod hidroelektrana, jer se u ovom slučaju mora izvršiti odvajanje turbine od generatora. Da bi se nakon toga generator mogao vrtiti kao kompenzator, potrebno je riješiti slijedeće veće probleme:

1. Upuštanje generatora (sada kompenzatora) na mrežu
2. Pitanje aksijalnog ležaja na generatoru nakon njegovog odvajanja od turbine
3. Pitanje što povoljnijeg upućivanja odnosno zaustavljanja zbog prilagođenja potrebama mreže.

Ad 1. Upuštanje generatora na mrežu bez pogona sa strane turbine može se provesti na slijedeći način:

a) Putem nekog elektromotora, koji bi kompenzator doveo do sinhronog broja okretaja, a koji bi se nakon sinhronizacije isključio iz pogona.

b) Putem »električne osovine« pomoću jednog od triju agregata, kojemu se turbina ne bi odvajala od generatora, već bi bila potretana pomoću pare, koju bi za tu svrhu morali imati trajno na raspolaganju.

c) Isto kao u slučaju b) samo se generator za pokretanje ostalih kompenzatora ne bi pokretao turbinom, nego jednim jakim elektromotorom.

d) Pomoću vlastitih budilica, koje bi poslužile kao pogonski motori a koje bi u tom slučaju trebalo promijeniti radi povećanja snage na iznos potreban za savlađivanje svih gubitaka generatora pri nominalnom broju okretaja.

Predneost pokretanja elektromotorom bila bi u tome što za pokretanje kompenzatora ne bi trebalo imati kotlove pod parom, jer bi se energija uzimala iz mreže, a osim toga i treći bi generator mogao na mreži raditi kao čisti kompenzator.

Ad 2. Generatori u TE Jertovec nemaju odrivnog ležaja, već se on nalazi na turbini koja je kruto spojena s generatorom, pa na sebe preuzima sve aksijalne sile. Nakon uklanjanja turbine pojavljuje se problem aksijalnih sila, pa će se na ležajima generatora morati izvesti adaptacija.

Ad 3. Navedena će adaptacija imati pravu vrijednost samo onda ako se riješi pitanje čestog i jeftinog upuštanja kompenzatora. Preko noći, zbog smanjene potražnje jalove energije i manjeg opterećenja vodova, kompenzatori redovito neće trebati raditi, pa bi ih trebalo uveče zaustavljati, da bi se u jutro opet stavili u pogon. Budući da će to biti normalan ciklus, izvedba bi trebala biti što jednostavnija i automatizirana. Osim toga, odvajanje turbine bi trebalo izvesti tako da turbina i dalje ostane u svom ležaju, kako bi u slučaju potrebe stavljanje u pogon generatora radi proizvodnje radne energije moglo da se provede u što kraćem robu.

Zaključak

Iako će se nakon 1. siječnja 1969. tarifnom politikom za jalovu energiju nastojati zainteresirati potrošača da sam postavlja kondenzatorske baterije i kompenzira vlastite potrebe jalove energije, od zamisli do realizacije proći će još 2—5 godina, tako da se prvi rezultati mogu očekivati tek oko 1970. (uz pretpostavku da će svako proizvodno prijenosno puduzeće smjeti slobodno formirati cijene jalove energije). Potpuno je opravdano adaptirati na kompenzatorski pogon sve one agregate u termoelektranama, koji prestaju biti interesantni kao proizvođači radne energije, jer su troškovi takve adaptacije minimalni, a njihov udjel u podmirenju potreba mreže znatan. Adaptacija generatora na kompenzatorski pogon kod hidroelektrana s Francis turbinama pogotovo je opravdana, jer pruža višestruke koristi, a financijski efekat adaptacije je toliki da se sav trošak isplati već kroz godinu dana eksploatacije.

Naslov pisca: Tomislav Pavlović dipl. ing., »Elektroprivreda«, Zagreb, Proleterskih brigada 37

PROBLEMI SIGNALIZACIJE I MOGUĆNOSTI UREĐAJA ZA REGISTRACIJU SIGNALA EMS-60 U STANICAMA 220 i 110 kV

Ivo Tomasović, Zagreb

U današnjim modernim elektroenergetskim postrojenjima, snabdjevenim složenim automatskim uređajima, javlja se niz signala bilo zbog kontrole i registracije, bilo zbog obavještenja pogonskog osoblja kako bi moglo optimalno djelovati. Da bi se ti signali vjerno prenesli i registrirali, naročito kod većih poremećaja u sistemu, te da bi se time rasteretilo pogonsko osoblje, predviđena je u TS 220/110 kV Mraclin montaža aparata EMS-60 proizvodnje »Le Boeuf« kojim se rješava taj problem.

DK 621.398

Općenito o signalizaciji

Upozoriti nekoga na nešto, dati mu do znanja da se radi o nekom događaju ili stanju, bilo pozitivnom bilo negativnom, u naše mslučaju ispravnom ili neispravnom, znači signalizirati mu. U našem slučaju se radi o upozoravanju dežurnog osoblja stanice i to o neprestanom obavještavanju o stanju na svim uređajima u postrojenju, kao i o izmjeni sheme mreže u slučaju ispada vodova ili transformatora.

Dežurno osoblje mora biti upozoreno tj. treba dobiti informacije i o radu uređaja za zaštitu kao i o radu uređaja automatskog upravljanja.

Razvojem tehnike rasla je i potreba za boljom i savršenijom signalizacijom, koja je u samim počecima bila dosta primitivna. Danas se signalizacije u postrojenjima izvodi pomoću releja koji impulse poslane od pojedinih uređaja (sklopki, motora, rastavljača, zaštitnih uređaja, automatskih regulatora itd.) pretvaraju u zvučni i svjetlosni signal.

Uvođenjem složenih automatskih uređaja regulatora itd. bolje se mogla koristiti prednost složenih mreža. To je zahtijevalo opremu od relativno složenih aparata, tako da danas imamo skoro na svim *vodnim poljima* 220 i 110 kV:

- distantnu zaštitu — kao glavnu
- nadstrujnu zaštitu — kao pomoćnu (samo na nekim vodovima)
- uređaj za automatsko ponovno ukapčanje za svaku fazu posebno kao i za tropolno ponovno ukapčanje
- osciloperturbograf
- lokalizator kvara,

a na *transformatorskim poljima:*

- zaštitu protiv unutrašnjih smetnji (Bucholz, diferencijalna, a ponegdje kotlovska i protupožarna);
- prekostrujnu zaštitu
- zaštitu od preopterećenja (termički relej ili termička slika)
- automatski regulator napona koji daje komandu regulacionoj sklopki da promijeni položaj
- zaštitu od kvara u regulacionom sklopu.

Da bi dežurno osoblje moglo u svakom času imati preglednu sliku stanja nad svim gore spomenutim, a i drugim uređajima u postrojenju, kao i o stanju na vodovima, potrebno je da sva obavještenja budu dana preko signala u jednoj dosta razgovjetnoj formi. Signalizacija ima, dakle, slijedeći zadatak:

- upozoriti dežurno osoblje stanice i obavijestiti ga o neposrednom stanju na nekom dijelu postrojenja ili vode, a posebno o onome što iziskuje intervenciju
- dati informaciju o radu uređaja za zaštitu i automatsko ponovno ukapčanje, čija prorada često uvjetuje izmjenu sheme mreže u slučaju ispada vodova.

Obavijesti koriste dežurnom osoblju, da — ukoliko za to ima potrebe i mogućnosti — odmah preduzme odgovarajuću intervenciju, i da ih proslijedi »dispečerskom centru« na osnovu kojih će on dobiti preciznu sliku stanja nakon ispada, te upoznavši situaciju odrediti mjere koje treba poduzeti u svrhu normaliziranja pogona. Osim toga obavještenja služe službi koja se brine za održavanje i udešavanje relejnih zaštitnih uređaja i automatskog ponovnog ukapčanja te automatskih regulatora, kao kontrola rada njihove ispravnosti. Na osnovu primljenih i sređenih podataka može se ustanoviti da li su udešenja i regulacija dobra ili loša što u svakom slučaju znači da nam signalizacija služi poboljšanju kvalitete dotične službe. Ona također služi statističarima koji prate rad postrojenja u izvjesnim vremenskim intervalima, pa se na osnovu toga može dati sugestija za poboljšanje pogonske spremnosti itd.

Releji za signalizaciju u našim stanicama

U našim stanicama 220 i 110 kV izvedena je signalizacija pomoću posebnih releja zato predviđenih, bilo onih sa mehaničkom padalicom i zvučnim signalom, bilo sa relejima izvedenim u tzv. »relejnoj kombinaciji« koji aktiviraju zvučni i svjetlosni signal.

Istosmjerni impuls koji daju uređaji relejne zaštite ili uređaji automatske komande ili drugi, dovode se na relej za signalizaciju. Ovaj pak preko posebnog kontakta koji biva trenutačno privučen (100—200 ms) pobudi zvučni signal koji se može zaustaviti zato predviđenim dugmetom. Drugi kontakt služi za samopridržavanje releja, kada se radi o kratkotrajnim impulsima. Naime, u većini slučaja-

jeva impuls koji daju uređaji zaštite ili automatskog upravljanja nestaje prestankom kvara, tj. isklapanjem sklopke, pa kada ne bi bilo samopridržajna releja ne bismo znali o kojem se je signalu radilo. Treći kontakt releja služi za prosljeđivanje napona žaruljici (svjetlosni signal), koja je smještena na komandnoj ploči i koja jasno daje do znanja o kojem se signalu radi. Posebnim dugmetom može se ugasiti svjetlo i prekinuti napon samoopridržanja.

Imamo dakle slijedeće radnje:

— pojava signala (impulsa)
— pobuda signalnog releja, koji mu pripadaju
— samopridržanje releja
— uzbuda zvučnog signala (traje dok dugmetom ne prekinemo)
— pojava svjetlosnog signala.

Nakon uzimanja podataka o signalu, pošto je prethodno zaustavljen zvučni signal, gasi se i svjetlosni signal pritiskom na dugme. Ukoliko se svjetlosni signal ne može ugasiti pritiskom na dugme znači da uzrok koji je izazvao signal još traje, tj. relej za signalizaciju konstantno prima impulse.

Treba naglasiti da ovakav način signalizacije, kao što je gore opisan, uza sve svoje prednosti ima i izvjesnih mana koje se posebno potenciraju pri specifičnim uvjetima rada dežurnog osoblja a te su:

— zabilježeno vrijeme nastanka signala od strane dežurnog osoblja može znatno odstupati od stvarnoga, a osobito vrijeme zabilježeno u jednoj stanici od vremena zabilježenog u drugoj stanici pri signalizaciji jedne te iste smetnje
— poslije gašenja signala ne ostaje nikakav trag o onome što se stvarno dogodilo, a pošto znamo da često u isto vrijeme proradi više signala, to ih je teško upamtiti i kasnije pribilježiti
— preopterećuje ljude u službi koji najčešće baš u to vrijeme moraju vršiti manevre što je njihov glavni i odgovorniji posao
— svi signali ne interesiraju direktno dežurno osoblje, već služe pojedinim službama, koje analiziraju događaj ili vode statistiku, ali budući da ljudi u službi nisu direktno zainteresirani za njih, događa se da ih uopće ne zapišu.

Karakterističan je slučaj u stanicama koje nadziru dva namještenika i to uvijek samo po jedan od njih koji je za vrijeme radnog vremena u stanici, a poslije podne i tokom noći u svome stanu u neposrednoj blizini stanice, ali u prisutnosti. Za vrijeme radnog vremena sva obavještenja su dana preko zvučnog i svjetlosnog signala, a u ostalo vrijeme se prenose u stan službenika.

Prema tome nameće nam se potreba da signale podijelimo na one koji su, da tako kažemo, manje važni (oni koji ne zahtijevaju intervenciju) i one koji su važni i koji zahtijevaju intervenciju u postrojenju ili na vodu.

Dijelimo ih dakle na

a) signale kontrole, koji ne bi smjeli uznemirivati dežurnu osobu u prisutnosti jer ne ukazuju na potrebu intervencije, već ukazuju na rad automatskih uređaja itd. a svejedno bi trebali biti zabilježeni (npr. kada se uspješno izvrši automatsko ponovno ukapčanje na nekom vodu i vod ostaje ponovno u pogonu nije potrebno upozoravati osobu u prisutnosti ali je svejedno potrebno taj događaj na neki način registrirati);
b) signale obavještenja, tj. na signale koji zahtijevaju intervencije; moraju tačno i jasno obavijestiti u prisutnosti o vrsti i mjestu kvara a to znači da takav signal treba biti prenesen u stan dežurne osobe tj. osobe u prisutnosti.

Što omogućavamo ugradnjom EMS-60

Ugradnjom uređaja za registraciju signala tzv. »Registratora smetnji« EMS-60 proizvodnje ALBERT LE BOEUF ET FILS možemo velikim dijelom riješiti gore spomenuti problem.

Taj uređaj ima naime mogućnost da zapiše signal na specijalnom papiru i tačno vrijeme kada se je pojavio, te vrijeme njegovog trajanja kao i da aktivira zvučni i svjetlosni signal. Osim toga, a to je najvažnije, može se vršiti kombinacija ovih njegovih mogućnosti. Recimo, ako želimo da neki od impulsa (signala) ne dade zvučni signal, a da u isto vrijeme tačno zapiše koji je signal bio, njegovo trajanje i vrijeme kada se je pojavio, onda to posebnim udešenjem u uređaju možemo postići.

Ako pak želimo da nam neki od impulsa, osim toga što zapiše signanl i vrijeme njegova pojavljivanja i trajanja dade i zvučni signal, tj. obavijesti osoblje da treba intervenirati, onda to možemo također postići.

Vidimo dakle da nam uređaj omogućava tačno bilježenje svih signala koje na nj dovedemo (a to su oni koji će nas obavještavati o bitnim izmjenama i događajima u postrojenju) a u isto vrijeme ako to nije potreba ne uznemirava dežurno osoblje. Njegovom ugradnjom izbjegavamo sve moguće greške koje bi nastale uslijed netačnog bilježenja pojave signala kao i vremena kad se je on pojavio, a to uvelike pomaže kod analize rada uređaja zaštite i automatskog upravljanja kao i kod iznalaženja uzroka događajima u mreži. Dežurna pak osoba u stanici ne gubi vrijeme oko bilježenja signala, što znači da može savjesnije i mirnije vršiti manevre i dogovor sa dispečerom.

Ovakav uređaj će uskoro biti ugrađen u TS Mraclin 220/110 kV, a predviđa se ugradnja istog uređaja još u neke stanice nakon što se steknu praktička iskustva o njegovu radu i njegovoj svrsishodnosti u postrojenju.

Naslov pisca: Ivo Tomasović, dipl. ing., »Elektroprijenos« Zagreb, Proleterskih brigada 37

PRIJENOS (SIGNALIZACIJA) POLOŽAJA SKLOPKI

Branko Kragić, Zagreb

U svrhu što neposrednijeg dobivanja informacija o stanjima u visokonaponskoj mreži uvode se za potrebe dispečerske službe razni daljinski prijenosi prodataka. Jedna vrst takovih podataka odnosi se na uklopno stanje u elektroenergetskim postrojenjima. U članku je opisano rješenje ovog problema s pomoću relejne automatike.

DK 621.398

U svrhu što neposrednijeg dobivanja informacija o stanjima u visokonaponskoj mreži, uvode se za potrebe dispečerske službe razni daljinski prijenosi podataka.

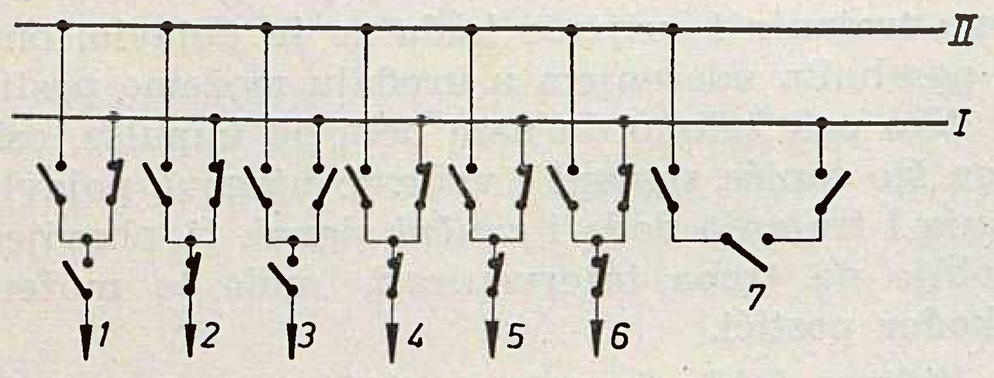
Jedna vrst takvih podataka odnosi se na uklopno stanje u elestroenergetskim postrojenjima.

Kao uklopni element, interesantan za neposredno nadziranje stanja visokonaponske mreže, možemo u prvom redu smatrati sklopku snage, bilo generatorsku, transformatorsku ili vodnu.

Zahtjev dispečerske službe postavljen je u osnovi na pokazivanje ukopčanog i iskopčanog stanja pojedine sklopke.

Dojavljivanje nenamjernih promjena stanja sklopke mora se obaviti neposredno.

Za objekte s više sabirničkih sistema proširen je zahtjev dojave položaja sklopke s obzirom na sabirnice. Uz ovo je odmah povezano i pitanje dojave spojne sklopke.



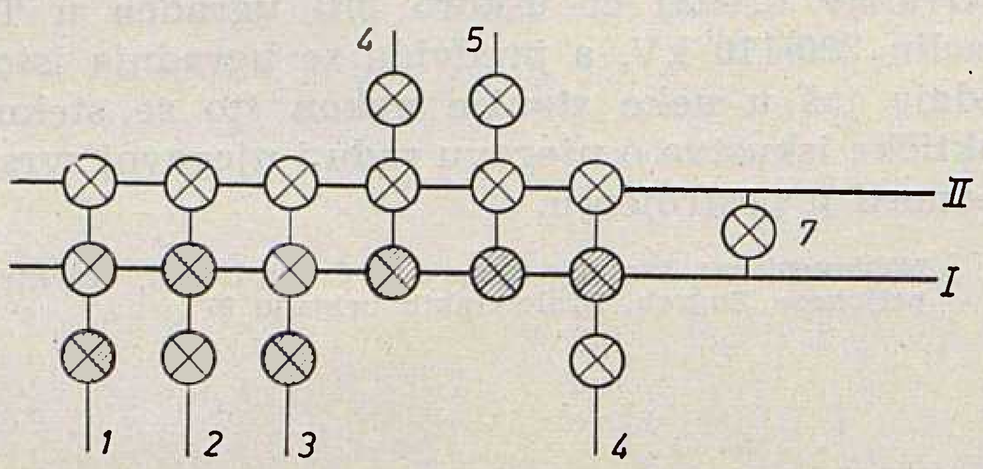
Slika 1.

Na slici 1. prikazano je pretpostavljeno uklopno stanje nekog postrojenja.

Kako je na slici prikazano, postrojenje ima dva sistema sabirnica, i neka je uključeno u 110 kV mrežu.

U dispečerskom centru uklopno se stanje prikazuje pomoću žaruljica ugrađenih u shemi pojedinih postrojenja.

Prema uklopnom stanju na slici 1 kod osvijetljene sheme, u dispečerskom centru bile bi upaljene žaruljice prema slici 2.



Slika 2.

Polje 1 — upaljena je žaruljica, prikazana izvan sabirnica. Ovo znači da je sklopka iskopčana

Polje 2 — upaljena je žaruljica, prikazana u sistemu sabirnica I
Sklopka je preko rastavljača sistema I ukopčana na prvi sistem sabirnica

Polje 3 — isto kao polje 1

Polje 4 — isto kao polje 2

Polje 5 — isto kao polje 2

Polje 6 — isto kao polje 2

Polje 7 — Spojno polje je predstavljeno samo jednom žaruljicom koja, kad je upaljena, označuje da je spojna sklopka ukopčana. U pretpostavljenom slučaju prema slici 1 spojna sklopka je iskopčana pa žaruljica na shemi ne svijetli

Normalno su žaruljice, ugrađene u shemama na ploči, ugašene. Dispečer preko odgovarajućih tipki ima mogućnost da upali žaruljice kako bi dobio uvid u uklopno stanje pojedinih postrojenja. Iza toga on će drugom tipkom pogasiti žaruljice.

Kako je naprijed postavljeno, nenamjerna promjena stanja sklopke mora se neposredno dojaviti. Ova dojava popraćena je u dispečerskom centru zvučnim alarmom. Istovremeno na ploči treperi ona žaruljica na koju se odnosi promjena stanja. Zvučni alarm i treperenje žaruljice dispečer prekida pomoću tipki, čime potvrđuje da je promjenu položaja primio.

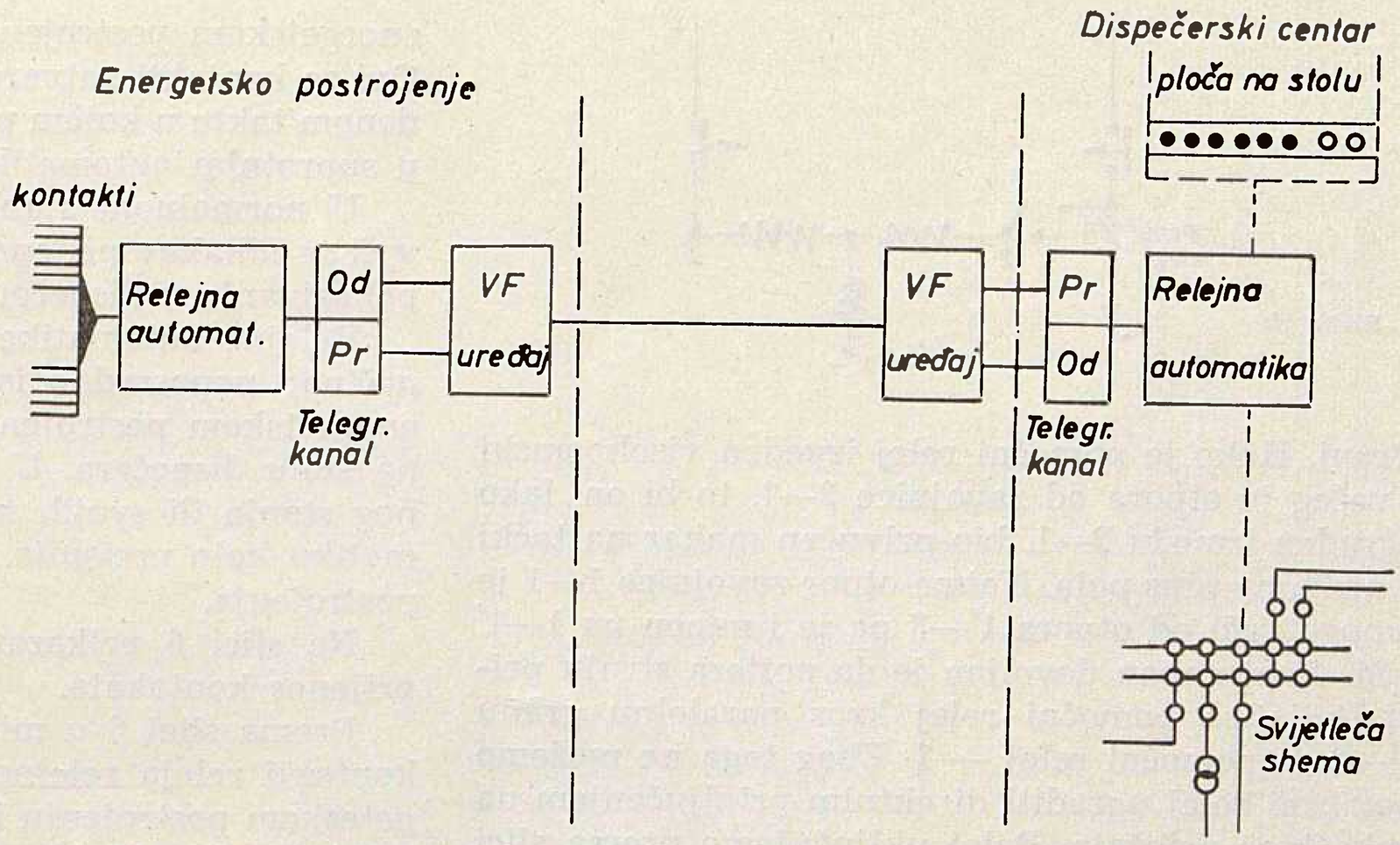
Prijenos položaja sklopki moguće je rješavati na razne načine. U našoj praksi uglavnom upotrebljavamo dva sistema i to: sistem s relejnom automatikom i sistem s digitalnim prijenosom.

U ovom opisu zadržat ćemo se na sistemu s relejnom automatikom, s tim da digitalni sistem razmotrimo drugom prilikom.

Prijenos položaja sklopki pomoću relejne automatike

Čitavo ustrojstvo prijenosa obuhvaća:

a) kontakte-ukopčano/iskopčano — na elementima koji se prenose (sklopka preko sistemskih rastavljača).
b) relejnu automatiku u elektroenergetskom postrojenju.
c) »frequency shift« odašiljač/prijemnik u elektroenergetskom postrojenju. (Frekvencije kanala su iznad govornog područja).



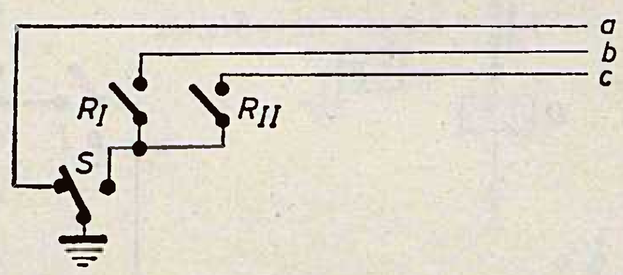
Slika 3.

d) spojni put (VF uređaji, UKV uređaji ili žično).
e) »frequency shift« odašiljač/prijemnik na strani dispečerskog centra.
f) relejnu automatiku u dispečerskom centru.
g) ploču pokazivanja sa žaruljicama u prostoriji dispečera.
h) ploču sa tipkama na stolu dispečera.
i) zvučni alarm.

Na slici 3. prikazano je ustrojstvo prijenosa blok-shemom.

Kontakti — ukopčano/iskopčano

Da bi definirali uklopno stanje pojedinog polja u postrojenju sa dva sistema sabirnica (najčešći slučaj) svodimo to stanje na oblik prikazan na slici 4a.

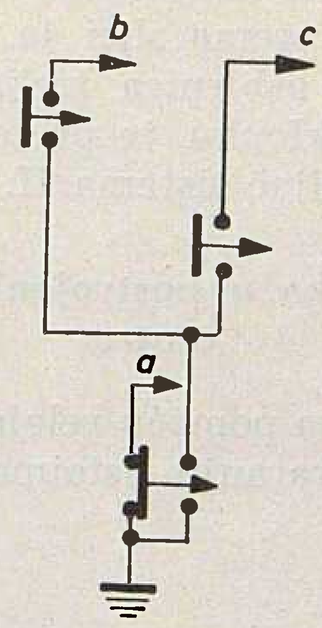


Slika 4a

Kako se vidi iz slike, pri iskopčanoj sklopki imamo zemlju (plus pol baterije za pogon automatike) na žili a. Ako je ukopčana sklopka i sistemski rastavljač R_I onda je zemlja na žili b. Ukoliko je pak ukopčana sklopka i sistemski rastavljač R_{II} onda je zemlja na žili c. Žile a, b i c uvode se u relejnu automatiku.

Najprikladnije je, ako se kontakti mogu dobiti na samim elementima, slobodni kontakti na sklopki i rastavljačima. Kako međutim u većini postojećih objekata slobodnih kontakta nema, to se mora prići drugim rješenjima.

Za sve nove pogone, ili nova polja u postojećim postrojenjima, potrebno je pri projektiranju predvidjeti slobodne kontakte i slobodne žile u signalnim kabelima kako bi se omogućilo uzimanje potrebnih kriterija prijenosa prema slici 4b.

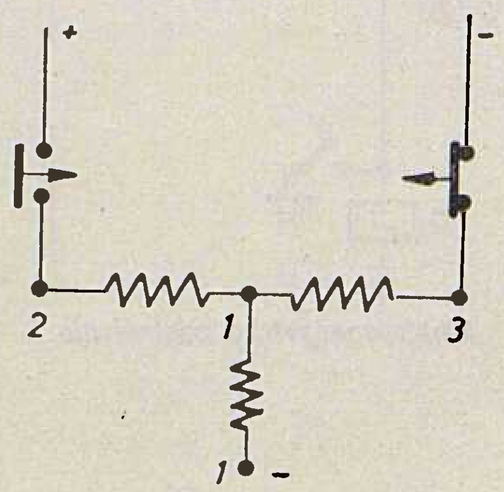


Slika 4b

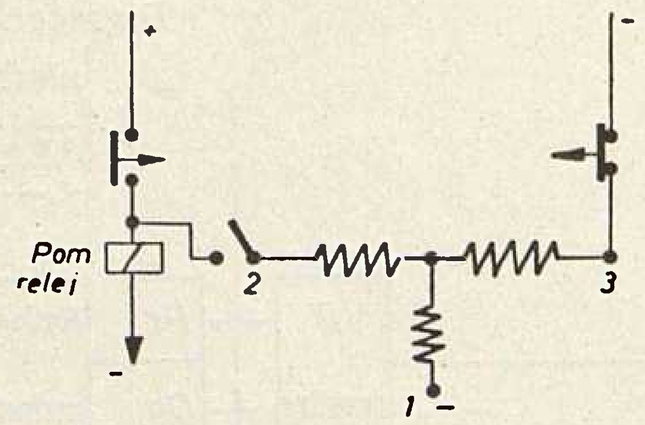
U postojećim pogonima gdje nema mogućnosti dobivanja slobodnih kontakata problem rješavamo pomoćnim relejima. Pomoćni relej ubacujemo u krug u koji je jednoznačno označeno ukopčano ili iskopčano stanje.

Najprikladnije mjesto ugradnje pomoćnog releja je krug pokazivača u komandnim ormarićima pojedinih polja. Na slici 5a prikazan je pokazivač položaja. Kako se iz slike vidi kod iskopčanog elementa (sklopke ili rastavljača) struja kroz pokazivač teče između tačaka 1—3.

Kod ukopčanog elementa struja će teći između 1—2, jer je sada plus pol pogonske baterije na toj



Slika 5a



Slika 5b

strani. Kako je pomoćni relej izveden visokoomski i većeg je otpora od zavojnice 2—1, to bi on, iako ugrađen između 2—1, bio privučen makar na tački 2 nemamo plus pola. Naime otpor zavojnice 1—1 je mnogo veći od otpora 1′—3 pa je i napon na 1—1′ viši. Ovaj napon dovoljan je da potjera struju privlačenja za pomoćni relej kroz paralelnu granu 1′—2 — pomoćni relej — 1. Zbog toga ne možemo pomoćni relej ugraditi direktnim priključenjem na pokazivač položaja. Relej uključujemo prema slici 5b. Ako je + na tački 3, pomoćni relej ne može privući. Ako + pol, pri ukopčanom elementu (sklopki ili rastavljaču), dođe na pomoćni relej, on će privući. Svojim privlačenjem zatvara on kontakt i skrozira + pol na tačku 2 pokazivača.

Pomoću drugih kontakata pomoćnog releja ostvarujemo spoj prema slici 4a. Po jednom polju kod dva sistema sabirnica trebamo tri pomoćna releja: jedan za sklopku, te po jedan za rastavljač sistema I i rastavljač sistema II.

Relejna automatika u postrojenju i dispečerskom centru

Osnov prijenosa pomoću relejne automatike leži u sinhronom zatvaranju istoimenih kontakata u energetskom postrojenju i u dispečerskom centru. Ovi se kontakti zatvaraju jedan za drugim u određenom taktu u kojem privlače releji relejnih lanaca u suprotnim automatikama.

U normalnom stanju, automatike miruju i ne vrši se nikakav prijenos. Jedino su privučeni releji pokazivanja u dispečerskom centru.

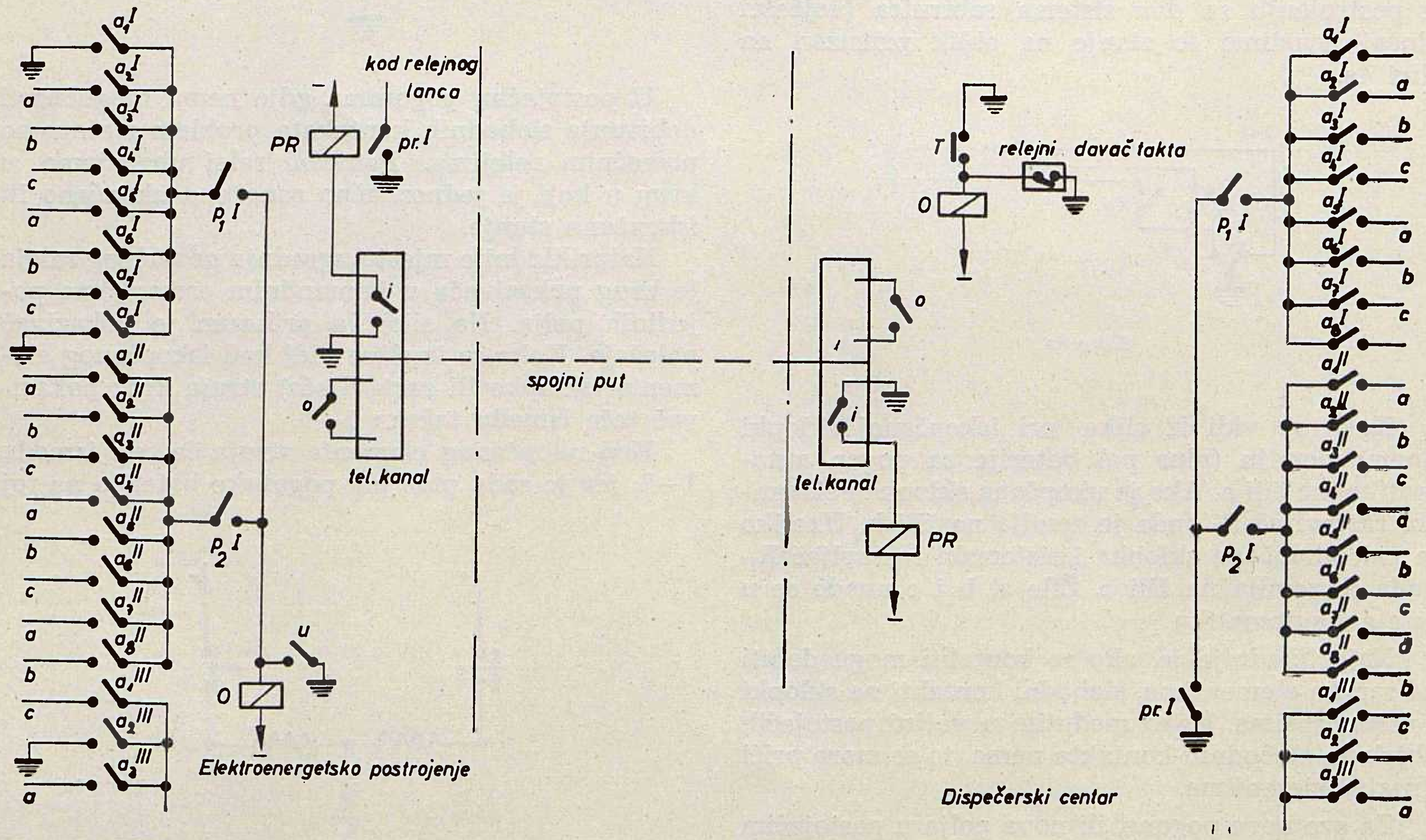
Relejne automatike mogu se pokrenuti na dva načina: neposredno ispadom pojedine sklopke u energetskom postrojenju, ili pobudom preko tipke na stolu dispečera. U svrhu provjeravanja uklopnog stanja ili svojih naloga, dispečer upusti automatiku koja preispita sve elemente odgovarajućeg postrojenja.

Na slici 6 prikazan je, vrlo pojednostavljeno, prijenos kontakata.

Prema slici 6 u mirnom stanju otvoreni su svi kontakti releja relejnog lanca automatike u energeteskom postrojenju i u dispečerskom centru. Releji lanca označeni su sa A_1 do A_8, a pomoćni releji lanca sa P_1 do P_3. Na slici su prikazana samo dva kontakta P releja.

Ako sada uzmemo da je došlo do promjene uklopnog stanja (na primjer jer je ispala sklopna snaga) pobudit će se relejna automatika i to na slijedeći način: preko alarmnog kruga u energetskom postrojenju pobudit će se relej U. Ovaj relej će sa svojim u-kontaktom zatvoriti krug odašiljačkog O releja. Kontakt O releja-o- prebacivanjem u radni položaj uvjetuje promjenu frekvencije odašiljača telegrafskog kanala.

Prijemnik telegrafskog kanala u dispečerskom centru reagira na promjenu frekvencije tako da privuče PR relej. Na privlačenje PR releja pobudi se relejni davač takta i relejni lanac krene. Ovim



Slika 6.

taktom je određeno da odašiljački O relej u dispečerskom centru bude privučen za vrijeme od oko 100 msek nakon svake pauze od također 100 msek.

Istovremeno dok je privučen O relej privlače sukcesivno releji lanca A_1 do A_8. Na svaku pobudu O releja u dispečerskom centru privlači u energetskom postrojenju PR relej koji preko svog PR kontakta tjera relejni lanac sukcesivno za po jedan korak dalje. Ovim načinom osigurano je istovremeno pobuđivanje istoimenih releja lanca automatike u postrojenju i u dispečerskom centru.

Istim redom zatvaraju se kontakti releja lanaca na obje strane i ispituju uklopno stanje.

U prvoj seriji privlačenja kontakti a_1 do a_8 zatvorit će preko kontakta p_1I krug privlačenja O releja na svakom koraku na kojem naiđu na plus pol. Znači da će O relej automatike u postrojenju privući samo na onim koracima na kojima imamo plus pol, za razliku od privlačenja O releja automatike u dispečerskom centru koji privlači na svakom koraku.

Za vrijeme dok je privučen O relej u postrojenju privučen je u automatici u dispečerskom centru PR relej. Preko PR kontakta, i u prvoj seriji zatvorenog p_1I kontakta namjesti se plus pol na određeni korak.

Ovim smo postigli to, da ako na nekom koraku u postrojenju imamo plus pol baterije, da isto tako imamo plus pol na određenom koraku automatike u dispečerskom centru.

U prvoj seriji hoda relejnog lanca sukcesivno privlače A_1 do A_8 releji. Oni preko aI kontakata i kontakta p_1I ostvaruju prvih 8 koraka.

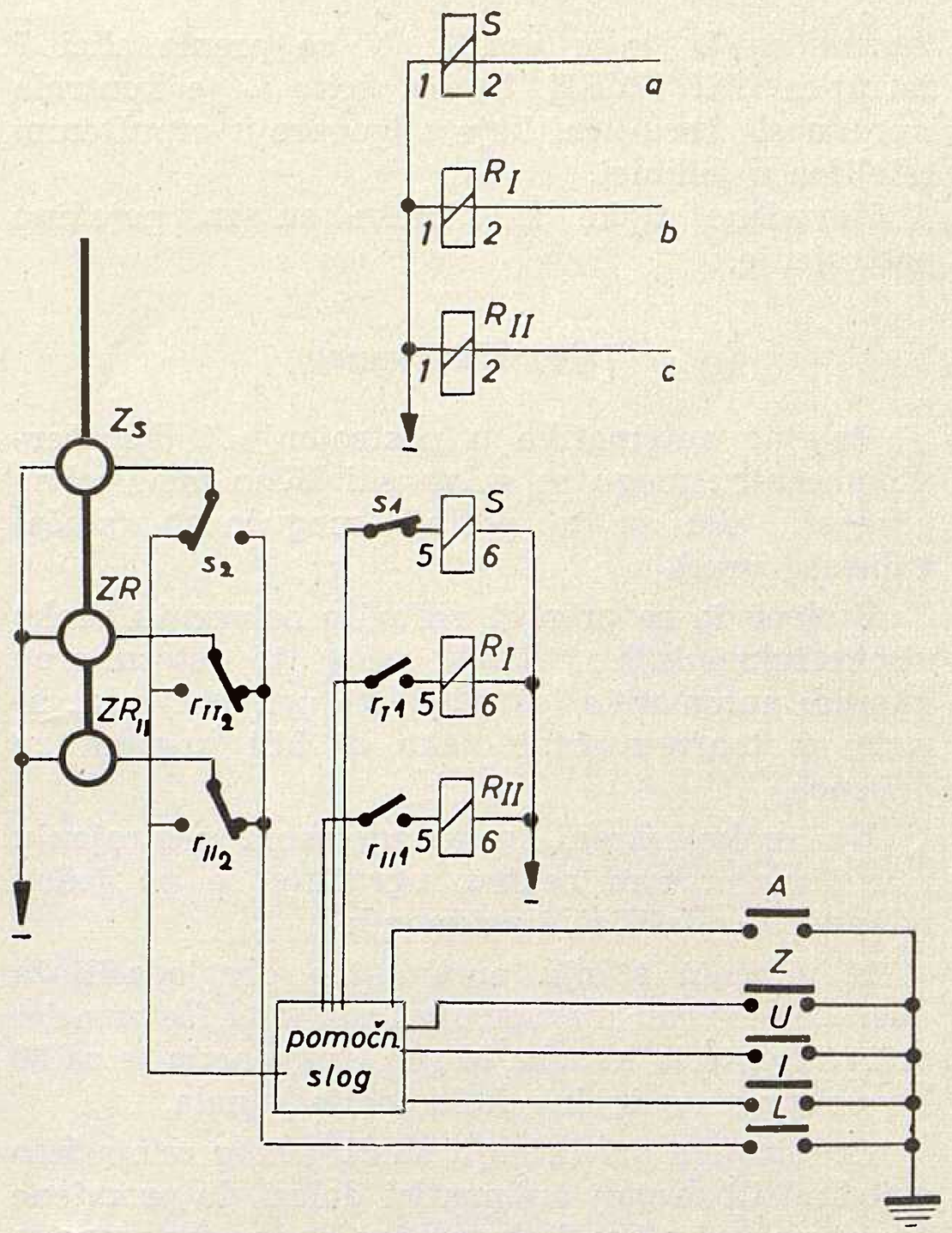
Iza prve serije odmah slijedi druga serija privlačenja A_1 do A_8 releja koji preko aII kontakata i p_2I kontakta ostvaruju slijedećih 8 koraka. Nakon druge uslijedi odmah i treća serija privlačenja A_1 do A_8 releja koji će preko aIII kontakata i p_3I ostvariti još 8 koraka. Ovakvim ustrojstvom relejnog lanca postiže se da se sa osam releja (A_1—A_8) i tri pomoćna releja P_1, P_2 i P_3 uspostavi 24 koraka ispitivanja.

Na koncu treće serije automatika se zaustavlja i spremna je za slijedeće ispitivanje.

Da bi tokom prijenosa bila osigurana kontrola sinhronog hoda lanaca, na nekim koracima u postrojenju je trajno priključen plus pol baterije. Ako nije postignut sinhroni hod privući će u automatici u dispečerskom centru relej smetnje Sm, budući da na određenom koraku nije naišao plus pol. Ova smetnja se akustički i optički dojavljuje dispečeru. Na ovu dojavu on će sam nakon kvitiranja pobuditi automatiku i preispitati uklopno stanje određenog postrojenja.

Na slici 7 prikazana je izvedba strujnih krugova za žaruljice na ploči pokazivanja u dispečerskom centru.

Za postrojenje sa dva sistema sabirnica uklopno stanje pojedinog polja prikazuje se sa tri žaruljice: 1) Žs-sklopka iskopčana, 2) ŽRI-sklopka ukopčana preko rastavljača na sistem I, ŽRII-sklopka ukopčana preko rastavljača na sistem II.



Slika 7.

Svakoj žaruljici predodređen je po jedan relej. Žaruljici Žs-S relej, žaruljici ŽRI-RI relej i žaruljici ŽR II-R II relej. Ove tri žaruljice i tri releja predstavljaju jedinicu pokazivanja. U ovakovoj jedinici istovremeno trajno može biti privučen samo jedan relej.

Ako na koraku a određenog polja imamo plus pol baterije onda nam to znači, da je sklopka iskopčana. U jedinici pokazivanja privučen je tada S relej. Koraci b i c ne mogu istovremeno kad i a imati plus pol, a releji R i i R II su otpušteni.

Pretpostavimo sada da smo sklopku ukopčali preko rastavljača na sistem I. Na koraku b određenog polja sada imamo plus pol. Kad je automatika proradila na b koraku u dispečerskom centru imamo plus pol zbog čega će privući R I relej. Svojim kontaktom r_{I1} bit će preko pomoćnog sloga omogućeno samostalno pridržavanje RI releja nakon što se izgubi plus pol sa b koraka budući da je lanac i dalje pokretan. Istovremeno se preko pomoćnog sloga prekida krug pridržavanja S releja koji odmah otpadne. Na privlačenje RI releja prebacuje se izmjenični kontakt r_{I2} u drugi položaj. Ovim, prebacivanjem kontakta počima treperenje žaruljici ŽRI preko pomoćnog sloga. Ovo treperenje popraćeno je zvučnim signalom. Pritiskom na tipku Z odstranjuje se zvučni signal, a pritiskom na A tipku prekida se treperenje žaruljice i ona se gasi. Na ovaj način dispečer je primio dojavu.

Pritiskom na U tipku prema slici 7 bila bi upaljena Žs žaruljica. I tipkom gase se one žaruljice koje su bile upaljene pritiskom na tipku U. Pri-

tiskom na L tipku upalile bi se prema slici 7 žaruljice ŽRI i ŽRII. Svrha tipke L je kontrola ispravnosti žaruljice, koje odgovaraju otpuštenim relejima u jedinici.

Navedene tipke zajedničke su za pojedino postrojenje.

Telegrafski kanal

Relejne automatike u postrojenju i dispečerskom centru mogu se galvanski žično međusobno povezati, ako za to postoje mogućnosti (slučaj kabelske veze).

Budući da se prenosi redovito ostvaruju preko visokofrekventnih i UKV veza, to istosmjerne impulse automatike (određene za prijenos) pretvaramo u tonfrekventne kako bi bili pogodni za prijenos.

Na svakoj strani, u energetskom postrojenju i u dispečerskom centru, ugrađuje se po jedan telegrafski odašiljač i prijemnik.

U mirnom stanju automatike oba odašiljača odašiljaju mirnu frekvenciju i preko te frekvencije vrši se kontrola kanala. Mirna frekvencija je za 30 Hz niža od nominalne frekvencije kanala.

Pri svakom privlačenju odašiljačkog releja bilo u jednoj ili drugoj automatici dolazi do promjene od mirne na radnu frekvenciju. Radna frekvencija je za 30 Hz viša od nominalne frekvencije kanala. Ova promjena frekvencije vrši se smanjenjem kapaciteta ili induktiviteta u oscilatoru odašiljača.

Na promjene frekvencije reagira na suprotnoj strani prijemni relej i on prosljeđuje dalje prema automatici kriterije prijenosa u istosmjernom obliku.

Upotrebljene frekvencije telegrafskih kanala su iznad govornog područja od 2400 Hz, tako da je omogućen istovremeni prijenos govora i signala.

Pobuđivanje relejne automatike

Već ranije je spomenuto da pobuđivanje relejne automatike može uslijediti automatski (nakon ispada sklopke u postrojenju), ili pritiskom na tipku T na dispečerskom stolu.

Da bi automatika mogla biti automatski pokrenuta nakon promjene stanja, potrebno je u energetskom postrojenju osigurati jedan kontakt pokretanja. Smatra se da je dovoljno da automatika bude samostalno pokrenuta samo ako se radi o (nenamjernom iskopčanju) sklopke. U tom slučaju u pogonu se uspostavlja zvučni alarm koji traje tako dugo, dok ga uklopničar ne prekine. Kriterij samostalnog pokretanja automatike uzet je preko ovog zvučnog alarma. Kako je međutim zvučni alarm u postrojenju zajednički za sve smetnje koje se pojavljuju, bit će slučajeva da automatika bude pobuđena, a da nije došla do promjene uklopnog stanja. Ovu proradu automatike dispečer neće primijetiti, jer nije došlo do promjene, pa niti do zvučnog niti optičkog signala u samom centru.

Pobuđivanje automatike, pritiskom na tipku na stolu, od strane dispečera ima svrhu kontrole uklopnog stanja ili kontrole izvršavanja manevarskih naloga.

Naslov pisca: Branko Kragić, dipl. ing., »Elektroprenos«, Zagreb, Proleterskih brigada 37

Kriza jugoslavenskih ugljenokopa

Najveći dio jugoslavenskih jamskih ugljenokopa proživljava danas tešku krizu. Proizvodnja opada, smanjuju se primici rudara. S tim u vezi snimila je zagrebačka radiotelevizija dne 16. 3. 1967. razgovor svog suradnika Zlatka Hečeja sa naučnim savjetnikom Instituta za elektroprivredu prof. ing. Ivom Jamnickim. Razgovor koji je, pored ugljenokopa, dotakao i usmjeravanje cjelokupne energetske privrede zemlje, interesantan je za razvoj naše energetike te ga ovdje donosimo u cjelini.

Pitanje: *Većina ugljenokopa Jugoslavije proživljava tešku krizu. Koji su osnovni razlozi tomu?*

Odgovor: Tri su osnovna razloga

1. Prodor nafte i plina koji potiskuje ugljen
2. Skupa energija jugoslavenskih ugljena
3. Pomanjkanje dugoročne energetske politike

P: Zašto nafta i plin prodiru i potiskuju ugljen?

O: Za to ima nekoliko razloga

1. Razvoj transporta i vuče koji trebaju laka tekuća goriva. Ostaje teško ulje koje se mora plasirati makar i uz cijenu nižu od nafte.
2. Otkriće velikih, dobro iskoristivih izvora nafte i plina čija je cijena energije daleko ispod cijena energije u ugljenu.
3. Jeftini transport: tankeri, naftovodi, plinovodi
4. Laka manipulacija i dobra energetska ekonomija pri korištenju

Treba naglasiti da je taj prodor nafte i plina svjetskog karaktera, što se vidi iz grafikona (sl. 1) koji prikazuje svjetski razvoj korištenja energetskih izvora od 1860. godine do danas.

P: Kakve su cijene energije u nafti i plinu?

O: Na Srednjem istoku iznose troškovi čiste proizvodnje samo 1,4 $ po toni. Troškovi prevoza do naše obale oko 2 $ po toni. Troškovi postavno luka na Jadranu bili bi stoga samo nekih 0,4 Din po kWh energije sadržane u nafti. Zbog taksa i dobiti petrolejskih kompanija ta cijena se kreće oko 1,5 Din/kWh. Tolika je približno i cijena energije u ložnom ulju, kao i naše domaće nafte.

Cijena proizvodnje energije u zemnom plinu obično je još niža od cijene energije u nafti. No njegov transport na velike daljine skuplji je od tankerskog prevoza nafte.

P: A koliko stoji energija u ugljenu?

O: Samo najveći naši jamski ugljenokopi mogu pri primjerenim zaradama rudara postići troškove eksploatacije od 1,5 Din/kWh. Za većinu je — i nakon racionalizacije — taj trošak od 2 do 3 Din/kWh. Manje od 1,5 Din/kWh može se, s malim izuzetkom, postići samo u otvorenim »dnevnim« kopovima.

P: Zašto je cijena energije u našem ugljenu tako visoka?

O: Dva su osnovna razloga.

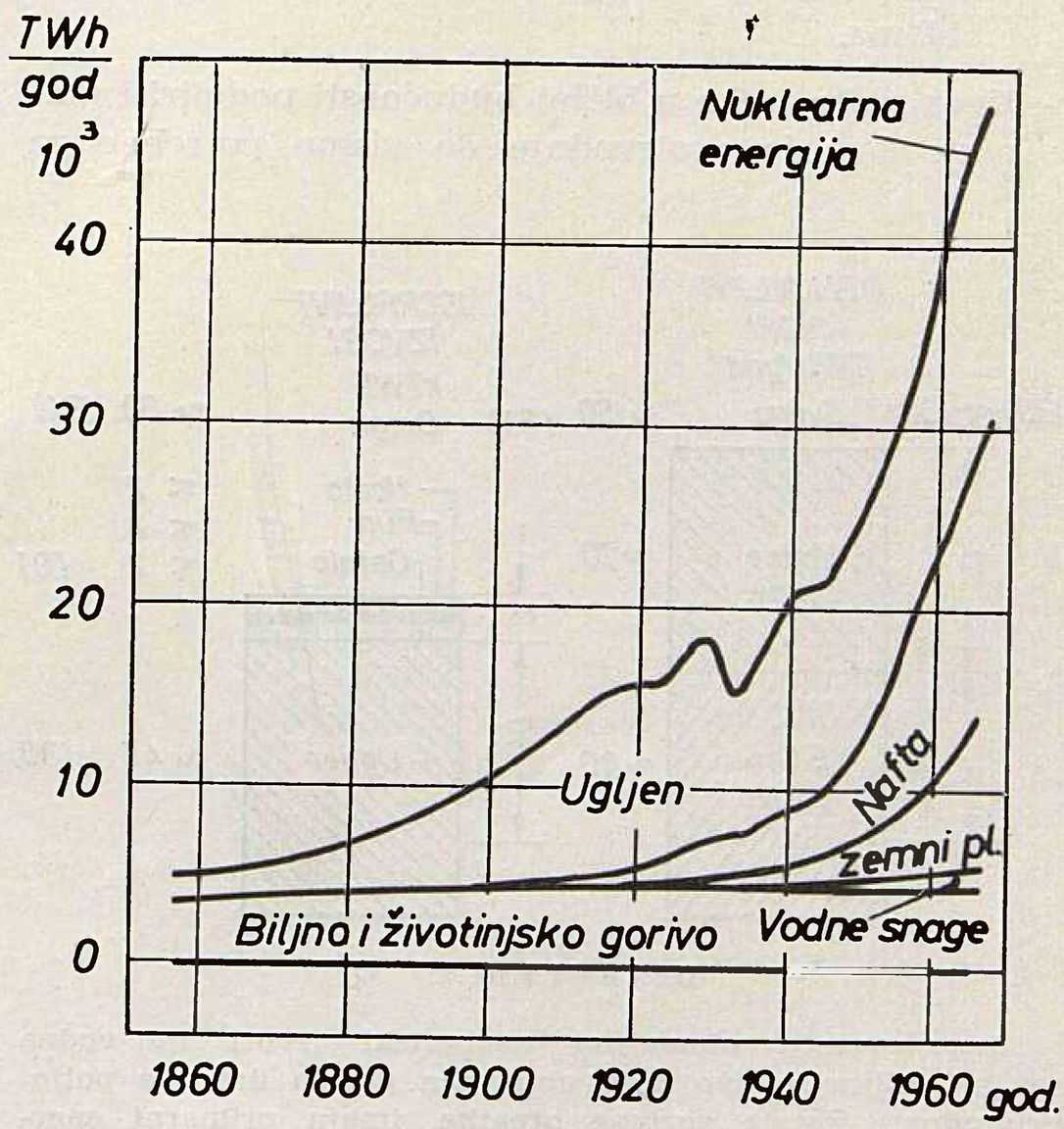
Prvi je niska ogrjevna moć, a drugi su većinom slabi rudarsko-geološki uvjeti eksploatacije, koji ne dozvoljavaju veliku mehanizaciju, pa je utrošak radne snage visok.

P: Treba li onda male ugljenokope zatvoriti?

O: Najvećim dijelom nikako! Ne treba otvarati nove jamske kopove, no postojećima treba osigurati rad i opstanak jer:

1. Svaka proizvodnja kod koje je upotrebna vrijednost proizvoda veća od materijalnih troškova je ekonomična, dok se osoblje, osnovna sredstva i utrošeni materijal ne mogu bolje upotrijebiti na drugom mjestu.

Kada se pojave viškovi radne snage vrijedi obično općenito pravilo: ono što je iole ekonomično treba da radi i dalje, dok ono što se postavlja novo mora biti zadnja riječ tehnike



Dijagram 1

Na dnu su životinjska snaga, biljni i životinjski otpaci te gorivo drvo, koji su stoljećima bili glavni izvor energije, čije energetsko korištenje postepeno opada.

Ovo su vodne snage čije korištenje je u stalnom porastu; no one su male u odnosu na potrebe energije te mogu podmirivati tek mali dio potreba.

Ovo je ugljen. On je pred prvi svjetski rat podmirivao 2/3 ukupne potrošnje energije. Posljednjih godina potražnja ugljena stagnira. Danas je ugljen još uvijek na prvom mjestu; no još ovog decenija, tj. prije 1970., sigurno će ga preći nafta. A do kraja ovog stoljeća vjerojatno će ga preći i zemni plin i nuklearna energija.

U samom vrhu prikazana je nuklearna energija. Danas je njen udio još neznatan, no u budućnosti će sigurno biti ogroman.

U sredini je prikazan razvoj korištenja energije nafte i zemnog plina. Iz dijagrama se vidi eksploziono brzi njihov razvoj.

i ekonomije, tako da može ići i u svjetsku konkurenciju. To opće pravilo vrijedi i za ugljenokope.

2. Naša energetska baza je takva da svako snižavanje eksploatacije i upotrebe ugljena iz domaćih jamskih ugljenokopa znači povećanje uvoza nafte. A današnja platna bilanca nalaže izbjegavanje nepotrebnog uvoza.
   To se vidi iz sl. 2

Naši iscrpljivi klasični energetski izvori mali su i u odnosu na svjetske izvore, što se vidi iz sl. 3.

P: Može li se iz toga zaključiti da je uvoz nafte potreban?

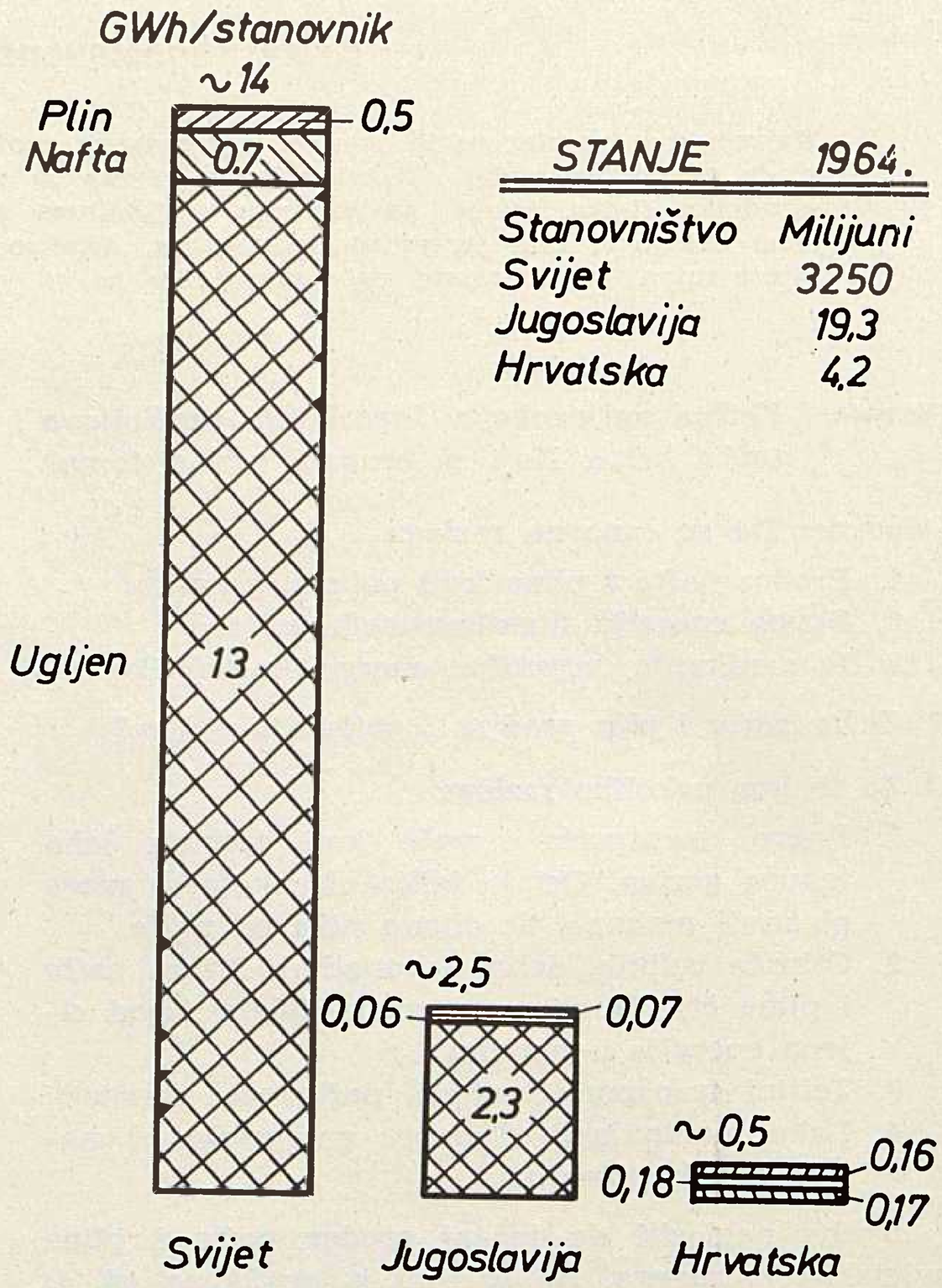
O: Nafte svakako! Domaći izvori ne mogu podmiriti domaće potrebe tekućih goriva. No uvoz ne smije uništavati postojeću energetsku proizvodnju u zemlji! Prekomjerni uvoz doveo bi

1. do povećanja vanjsko-trgovačkog deficita, što znači i povećanja izvoza na račun životnog standarda Jugoslavena;
2. do usporavanja rasta narodnog dohotka;
3. do nezaposlenosti nekoliko desetaka hiljada rudara i s tim vezanih socijalno-političkih problema.

Uvoz nafte treba u bližoj budućnosti podmiriti manjak domaće proizvodnje do visine potrebne za preradu koja će podmirivati potražnju dizel-goriva i plinskog ložnog ulja, kojim bi se usmjereno zamjenjivao dio krutih goriva. Ostalu zamjenu ugljena tekućim gorivom treba vršiti u opsegu raspoloživog ložnog ulja kod te prerade. Dok je devizna platna bilanca negativna i postoji višak radne snage ne bi za zemlju bilo ekonomično da ložno ulje određuje opseg prerade nafte.
Uvoz derivata nafte bio bi — s malim iznimkama — još manje ekonomičan; naročito treba izbjegavati uvoz ložnog ulja.

P: Kako ćemo osigurati budući rad malih ugljenokopa

O: Najvažnije je utvrditi i provoditi pravilnu energetsku politiku u kojoj će se zacrtati i čvrsti plan budućeg rada ugljenokopa. A općim privrednim instrumentima može se osigurati razvoj po tome planu.



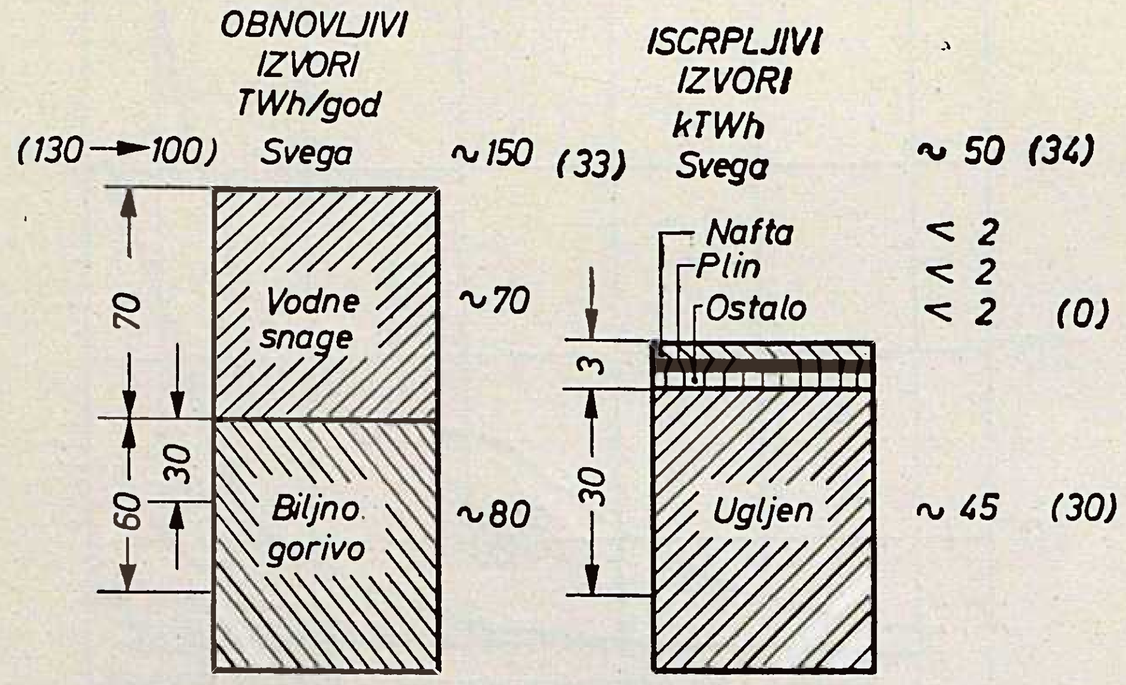
STANJE	1964.
Stanovništvo	Milijuni
Svijet	3250
Jugoslavija	19,3
Hrvatska	4,2

Dijagram 3

Ovdje je prikazana usporedba danas ocjenjivih rezervi klasičnih goriva svijeta, Jugoslavije i Hrvatske, i to kao u njima sadržana energija po 1 stanovniku.

Jugoslavenske rezerve od oko 2,5 milijuna kWh po glavi su oko 6 puta slabije od svjetskih koje iznose oko 14 milijuna kWh po stanovniku; Hrvatska je sa 0,5 milijuna kWh još 5 puta slabija od jugoslavenskog prosjeka.

Naročito slabe su jugoslavenske rezerve nafte i plina, koje su po glavi više nego 10 puta slabije od svjetskog prosjeka. Danas poznate ocijenjene rezerve nafte Jugoslavije manje su od količine koju će trebati do 1980-te godine da bi se u zemlji proizvele potrebne koilčine naftinih derivata.



Dijagram 2

Jugoslavenski obnovljivi energetski izvori tj. vodne snage i biljno gorivo koje obuhvaća gorivo drvo te poljoprivredne i ostale gorivne otpatke, imaju primarni enertski potencijal od oko 130 milijardi kWh godišnje. Mi međutim već danas trošimo godišnje oko 260 milijardi kWh temeljne energije, a krajem stoljeća trošit ćemo, uz umjereni rast ekonomskog potencijala, oko 1200 milijardi kWh energije godišnje! Obnovljivi izvori nisu ni iz daleka dovoljni!

Klasični iscrpljivi izvori, koji danas i kod nas i u svijetu podmiruju najveći dio potrošnje energije, ocjenjuju se u Jugoslaviji na nekih 50 hiljada milijardi kWh. A u tomu je preko 30 hiljada milijardi u lignitima koji, zbog male ogrjevne moći, ne podnose dulji transport.

Kada bi obustavili proizvodnju ugljena u jamskim kopovima koji su raštrkani diljem cijele zemlje trebali bi dugački neekonomični transport lignita iz svega nekoliko kopova ili nepotrebno veliku zamjenu ugljena ložnim uljem, vezanim sa nepotrebno visokim uvozom nafte.

Naši domaći energetski izvori mali su prema energetskim potrebama. Kada bi samo njih koristili iscrpli bi sva svoja fosilna goriva već za nekih 70 do 80 godina tj. do sredine slijedećeg stoljeća.

Ekonomski razvoj zemlje zahtijeva uvođenje zaštitne carine na naftu i ložno ulje. U ukupnom ekonomskom računu time se dobiva cijeli društveni proizvod koji stvaraju ugljenokopi, čija se radna snaga ne može uposliti na drugom mjestu. Nadalje je potrebno slobodno formiranje ekonomskih domaćih cijena ložnih ulja i električne energije te željezničkog prevoza goriva. Pri tome treba uzeti u obzir i troškove za racionalizaciju i proširenu reprodukciju.

Nakon što se donesu potrebne mjere treba u ugljenokopima provesti racionalizacije i pristupiti planskom snižavanju proizvodnje, koje će biti u skladu sa pravilno usmjerenim razvojem energetike Jugoslavije.

P: A kako bi po Vašem mišljenju izgledao taj usmjereni dugoročni razvoj

O: On je prikazan na slici 4.

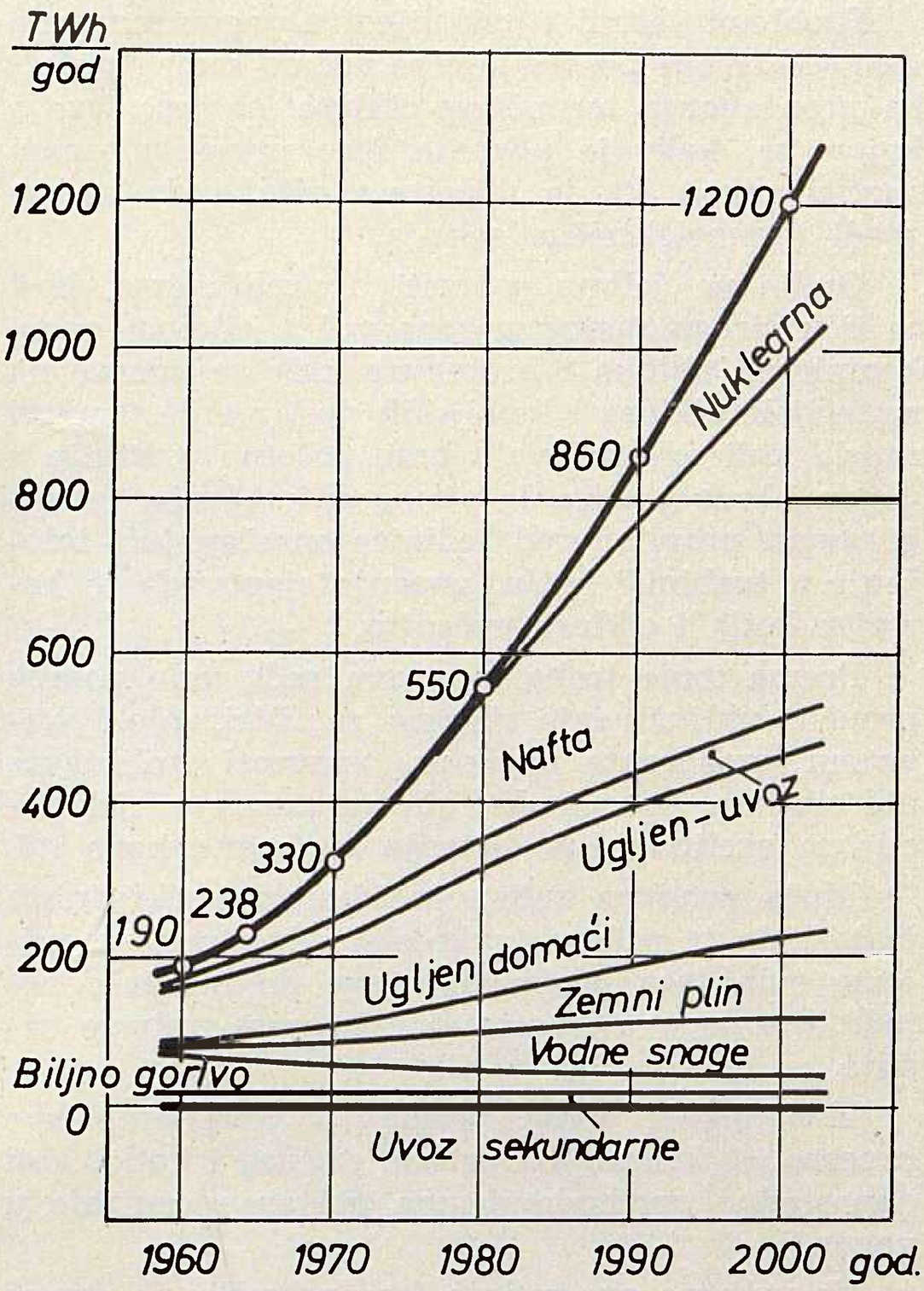
P: A kada bi po Vašem mišljenju trebalo početi nuklearnu proizvodnju energije?

O: Nuklearnom proizvodnjom električne energije trebalo bi započeti za nekih desetak godina. A za nekih 20 godina trebalo bi već nuklearnu energiju koristiti i za propulziju brodova te za proizvodnju tehnološke pare i grijanje gradova.

P: Koje mjere treba provesti da bi se razvoj odvijao po ovom prikazu

O: Potreban je čitav niz mjera. Od tih su najznačajnije:

1. Usmjeravanje potrošnje na najpovoljnije nosioce energije putem cijena i izgradnje energetskih postrojenja kod potrošača
2. Osiguranje ekonomične dobave prerade, transporta i korištenja energije što obuhvaća:
   Intenzivnije korištenje vodnih snaga
   Pojačanje istražnih radova na naftu i plin
   Uvoz koksnog ugljena i nafte uz kooperacije na bogatim svjetskim nalazištima
   Uvođenje nuklearne proizvodnje energije
   Primjenu privredno i tehničko-energetskih povoljnih procesa i postupaka
3. Ujedno najvažnije: Pravilna energetska politika usklađena sa osnovnim ciljem socijalističkog uređenja države a to je: Postizavanje što višeg i trajnijeg stupnja sreće i blagostanja širokih slojeva naroda.



Dijagram 4

Ovdje je prikazan usmjereni razvoj korištenja pojedinih nosilaca energije u milijardama kWh godišnje u razdoblju od 1960. do kraja ovog stoljeća.

Najjače se razvija upotreba nafte te zemnog plina. Ugljen, koji se danas troši najviše u industriji, upotrebljavao bi se krajem stoljeća najviše za termoelektrane. Biljno gorivo stalno opada, a vodne snage bi bile potpuno iskorištene i prije kraja stoljeća. Uvoz ugljena neizbježiv je zbog potreba na koksu, a uvoz sekundarne obuhvaća u prvom redu uzimanje goriva naših brodova u inozemnim lukama. Potkraj stoljeća bila bi već vrlo jaka i nuklearna proizvodnja energije.

KEMIJSKI PROBLEMI PRI PROJEKTIRANJU I POGONU TERMOELEKTRANA

Piero Sturla, Piacenza*

Problemi vezani s puštanjem u pogon moderne termoelektrane postavljaju se već od samog početka proučavanja termičkog ciklusa, to jest faze s kojom se, kako je poznato, kao prvom moramo suočiti nakon što je donesena odluka da se sagradi termoelektrična sekcija.

Ovdje ne želimo govoriti o problemima, koji se tiču strogo samog pogona već o cijelom onom kompleksu odluka i procedura koje se odnose na materijale ciklusa i kemijskih postrojenja u užem smislu koji omogućavaju brzo početno puštanje u pogon i brzo postizanje punog opterećenja, te osiguravaju pravilan rad jedinice sprečavajući taloženje u turbini i kotlu, pucanje cjevovoda te koroziju kotla i ciklusa općenito.

Prema tome treba u prvom redu vrlo pomno proučiti uključivanje sistema za filtriranje i pripremu kondenzata u ciklus, osigurati otplinjavanje sistema, te razraditi shemu ponovne cirkulacije za preliminarno čišćenje kružnih tokova itd.

Iduća osnovna tačka je izbor najprikladnijih materijala te njihova sukcesivna kontrola za vrijeme svih faza proizvodnje sve do montaže pojedinih sklopova uz pravilne procese njihove zaštite.

Kao zadnje treba proučiti i primijeniti sve procese od ispiranja i pranja ciklusa i kotla, koji neposredno prethode prvom puštanju centrale u pogon.

Za vrijeme ove zadnje faze potrebna je stroga kontrola svih kemijskih karakteristika tekućina koje cirkuliraju posvećujući naročitu pažnju nečistoćama u njima otopljenim ili u suspenziji, koje mogu potjecati i od materijala koji sačinjavaju osnovne dijelove sistema. Sada želimo ukratko istaći najglavnije gore spomenute tačke.

Što se tiče projekta, problem je preopširan da bi ovdje bio sa svih strana proučen. Ovdje je izložen samo kratak osvrt na problem izbora pripreme kondenzata.

Priprema kondenzata

Priprema kondenzata je poznata na prvom mjestu u kemijskoj industriji u procesima, gdje se ponovno upotrebljava kondenzirana voda, koja se iz dugih kružnih tokova gotovo sigurno vraća zagađena. Svrha ovih prvih instalacija bila je upravo ta da smanji nivo nečistoća na dovoljno niski ukupni nivo koji bi dozvoljavao upotrebu kondenzata za napajanje niskotlačnih kotlova.

Kontinuirano pročišćavanje kondenzata u termoelektranama razvilo se odvojeno uglavnom u dvije zemlje: u Njemačkoj radi česte primjene Benson kotlova, u kojima je dolazilo do pucanja cijevi što se pripisivalo djelomično taloženjima i stvaranju kora, te zagađivanja turbina koje su zahtijevale vrlo česta čišćenja; u SAD radi instaliranja prvih velikih superkritičnih jedinica, koje su zahtijevale potpuno odstranjivanje svih mogućih nečistoća iz kondenzata sve dok se ne bi dobila potpuno čista voda.

Ispitujući postrojenja za pripremu kondenzata koja se sada primjenjuju u velikim termoelektranama primijećeno je da postoji priličan broj različitih rješenja, koja na prvi pogled ne bi trebala postojati. S druge strane jednostavnost problema u stvari je više prividna nego realna, jer izbor postupaka za pripremu kondenzata ovisi o mnogim faktorima kao što su: karakteristike jedinice, materijal upotrijebljen u ciklusu voda-para, tip pogona, priroda vode za hlađenje kondenzatora itd. Pomno proučavanje svih ovih faktora otežano je i u toliko što svaka organizacija ispituje i rješava problem na osnovu shvaćanja koja proizlaze iz vlastitih iskustava, te često nema elemenata za usporedbu koji bi proizlazili iz iskustava ostalih elektrana.

Ukratko rečeno, komponente postrojenja za pripremu kondenzata mogu biti:

a) kvarcni filtri sa ili bez solcafloc ili aktivnim ugljenom
b) cilindrični ili lećasti filtri sa ili bez solcafloc ili aktivnim ugljenom
c) filtri sa djelomičnom demineralizacijom
d) demineralizacija sa miješanim filterom srednje ili velike brzine
e) postfilteri s uloškom
f) postfilteri sa iono-masom

Kao primjer sistema za pripremu kondenzata, koji se već upotrebljava može se navesti gotovo klasično rješenje primijenjeno u SAD i u većini talijanskih centrala. Taj se sistem sastoji od sheme predfiltriranje — demineralizacija — postfiltriranje. Prednosti ove sheme su prvenstveno u fazi prvog upućivanja u narednim upućivanjima i u slučaju gubitaka u kondenzatoru za vrijeme normalnog rada jedinice; ova se cjelina može potpuno zaobići. Kao varijanta ovog sistema može se primijeniti filtriranje sa djelomičnom demineralizacijom umjesto postfiltera s time da se ti filtri postave bliže izlasku iz ciklusa.

Izbor i kontrola materijala

Korištenje sve viših temperatura i tlakova u termoelektričnim kompleksima, primjena sve većeg broja kotlova sa prinudnom cirkulacijom i

---

* Šef službe E. N. E. L., Direkcije za gradnju nuklearnih termoelektrana ing. Piero Sturla, održao je dne 17. veljače 1967. na poziv Instituta za elektroprivredu u Zagrebu predavanje pod gornjim naslovom. Predavač je poznat stručnjak za kemijske i metalurške probleme vezane za primjenu raznih goriva u pogonima termoelektrana. Predavanje je održano na talijanskom jeziku, ali je simultano prevođeno na hrvatsko-srpski. Ovo su zabilješke s predavanja.

Ing. Piero Sturla na govorničkoj tribini

upotreba novih materijala u napojnom ciklusu zahtijevaju sistematsko proučavanje svih problema proizvodnje, potrebnih materijala, njihovog prikupljanja, montiranja i, konačno, upućivanja cijele jedinice.

Ova se potreba pokazala u svoj svojoj očiglednosti za vrijeme upućivanja zadnjih velikih superkritičnih jedinica ili jedinica sa prinudnom cirkulacijom u Americi.

Situacija u Italiji može se ukratko sažeti ako se kaže da se naišlo bilo na neprilike prouzrokovane proizvodnim greškama na primijenjenim materijalima, naročito na kotlovskim ciljevima, bilo na neprilike uzrokovane nepažljivim rukovanjem pri montiranju što se prvenstveno odnosi na čistoću kružnih tokova.

S druge strane bilo bi nepravilno pretpostaviti da bi veća pažnja kod proizvodnje cjevovoda i veća pažnja kod montiranja bile dovoljne da se ove neprilike izbjegnu. Postoje osnovni problemi strogo vezani za tehniku upućivanja, koji nameću detaljno ispitivanje procesa ponovne cirkulacije, kiselog pranja i ispuhavanja; no ne budu li riješeni problemi vezani uz fazu proizvodnja-montaža, i najpažljivije proučavanje procesa samog upućivanja bit će potpuno uzaludno.

Ukratko moramo podsjetiti na važnost procesa proizvodnje cijevi, a nadasve na to, da sve faze proizvodnje u tvornici, sakupljanje materijala i montaža na gradilištu moraju biti izvedene na takav način da se spriječi zaostajanje silicija, željeznih oksida i raznih drugih tvari u ciklusu, a koje se ne uvijek sasvim uspješno mogu odstraniti samo dugim ispiranjima i ispuhivanjima.

Neispravna proizvodnja cijevi u tvornici ili nepažljiva montaža na gradilištu dovode skoro uvijek do toga, da se u kotlu, a naročito u pregrijačima nataloži mješavina željeznih oksida i raznog drugog materijala u tolikoj količini, da svedu cirkulaciju pare u određene serpentine što u najboljem slučaju zahtijeva dugo upućivanje pod niskim opterećenjem kako bi se odstranio sav silicij iz ciklusa.

Da bi se izbjegle sve ove neprilike razrađene su sheme postupaka za svaku pojedinu fazu proizvodnje, prikupljanja i montaže.

Što se tiče kontrola, koje treba izvršiti za vrijeme proizvodnih ciklusa i na njihovu završetku radi kolaudacije i preuzimanja, svrha je tih kontrola da se utvrdi da li mehanička svojstva materijala odgovaraju traženim karakteristikama, te da eliminiraju sve one dijelove, koji imaju nedopustive greške.

Među destruktivnim metodoma treba spomenuti kemijske analize kojima se utvrđuje da li materijal odgovara specifikacijama; zatim metalografska ispitivanja za kontrolu strukture metala; za točno ocjenjivanje sloja oksida koji treba obraditi (tehnika elipse) i stvarnog stanja očišćenosti unutarnjih površina, za ocjenjivanje minimalnih površinskih grešaka i za kontrolu termičkih obrada, kojima je bio podvrgnut materijal; i na kraju tehnološki pokusi za ocjenjivanje mehaničkih svojstava materijala i to da odgovaraju traženim karakteristikama.

Uz klasična ispitivanja, koja su u većini destruktivna sve se više primjenjuju nedestruktivna ispitivanja koja se proširuju na cijelu proizvodnju. Za ova ispitivanja primjenjuje se tehnika ultrazvukova za kontrolu grešaka do 0,2 mm i debljine; magnetoskopska kontrola, kontrola pomoću parazitnih struja, radio i gamagrafske kontrole, te tehnika ispitivanja mikrostrukture pomoću otisaka.

Očuvanje materijala do puštanja u pogon

Poslije gore spomenutih procesa, koji dovode do proizvodnje materijala s unutarnjom površinom bez oksida, ali vrlo osjetljivih na atmosfersku oksidaciju, proizlazi da je neophodno provesti efikasnu zaštitu materijala bilo u toku raznih faza rada, bilo nakon završenog posla a prije upućivanja jedinice.

Dosadašnja iskustva s tog područja unatoč većem broju različitih tipova zaštitnih sredstava na tržištu ne dozvoljavaju da se s točnošću utvrdi koji je tip ili proizvod najbolji. Osnovna svojstva dobrog zaštitnog sredstva moraju biti:

a) jednostavna primjena
b) efikasna i trajna zaštita od oksidacije i atmosferske korozije
c) antihigroskopska svojstva, koja osiguravaju zaštitu i na vlazi
d) lako odstranjivanje
e) niska cijena.

Naročitu pažnju valja posvetiti materijalima za vrijeme uskladištenja, transporta i montaže.

Prvo puštanje u pogon

Neposredno prije puštanja termoelektričnog postrojenja u pogon treba izvršiti niz osnovnih operacija, koje treba proučiti i provesti s mnogo pažnje, da bi se čim prije postiglo maksimalno opterećenje i dobar rad jedinice.

Spomenute operacije jesu:

a) hidraulička proba kotla
b) alkalično pranje
c) kiselo pranje
d) ispuhavanje kružnog toka pare

Što se tiče prve točke najvažniji problem koji se može ponovno javiti je zaštita kotla ako treba u njemu izvršiti važnije poslove nakon hidrauličke probe, jer tada sve unutarnje površine ostaju izložene oksidacionom djelovanju zraka, čije korozivno djelovanje nikakav naknadni postupak ne može popraviti.

Osnovna svrha alkaličnog pranja je odstranjivanje ulja, masnoća i ostataka od obrade, ali ukoliko se ono vrši uz odgovarajuću brzinu, može postići značajne rezultate u odstranjivanju željeznih oksida i općenito nečistoća iz ciklusa, uključujući ovamo i silicij. Efikasnost alkaličnog pranja uvelike je poboljšana ako je moguća kompletna ponovna cirkulacija kružnih tokova kroz dovoljno dugo vrijeme.

Svrha kiselog pranja jeste da odstrani čvršće prionute ljuske nečistoće i da pripremi pravilno

Pogred na dvoranu za vrijeme predavanja

pasiviziranu površinu, te da na taj način olakša zaštitu jedinice za vrijeme prvih osjetljivih faza upućivanja.

Kemijske kontrole

Kemijske kontrole koje treba izvršiti za vrijeme početnog upućivanja su mnogobrojne i tačno određene. One međutim zahtijevaju:

a) kvalifikacionu radnu snagu
b) kemijski laboratorij s adekvatnim instrumentarijem koji je već u pogonu
c) aparate za uzimanje uzoraka pripremne za upotrebu
d) standardizirane analitičke metode

Kontrolne tačke jesu:

a) napajanje
b) kotao
c) para
d) kondenzat

Analize koje treba izvršiti jesu:

pH — amonijak — vodljivost — silicij — željezo — bakar — alkalinitet kotlovske vode — alkalinitet pare — kisik i vodik.

NAPOMENA

1. Granice propisane na osnovu pogodbe s konstruktorom kotla treba dostići već kod prvog puštanja u pogon.
2. Za sve jedinice porast opterećenja i pritiska uvjetovan je slijedećim:

a) apsolutnom vrijednošću silicija u napojnoj vodi u kotlu i u pari (ako je vrijednost silicija iznad dozvoljenih granica čišćenje se vrši pri pritisku između 50 i 70 kg/cm^2)
b) odsutnošću kalcija i magnezija
c) ukupnom slanošću u granicama
d) kod kotlova s prinudnom cirkulacijom: dostizanjem granica željeza i bakra u otopini i suspenziji.

3. Ravnoteža ubačenih i ispražnjenih reagenata vrlo je važna za određivanje indeksa sekvestracije jedinice.
4. Kontrola silicija i fosfata kod svakog upućivanja ili zaustavljanja da bi se utvrdila tendencija jedinice k »hide out-u« (hide out od oko 20 % je podnošljiv, no ako je viši treba potražiti uzroke).
5. Sastavljanje silazne krivulje vrijednosti vodika najsigurnije je sredstvo za kontrolu pravilne pasivizacije površina.

Dipl. ing. Piero Sturla

Članak: »Određivanje korišćenja akumulacionog bazena hidroelektrane na digitalnom računskom stroju«

autor Juraj Keglević (Energija 1—2 1967.)

Proračun energetskog bilansa voda u akumulaciji moguće je sprovesti pod različitim zadatim uslovima. Cilj ovog proračuna je:

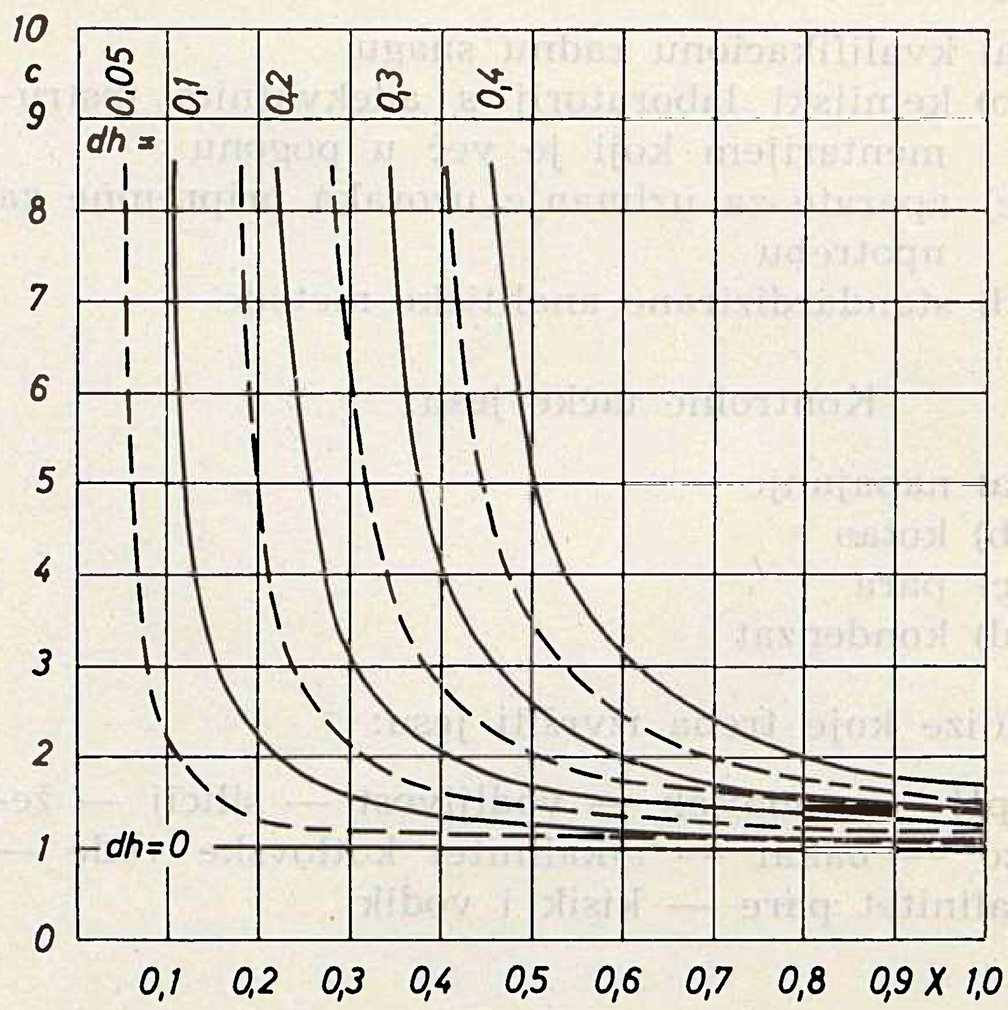
a) Da se odredi proizvodnja električne energije, snaga, turbinski proticaji, stanje akumulacije i padova u svakom vremenskom intervalu.

b) Da se na osnovu izvršnog proračuna za protekli period sa poznatim doticajima, dobije niz podataka o stanjima akumulacije i turbinskim proticajima, koji bi posłužili za dalje planiranje rada akumulacije korištenjem računa verovatnoće.

Predložena šema proračuna. Način proračuna predložen u članku polazi od već unapred zadatih poželjnih stanja *Ap*, gde je p = 1 . . . 12, što znači korišćenje akumulacije je za svaku godinu isto bez obzira na hidrološku situaciju te godine. Ovakvo izravnavanje, u svakom slučaju ne predstavlja najpovoljnije korišćenje same elektrane, niti njeno uklapanje u konzum, jer godine mogu biti sušnije ili vlažnije, a proletnje ili jesenje velike vode mogu biti vremenski pomerene, dok u proračunu ostaje isti uslov rasporeda poželjnih stanja akumulacije u toku godine.

Ovako sprovedena analiza za protekli period sa poznatim doticajima ne može da posluži kao podloga za planiranje rada akumulacije u daljem pogonu. Rezultati dobijeni na ovaj način identični su sa postavljenim ulaznim uslovom rasporeda poželjnih stanja akumulacije, bez potvrde da je takav raspored najpovoljniji.

U časopisu »Elektroprivreda« 11—12 od 1965. god. štampan je članak: »Program za računsku mašinu koji obezbeđuje optimalno korištenje akumulacione hidroelektrane u sistemu«. Po ovom programu energetski proračun korištenja akumulacije obavlja se uz uslov da dopuna iz akumulacije u datim vremenskim intervalima zamenjuje energetski izvor čiji je kWh skuplji $c_1\, c_2 \ldots . c_n$ puta od vrednosti kWh pri protočnom korištenju iste elektrane. Pri tome se iterativnim postupkom odabira i štampa ono korištenje koje za posmatranu godinu ili ciklus datih hidroloških karakteristika, daje maksimalnu vrednost valorizovane proizvodnje. Korištenjem ovog programa moguće je obaviti energetske proračune vodeći računa o energetskim parametrima elektrane, o hidrološkoj situaciji svake godine i o situaciji u konzumu, tj. o cenama raspoloživih energetskih izvora sposobnih da izvrše dopunu pri datim zahtevima konzuma. Opisani program ostavlja otvorenu mogućnost svakog uklapanja elektrane u konzum, a da se pri tome izvrši optimizacija uz uslov maksimalne valorizovane proizvodnje.



Dijagram 1.

Rezultati dobijeni na ovaj način mogu se koristiti za planiranje rada akumulacije. Dispečerski dijagrami izrađeni na osnovu dobijenih rezultata za protekli period, a praćenjem nastale hidrološke situacije, omogućuju korištenje akumulacione elektrane tako da se njena akumulaciona energija koristi optimalno.

Na »Trećem savetovanju o eksploataciji hidroelektrana Jugoslavije« 1966. u Ohridu prikazana je izrada dispečerskog dijagrama na bazi sprovedenog proračuna po navedenom programu. (Referat pod naslovom: »Optimalno korištenje akumulacione hidroelektrane u pogonu — dispečerski plan«.)

U časopisu »Elektroprivreda« 5—6 od 1967. štampan je članak: »Predlog za izradu plana pogona hidroelektrane — dispečerski plan«. U članku je dato matematsko obrazloženje izrade dispečerskog plana iz stohastičkih funkcija formiranih na osnovu obavljenog proračuna za protekli period.

Pomenuti kriterijum

U zaglavlju članka J. Keglević piše: »Kod izrade dijagrama toka računanja primjenjena je metoda korišćenja akumulacija po kriteriju izravnavanja proizvodnje termoelektrana«. Međutim ako se pogleda prikazani dijagram sl. 6 kao i delovi iz kojih je sastavljen može se zaključiti da on prikazuje proračun energetskog bilansiranja pod krutim uslovom zadatih stanja akumulacije, koja ne moraju biti zadata po kriterijumu izravnavanja termoproizvodnje, pa se ne vidi kako dijagram na sl. 6 predstavlja primenu navedene metode.

Kako je ovde reč o metodi korištenja akumulacija po kriterijumu izravnavanja termo-proizvodnje treba napomenuti da korišćenje akumulacione hidroelektrane po ovom kriterijumu ne mora uvek biti najpovoljnije ni za samu elektranu ni za konzum. Kao potvrda toga, korišćenjem uz ovaj komentar priloženog dijagrama, dobijenog posebnom analizom, može se odrediti do koje mere treba prazniti akumulaciju pa da dobijena dopuna, usled gubitaka u ukupnoj proizvodnji elektrane, ne bude skuplja od dopune i najskupljeg raspoloživog termoizvora. Na priloženom dijagramu upotrebljene su sledeće oznake:

$$c = \frac{C_1}{C_2} \text{ gde je}$$

C_1 — cena kWh termo-izvora koji bi obezbedio dopunu, ako se ne koristi akumulacija posmatrane elektrane

C_2 — cena kWh hidroelektrane pri protočnom korišćenju.

$$X = (1 - q)\, dh + v \cdot h_{sr}\,.$$

$$q = \frac{Q_k \cdot t_k}{\Sigma\, Q \cdot t}\,;$$

Q_k — srednji doticaj u fazi korišćenja akumulacije
t_k — vreme korišćenja
$\Sigma\, Q_t$ — ukupan doticaj (m³) u fazi korišćenja i punjenja akumulacije.

$$v = \frac{V}{\Sigma\, Q\, t}\,;$$

V — veličina akumulacije koja se koristi

$$h_{sr} = \frac{H_{sr}}{H_m}\,;$$

H_m — pad postrojenja pri punoj akumulaciji;
H_{sr} — srednji pad usled korištenja akumulacije V; $dh = 1 - h_{sr}$.

Radi poređenja analiziran je slučaj korišćenja dve akumulacione elektrane Jablanice i Kokin Brod—Bistrica.

Dok se na Jablanici korišćenje akumulacije znatno odražava na gubitak srednjeg pada, dotle korišćenje akumulacije Kokin Brod na ukupnom padu Kokin Brod — Bistrica nema velikog uticaja na gubitak pada.

Kakvo korišćenje ovih elektrana treba da bude u sistemu zavisiće od zahteva konzuma i cena kWh raspoloživih energetskih izvora. Razmatraće se korišćenje HE Jablanica u nekoj godini srednjeg protoka $Q = 120$ m³/sec. Vreme korišćenja akumulacije je 3 meseca pri čemu je srednji protok Neretve $Q = 45$ m³/sec. Ako se koristi 50 % korisne akumulacije ($V_k = 290 \cdot 10^6$) ili $V = 145 \cdot 10^6$ m³ nivo u jezeru spušta se za približno 10 m.

Iz dijagrama na sl. 4* za $x = \frac{10}{60} = 0{,}1667$ dobija se $h_{sr} = 0{,}915$ ili gubitak na srednjem padu $dh = 0{,}085$; kako je ukupan godišnji dotok $\Sigma\, tQ = 120 \cdot 31{,}5 \cdot 10^6 = 3.800 \cdot 10^6$ dobija se:

$$v = \frac{V}{\Sigma\, Q\, t} = \frac{145 \cdot 10^6}{3800 \cdot 10^6} = 0{,}0382 \quad \text{i}$$

$$q = \frac{Q_e}{\Sigma\, Q \cdot t} = 0{,}094$$

Prema priloženom dijagramu

$$X = (1 - q) \cdot dh + v \cdot h_{sr} = (1 - 0{,}094) \cdot 0{,}085 + 0{,}0382 \cdot 0{,}915$$

$X = 0{,}112$ i $dh = 0{,}085$ dobija se $c = 4{,}1$ što znači da bi ovakvo korišćenje hidroelektrane Jablanice u godini koja ima navedene hidrološke uslove, bilo opravdano jedino kada bi situacija u konzumu bila takva, da bi se inače morao uključiti energetski izvor čiji je kWh 4,1 puta skuplji od kWh pri protočnom korišćenju Jablanice. Ako bi se postavilo pitanje i daljeg pražnjenja akumulacije na primjer 80 % korisne zapremine analiziraće se pri kakvim bi uslovima ovo bilo opravdano.

I dalje je

$$q = 0{,}094\,; \quad v = \frac{232 \cdot 10^6}{3800 \cdot 10^6} = 0{,}061$$

Da bi se koristila akumulacija od $V = 232 \cdot 10^6$ m³ nivo bi morao da se spusti za približno 25 m. pa je:

$$x = \frac{25}{60} = 0{,}415\,, \text{ a } h_{sr} = 0{,}81 \text{ i } dh = 0{,}19$$

$$X = (1 - q)\, dh + v \cdot h_{sr} = 0{,}231 \text{ pa se dobija } c = 5{,}65$$

Iz gornjeg izlazi da do ovako velikog pražnjenja akumulacije jedino bi bilo opravdano da dođe u slučaju ako bi se inače morao koristiti energetski izvor čiji je kWh 5,65 puta skuplji od kWh HE Jablanica pri protočnom korišćenju.

Još je nepovoljnija situacija ako se ima u vidu da se Jablanica 2 puta u toku godine prazni i puni. Isti račun sproveden za postrojenje Kokin Brod — Bistrica pokazuje da se pri korišćenju 80 % akumulacije dobija $c = 1{,}12$, što znači da na ovako korišćenje akumulacije treba ići pri uključivanju drugih skupljih energetskih rezervi.

Izneta analiza treba da pokaže kako forsirano korišćenje akumulacija, da bi se postiglo izravnavanje na ujednačenu termo-proizvodnju, može često da bude ekonomski neopravdano.

Jelena Vučetić, dipl. ing.

---

* Određivanje H_{sr} dato je u publikaciji: »*Influence de divers paramètres sur la détermination du volume le plus approprié de retenu*« — Symposium sur l'hidrologie des lacs et réservoirs. (UNESCO) Italie 9—15—1966 i »Elektroprivrede« 11—12. 1966.

Odgovor autora na osvrt Jelene Vučetić

Smatram da je ing. J. Vučetić, na žalost, pogrešno shvatila moj članak. Iz izlaganja članka i iz cjelokupnog sadržaja vidi se da on nije napisan sa svrhom da prikaže metodu korištenja akumulacionih bazena po kriteriju izravnavanja proizvodnje termoelektrana, nego mogućnost praktičnog proračuna korištenja akumulacionog bazena na digitalnom računskom stroju, uz primjenu kriterija izravnavanja proizvodnje termoelektrana.

Cilj proračuna korištenja akumulacionog bazena, koji je naveden u osvrtu mogao bi se nadopuniti. Stvarno nije prvenstveni cilj — naročito prilikom projektiranja akumulacije — odrediti proizvodnje i protoke akumulacione hidroelektrane za one prirodne protoke koji su se pojavili u prošlosti, nego na temelju tih prirodnih protoka i karakteristika akumulacione hidroelektrane odrediti mogućnosti njezinog korištenja u budućnosti. Kod takve analize koja teži za određivanjem mogućnosti iskorištenja akumulacije u budućnosti, ne možemo međutim poći od pretpostavke da je raspored prirodnih protoka poznat unaprijed. Analiza koja pretpostavlja da je raspored prirodnih protoka poznat unaprijed, ne može dati uvid u realne mogućnosti korištenja akumulacije, budući da u praktičnom pogonu ne možemo predvidjeti dotok čak niti 1 mjesec unaprijed.

Iz navedenog razloga nije moguće poželjna stanja u akumulacionom bazenu dovesti u neposrednu ovisnost o vlažnosti ili sušnosti godine. Nije, naime, unaprijed poznato kakva će biti hidrološka situacija u narednih nekoliko mjeseci. Zbog toga se smatra poželjnim održavati u akumulaciji ona stanja, koja su prethodnom analizom prilika u cjelokupnom elektroenergetskom sistemu (za promatrano stanje izgradnje), uz pretpostavku poznatog niza protoka iz prošlosti, dobivena kao prosječno najpovoljnija. Ipak, u slučaju pojave sušnih mjeseci, vrši se dodatno pražnjenje akumulacije, što je u članku navedeno u tački 5.

Nadalje, u osvrtu se iznosi prigovor da se iz sl. 6. ne vidi, da prikazani postupak predstavlja primjenu kriterija izravnanja proizvodnje termoelektrana, odnosno izražava se sumnja da prikazani postupak ne mora predstavljati primjenu kriterija izravnanja proizvodnje termoelektrana. Međutim, nije namjera sl. 6. kao niti cijelog članka da objasni samu metodu, nego da prikaže praktičan proračun na računskom stroju, kao što je na početku spomenuto. Sama metoda i obrazloženje praktičnog postupka koji iz nje proizlazi nalazi se u literaturi 1. i 2., koja je navedena na kraju članka. Proračun, koji je prikazan u članku potpuno odgovara metodi i njenoj praktičnoj primjeni, koja je prikazana u lit. 1. i 2., a temelji se na kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana, pa zato u tom pogledu ne može biti nikakve sumnje.

Da li kriterij izravnanja proizvodnje termoelektrane daje optimalno korištenje akumulacionog bazena? Rezimirat ćemo ukratko samu metodu. Način korištenja akumulacionog bazena svakako ovisi o prilikama u elektroenergetskom sistemu u kojem se on koristi. Zato polazimo od određenog stanja izgradnje sistema i podataka o potrebama potrošača. Najprije određujemo proizvodnju svih hidroelektrana u sistemu za 30-godišnje razdoblje iz prošlosti, uz praktično korištenje akumulacionih hidroelektrana tj. bez korištenja akumulacionih bazena. Razlike ukupnih potreba i proizvodnji svih hidroelektrana predstavljaju potrebne proizvodnje termoelektrana. Zatim zbrojimo energetske vrijednosti svih akumulacionih bazena tj. u prvom dijelu analize smatramo da svi akumulacioni bazeni čine jedan ekvivalentni bazen. Vodeći računa o veličini ekvivalentnog bazena vršimo zatim maksimalno moguće izravnanje proizvodnji termoelektrana, smatrajući da je njihov raspored u promatranom 30-godišnjem razdoblju poznat. Dobiveni rezultat daje minimum troškova u elektroenergetskom sistemu, uz slijedeće pretpostavke:

a) karakteristika ovisnosti troškova termoelektrana o angažiranoj snazi je uzlazna, ima uzlaznu derivaciju i ne mijenja se s vremenom;
b) proizvodnja hidroelektrana nije ovisna o padu;
c) postoji dovoljno velika instalirana snaga svake hidroelektrane, koja omogućuje potrebno pražnjenje akumulacije;
d) postoji dovoljan dotok u svaku hidroelektranu, koji omogućuje potrebno punjenje akumulacije;
e) gubici u mreži ne ovise o načinu korištenja akumulacija;
f) potrošači traže samo konstantnu energiju iz termoelektrana.

Činjenica je, da ove pretpostavke u mnogo slučajeva nisu ispunjene. Pored toga dobiveni način korištenja akumulacija neće se ostvariti u budućnosti zbog drugačijeg rasporeda protoka, pa dakle, dobiveni minimum troškova nije moguće ostvariti.

Ipak, opisana analiza omogućuje utvrđivanje kriterija korištenja akumulacionog bazena, koji uzima u obzir da protoci nisu poznati unaprijed. Kao baza uzeta su za svaki mjesec u godini ona stanja koja se u ekvivalentnom bazenu pojavljuju s vjerojatnošću 50%. Dobivena stanja mogu poslužiti s jedne strane za postavljanje dispečerskog plana korištenja već izgrađene akumulacije, ili za određivanje realnih mogućnosti korištenja akumulacionog bazena, u svrhu kalkulacija njegovog predvidivog ekonomskog efekta — prilikom projektiranja ili u pogonu. Ta stanja nazivamo poželjnim stanjima. Izračunavamo ih u postocima od ukupne energetske vrijednosti ekvivalentnog bazena. Primjenom tih postotaka na energetsku vrijednost pojedine akumulacije dolazimo do poželjnih stanja u svakom pojedinom bazenu. Ovdje treba, u slučaju promjenljivog pada, odrediti volumene bazena koji odgovaraju poželjnom stanju, izraženom energetskim jedinicama. Kod ove druge analize, koja se vrši za svaku hidroelektranu posebno, uzimaju se u obzir ograničenja zbog dotoka, instalirane snage hidroelektrane potrebnog minimalnog protoka, kao i ovisnost pada o stanju u akumulaciji. Na digitalnom računskom stroju vrši se samo ovaj drugi dio proračuna, budući da se on vrši za svaku hidroelektranu posebno, pa

se za taj dio isplati izraditi program. Smatram da prikazana metoda ostvaruje takvo korištenje akumulacionih bazena, koje osigurava približenje minimumu troškova u elektroenergetskom sistemu, i daje uvid u realne mogućnosti iskorištenja akumulacije.

U osvrtu se predlaže upotreba metode korištenja akumulacionog bazena, koju je razvio autor osvrta.

Metoda se bazira na zadanoj cijeni vode, koja se koristi u hidroelektrani u pojedinim vremenskim intervalima. Čini mi se da najveću poteškoću u primjeni te metode predstavlja baš određivanje cijena vode u pojedinim vremenskim intervalima. Jasno je, dakako, da u slučaju proizvoljnog odabiranja tih cijena i rezultat treba smatrati proizvoljnim. Tu cijenu možemo definirati kao cijenu izvora, koji bi zamijenio proizvodnju hidroelektrane, kod čega nije sasvim jasno, da li se radi o ukupnoj cijeni ili samo o promjenjivim troškovima.. Osim toga ta cijena nije ista za pojedine mjesece u godini (to ing. J. Vučetić i uzima u obzir), ali ona nije ista niti za iste mjesece u različitim godinama, budući da ona ovisi o momentanoj hidrološkoj situaciji u elektroenergetskom sistemu.

Na kraju treba uvažiti i činjenicu, da cijena vode ovisi o samom načinu korištenja promatranog bazena, što upravo želimo odrediti. Ako te cijene tokom proračuna smatramo konstantnim, dobivamo, npr., za sasvim male razlike u cijenama — u slučaju male promjenjivosti pada i ukupnog stupnja djelovanja — ekstremno velike oscilacije akumulacionog bazena.

Bez sumnje postoji potreba daljnjih usavršavanja metoda za korištenje akumulacionih bazena. Treba naći metode, koje će se — eliminiranjem pojedinih pretpostavki — sve više približiti stvarnim uvjetima pogona i uz te uvjete odrediti takvo korištenje akumulacionih bazena koje će osigurati minimum troškova proizvodnje u elektroenergetskom sistemu. Takva jedna metoda trebala bi uzeti u obzir slijedeće faktore.

a) uzevši u obzir dotoke svake pojedine hidroelektrane u sistemu, za višegodišnje razdoblje iz prošlosti, karakteristike svake pojedine hidroelektrane (ovisnost snage o protoku i padu), karakteristike svakog akumulacionog bazena (ovisnost pada o stanju u bazenu), veličine instaliranih protoka i veličine akumulacionih bazena, te karakteristike termoelektrana u sistemu — trebalo bi odrediti takvo korištenje svakog pojedinog akumulacionog bazena, koje daje minimum troškova u promatranom elektroenergetskom sistemu;

b) na temelju rezultata analize navedene pod a) trebalo bi odrediti najpovoljniji algoritam za korištenje svakog pojedinog akumulacionog bazena u budućnosti.

Taj algoritam trebao bi na osnovu poznatih veličina: ukupnih potreba, stanja u pojedinom akumulacionom bazenu, dotoka u pojedini akumulacioni bazen u promatranom mjesecu i opće hidrološke situacije u elektroenergetskom sistemu, odrediti propis za korištenje svakog pojedinog bazena. Navedeni algoritam odredio bi se iznalaženjem korekcionih veza između poznatih i traženih veličina, a na temelju analize provedene za razdoblje iz prošlosti. Kod toga treba parametre algoritma tako podesiti, da se — u okvirima tog algoritma — postigne minimum troškova u sistemu.

Upotrebom računskih strojeva sigurno je moguće ovakvu metodu razviti i primijeniti.

Juraj Keglević, dipl. ing.

Prognoza Euratoma o razvoju proizvodnje električne energije u nuklearnim elektranama

EURATOM je evropska zajednica za atomsku energiju. Cilj zajednice je razvijanje istraživačke djelatnosti na području proučavanja i eksploatacije atomske energije. U zajednicu su učlanjene Francuska, Belgija, Luksemburg, Italija i SR Njemačka. Ugovor o osnivanju zajednice potpisan je u Rimu 25. III 1957. Glavni organi zajednice preko kojih ona djeluje su: Skupština od 142 člana, Vijeće ministara od 17 članova, Atomska komisija od 5 članova. Uz ovu komisiju kao savjetodavno tijelo djeluje i Naučni i tehnički komitet od 20 članova. Sud zajednice rješava sporove između zemalja članica. Cilj zajednice je osiguranje ubrzanog razvoja nuklearnih industrija i time stvaranje uvjeta za podizanje životnog standarda zemalja članica kao i za razvoj njihovih međusobnih trgovinskih odnosa.

Na poticaj Atomske komisije EURATOM održan je od 12. do 14. aprila 1965. simpozij u Veneciji na temu dugoročnog razvoja nuklearne energije.

Prema čl. 40 EURATOM-ugovora, Atomska komisija je obavezna u određenim vremenskim razmacima objavljivati programe proizvodnje nuklearne energije i odgovarajućih investicija za ostvarenje ciljeva zajednice.

Prema prvoj razradi programa ove komisije potrošnja električne energije na području članica EURATOM razvijat će se kako slijedi:

	Razdoblje
	1960. do 1965.
ostvarena stopa rasta	7,5%
	1966. do 1970.
prognozirana stopa rasta	7,0%
	1971. do 1980.
Prognozirana stopa rasta	6,5%
	1981. do 2000.
prognozirana stopa rasta	6,0%

Na tablici 1 prikazane su prognozirane količine potrošnje električne energije područja EURATOM.

Prognoza potrošnje električne energije članica Euratom od 1965. do 2000. godine

Tablica 1

Godine	1965	1970	1975	1980	1990	2000
Potrošnja TWh	409	574	789	1080	1930	3450

Udio nuklearnih elektrana u pokriću ovih količina potrošnje električne energije osniva se na već poznatim ili objavljenim projektima izgradnje nuklearnih elektrana. Ocjenjuje se da će u razdoblju od 1980. do 2000. godine najmanje 2/3 potrebne nove energije proizvesti nuklearne elektrane. Međutim, s obzirom na tempo razvoja nauke i tehnike i na njihova predvidiva dostignuća do 1980. godine predviđa se da će u razdoblju od 1980. do 1990. nuklearne elektrane proizvoditi ekonomičnije od konvencionalnih termoelektrana, utoliko više što će cijene konvencionalnih fosilnih energetskih goriva (ugljen, loživo ulje, plin) rasti. U tim se uvjetima može očekivati da će cijeli porast potrošnje električne energije nakon 1980. ili 1990. proizvesti nuklearne elektrane. Na temelju ove hipoteze 50% instaliranih snaga elektrana EURATOM otpalo bi 2000. godine na nuklearne elektrane.

Razvoj proizvodnje nuklearnih elektrana članica EURATOM prikazuju podaci tablice 2.

Razvoj izgradnje i proizvodnje nuklearnih elektrana na području Euratom

Tablica 2

Godine	Ukupno instalirana električna snaga 1. januara MW	Godišnje satno iskorištenje	Godišnja proizvodnja TWh
1970	3.700	6.000	22
1975	12.000	6.000	72
1980	40.000	6.000	240
1990	140.000	5.500	770
2000	370.000	5.000	1.850

Uvoz energije na područje članica EURATOM iznosio je prije Drugog svjetskog rata 5% potreba. Već 1960. uvoz energije je porastao na 27% a 1965. na 50% potreba (od čega 80% otpada na arapske države Srednjeg istoka i na Sjevernu Afriku). Ocjenjuje se da će uvoz energije porasti do 1975. na preko 50% do 2/3 potreba. Uvoz energije će i kod ostvarenja programa i izgradnje nuklearnih elektrana u 2000. godini iznositi još uvijek oko 50% potreba. S time u vezi izgradnja nuklearnih elektrana prema ovom programu, bez obzira na razvoj proizvodnih cijena konvencionalnih termoelektrana i nuklearnih elektrana, predstavlja doprinos sigurnosti opskrbe električnom energijom.

Diskusija uz »Izvještaj o poslovanju i izgradnji u elektroprivredi SRH u 1966. godini«

Na XV sjednici Upravnog odbora Poslovnog udruženja »Udružena elektroprivreda SR Hrvatske« održanoj 7. VII o. g., razmatran je Izvještaj o poslovanju i izgradnji elektroprivrede SRH u 1966. koji se podnosi republičkim društvenim organima. Direktor Biro-a udruženja Ivo Božin, dipl. ing. u uvodnoj diskusiji iznio je slijedeće:

Kod izrade izvještaja o poslovanju u elektroprivredi SRH u 1966. godini i realizaciji plana izgradnje za tu godinu, smatrali smo da je potrebno da se osim brojčanih podataka o rezultatima poslovanja dade i kritička ocjena postojećeg stanja i odnosa.

Za razliku od ranijih zakona, sadašnji Osnovni zakon o elektroprivredi nije propisao ni organizacione forme, ni način reguliranja ekonomskih odnosa unutar elektroprivrede, koje on inače u ovu privrednu granu uvodi, već je pošao od pretpostavke da će elektroprivredna poduzeća sama regulirati te odnose na način kako to najbolje odgovara elektroprivredi, polazeći od toga da je kod čistih ekonomskih odnosa unutar elektroprivrede i između nje i potrošača, snabdijevanje postojeće i buduće potrošnje električne energije uz što niže troškove proizvodnje i vlastiti interes same elektroprivrede, jer joj samo to osigurava maksimalizaciju dohotka, porast lične i zajedničke potrošnje i povećane potrošnje. U vezi s time, mislimo da je potrebno vidjeti da li postoji mogućnost da se ekonomski odnosi među udruženim poduzećima riješe na takav način koji će svakom od njih garantirati veću efikasnost privređivanja, a prema tome i bolji ekonomski položaj, odnosno da li postoji zajednička platforma, kako u prostoj tako i u proširenoj reprodukciji koja bi bila prihvatljivija i ekonomski interesantna za sva udružena poduzeća.

Prosta reprodukcija

Snabdijevanje postojećih kao i novih potrošača električnom energijom uz što niže troškove proizvodnje i nabave, svakako da je osnovni zadatak elektroprivrede. Zato je potrebno načiniti analizu koja bi trebala da pokaže kako se taj zadatak realizirao, kako u proteklom razdoblju za koji se podnosi izvještaj, tako i u budućem a osobito nakon, zakonom utvrđenog prelaznog razdoblja, tj. poslije 1968. godine.

Iako su, u prelaznom periodu do zaključno 1968. godine, uvjeti poslovanja regulirani određenim zakonskim obavezama, kao što su:

— postojanje i obaveznost godišnje bilance Zajednice jugoslovenske elektroprivrede,
— propisani tarifni sistem i tarifni stavovi o prodaji električne energije,
— zakon o redoslijedu ograničenja potrošnje električne energije,

a što onemogućava da ekonomski odnosi dođu do potpunog izražaja, ipak se može i korisno je da se ukaže, da li i u postojećim uvjetima bolje koordiniranje u korištenju kapaciteta može utjecati na smanjenje troškova poslovanja udruženih poduzeća.

U pomanjkanju kompleksne analize rada i iskorištenja elektrana i nabave električne energije iz drugih područja (što je velik i za ovu svrhu nepotreban posao), poslužit ćemo se podacima o korištenju plaćene snage od strane elektroprivrede SR Hrvatske i usporediti ih s podacima o tome kako se koristi plaćena snaga od strane elektroprivrednih poduzeća SR Slovenije. Pri tome treba imati u vidu da ova usporedba nije sasvim realna i da u stvari umanjuje rezultate koji se mogu postići u SR Hrvatskoj, s obzirom da je kvalitet elektrana u SR Hrvatskoj u odnosu na mogućnost prilagođavanja konzuma bolji od mogućnosti elektrana u SR Sloveniji.

Prema ovim podacima, korištenje snage u satima, plaćene za pun iznos sati u toku jednog mjeseca iznosilo je, i to u onim mjesecima u kojima je nabavljena količina električne energije bila u 1966. godini veća od 20 GWh, kako slijedi:

	I	II	III	IV	V	VI—X	XI	XII
SRH (sati)	450	450	450	450	450	450	450	450
SR Slovenija (sati)	674	582	636	562	530	—	650	512

Ako se snaga valorizira prema važećim tarifama proizlazi da bi naša poduzeća — da su kupljenu snagu koristila makar i samo onako kako su to činila poduzeća SR Slovenije — troškove nabave u 1966. godini bila smanjila za 2 mln novih dinara.

Za prvih pet mjeseci 1967. godine odnosi su pod istim pretpostavkama ovakvi:

	I	II	III	IV	V
SRH (sati)	563	558	700	482	430
SR Slovenija (sati)	740	688	720	511	343

Iz podataka za protekli period 1967. godine vidi se napredak u korištenju plaćene snage u odnosu na 1966. godinu, ali još uvijek je snaga plaćena više nego kod poduzeća SR Slovenije za cca 1 mln novih dinara, što znači da se do kraja godine može očekivati ista razlika, kao i u prošloj godini, tj. za oko 2 mln novih dinara.

Izneseni podaci nam pokazuju da se zajedničkim radom, tj. zajedničkim korištenjem plaćene snage, mogu smanjiti troškovi poduzeća, pa bi ona trebala da u takvom zajedničkom radu gledaju i pronalaze i svoj vlastiti interes.

U vezi s time, mislimo da smo dužni konstatirati, da se boljim zajedničkim radom i koordinacijom ko-

rištenja kapaciteta u proteklom periodu moglo utjecati na smanjenje troškova proizvodnje (čak i znatno više nego što je navedeno) i da postoji mogućnost da se to ostvari i u 1968. godini, makar i u postojećim uvjetima. Da bi se to postiglo trebalo bi:

— osigurati da se kod izrade bilance ZJE (Zajednice jugosl. elektroprivrede) za 1968. godinu poduzećima ne nametnu obaveze koje bi ograničavale mogućnost daljnje optimalizacije korištenja njihovih kapaciteta;
— nakon što bude bilanca ZJE donesena, izraditi optimalnu zajedničku bilancu udruženih poduzeća u odnosu na partnere izvan SR Hrvatske osiguravajući istovremeno što niže proizvodne i nabavne troškove za vlastitu potrošnju; i
— međusobnim okvirnim ugovorom o kupoprodaji za 1968. godinu regulirati odnose tako da se i u izmijenjenim uvjetima proizvodnje i potrošnje omogući postizavanje optimalnih efekata.

Problem i potreba korištenja ne malih prednosti koje pruža zajednički rad još su evidentniji nakon 1968. godine, i to zato što otpadaju zapreke slobodnom ugovaranju o kojima je naprijed bilo riječi.

Analiza koja je rađena za period od 1969.—1974. godine[1] pokazuje nam, jedanput kod odvojenog rada svake regije za sebe, a drugi put pretpostavljajući da postojanje regionalnih poduzeća nije objektivna zapreka zajedničkom i racionalnijem radu s tim da se ukupna potrošnja električne energije osigurava sa istim stepenom sigurnosti — znatne razlike u potrebi osiguranja snage u jednom i drugom slučaju.

Za slučaj odvojenog rada, manjkovi snage u MW po područjima i godinama su ovakvi:

	1969.	1970.	1971.	1972.	1973.	1974.
RIJEKA (MW)	+ 39,7	+ 30,6	+ 23,6	+ 15,3	+ 7,3	0,0
SPLIT (MW)	— 31,6	— 48,8	— 58,2	— 93,2	—101,6	—113,0
ZAGREB (MW)	—219,3	—287,3	—331,3	—351,3	—333,3	—419,3
UKUPNO SRH[2]	—212,2	—305,5	—365,9	—429,2	—427,6	—532,3

Za ovaj manjak snage, trebalo bi ili izgraditi vlastite nove elektrane ili te kapacitete osigurati na drugim područjima dugoročnim ugovorima.

U drugom slučaju, tj. ako bi se radilo zajednički i ako bi se u okviru toga protočne hidroelektrane koristile u temeljnom dijelu dijagrama potrošnje, angažiranje termoelektrana vršilo po redoslijedu cijene goriva u proizvedenom kilovatsatu, raspored korištenja akumulacionih hidroelektrana prilagođavao ukupnim potrebama konzuma, manjkovi snage potrebni za područje SR Hrvatske, bili bi ovakvi:

	1969.	1970.	1971.	1972.	1973.	1974.
MW	0	41,8	82,0	126,2	127,4	181,4

[1] Napominje se da je analiza rađena po metodologiji termoizravnanja Prof. Požara i da je izračunata na elektronskom računaru.
[2] Rezultat za SR Hrvatsku predstavlja saldo rezultata po regijama.

Prema tome razlika u manjku snage u prvom i drugom slučaju po godinama iznosi:

	1969.	1970.	1971.	1972.	1973.	1974.
MW	211	264	284	303	301	451

Ovo nam pokazuje da će regije kod kojih se javlja manjak snage trebati kupiti znatno više snage za slučaj da rade neovisno od drugih regija negoli u slučaju koordiniranog i zajedničkog rada.

Ako se prava vrijednost MW uzme u visini od 320.000 n. din godišnje, kakvu imamo konkretnu ponudu od strane elektroprivrede SR BiH, proizlazi, da bi povećani troškovi u pojedinim godinama iznosili:

	1969.	1970.	1971.	1972.	1973.	1974.	Ukupno
Povećani troškovi (mln n. din)	67	84	90	97	96	144	578

Mislimo da nam izneseni podaci dovoljno uvjerljivo govore da postoje znatne mogućnosti da se, odgovarajućim reguliranjem međusobnih odnosa i usklađivanjem korištenja proizvodnih kapaciteta, bitno smanje troškovi nabave električne energije.

Sigurno je da svako od udruženih poduzeća može da u tome, tj. u zajedničkom radu nađe i svoj vlastiti materijalni interes, jer se koordiniranim korištenjem kapaciteta postižu ukupne uštede koje se kreću od 6,7 do 14,4 mlrd. st. din godišnje, koje bi se reflektirale isključivo na sama udružena poduzeća, a ne izvan njih. U vezi s time treba podsjetiti da je prema zaključku Upravnog odbora već trebalo sklopiti ugovor s elektroprivredom SR BiH o kupnji snage, ali da to nije učinjeno i da se još uvijek nalazimo u fazi pripremnih radova a osoblje koje je na tome trebalo raditi, angažirano je na drugim poslovima.

U vezi sa iznesenom problematikom mislimo da bi bilo neophodno potrebno:

— pristupiti sklapanju dugoročnih ugovora do 1974. godine između udruženih poduzeća o zajedničkom korištenju raspoloživih kapaciteta;
— sklopiti zajednički ugovor o kupnji i korištenju manjkajuće snage sa elektroprivredom SR BiH za isti vremenski period.

Proširena reprodukcija

Navedeni podaci o manjkovima garantirane snage za period do 1974. godine za slučaj odvojenog ili zajedničkog rada jasno pokazuju koliko su veće potrebe izgradnje novih kapaciteta kod odvojenog rada ukoliko ne bi bilo mogućnosti povoljnije nabave električne energije iz drugih područja. Razlike se kreću od oko 200 MW u 1969. do 450 MW u 1974. godini, za što bi bile potrebne investicije (ne uračunavajući potrebne investicije u rudnicima) od oko 320 mln novih dinara u 1969. godini, odnosno 600 mln novih din u 1974. godini. Ovi podaci su izneseni samo zato da bi se vidio red veličine potrebnih povećanih investi-

cija, kad ne bi postojala mogućnost nabave energije iz drugih područja, a bili bi posljedica nekoordiniranog korištenja kapaciteta.

Kao što je poznato, porast potreba za novim količinama električne energije je i uz smanjeni trend svake godine znatan. Može se računati da će potrošači u SRH prosječno godišnje trošiti novih 400 GWh za period do 1971. godine, a 550 GWh u periodu od 1971. do 1975. godine. Mogućnosti za izgradnju novih klasičnih izvora ograničeni su prirodnim uvjetima. U takvoj situaciji trebalo bi očekivati da će se kod izbora redoslijeda izgradnje novih elektrana prvenstveno orijentirati na one objekte koji osiguravaju što niže troškove proizvodnje, i to na mjestu potrošnje neovisno o njihovoj lokaciji. Ekonomski interes svakog ulagača u takvu investiciju trebao bi biti osiguran njegovim učešćem u ekonomskim efektima rada tih objekata, kao i sigurnošću dobave energije iz tih izvora, a proporcionalno uloženim sredstvima.

Osim toga, dinamika priticanja sredstava iz svake od pojedinih regija, ne osigurava potrebni tempo radova na pojedinim objektima budući da se radi o velikim kapacitetima s velikim investicionim ulaganjima. Da bi se omogućilo da se vrijeme izgradnje što više skrati, odnosno da se što prije aktiviraju uložena sredstva, bilo bi neophodno potrebno da se prema naprijed iznesenom kriteriju utvrdi redoslijed izgradnje i da se raspoloživa sredstva usmjeravaju prema prioritetnim objektima.

Daljnji vrlo značajan problem, koji se javlja kod donošenja zajedničkog plana je potreba, mogućnost i način osiguranja dopunskih sredstava, koji su također različiti za slučaj usklađene i izolirane izgradnje. Naime, prema srednjeročnom programu do 1970. godine, kao i prema prvoj razradi Programa do 1971. godine, ukupni priliv sredstava potrebnih za izgradnju u tim razdobljima iz izvora koji su osigurani, manji je od predvidivo ukupno potrebnih sredstava, a tako će vjerovatno biti slučaj i u kasnijim godinama. U vezi s tim bilo bi potrebno, a mislim da je i moguće naći realna mjerila na osnovu kojih bi svako područje trebalo da preuzme obavezu osiguranja potrebnih dopunskih sredstava, i to u prvom redu prema obimu same potrošnje električne energije na odnosnom području.

Bilo je očekivati da će načela koja su usvojena kod donošenja Programa izgradnje do 1970. godine doći do konkretnog izražaja u protekloj 1966. godini u odgovarajućim međusobnim ugovorima poduzeća koja zajednički financiraju izgradnju pojedinih objekata. Na žalost, to nije bio slučaj i možemo konstatirati da se još uvijek više napora ulaže na traženju i dokumentiranju onog što poduzeće razdvaja, nego što ih povezuje. Pri tome se podržavaju teze kako interes za zajedničko ulaganje uopće ne postoji, zatim da ne postoji odgovarajuća pravna sigurnost u tom pogledu, kao i da je učešće u dohotku za slučaj zajedničkog ulaganja protivno privrednom sistemu, odnosno u vezi s time da svako treba da gradi onoliko koliko treba i koliko može. U vezi s tim treba istaći da zajednička ulaganja nikako ne znače i stvaranje zajedničke kase u kojoj bi bili skriveni i poništeni bolji i lošiji efekti rada partnera, jer ako bi se te dvije stvari identificirale i smatrali da jedno bez drugoga ne ide, onda bi — s obzirom na poznata iskustva, naročito upravo u samoj elektroprivredi, nerazumijevanje i otpori prema zajedničkim ulaganjima i zajedničkom radu — bili sasvim shvatljivi.

Na osnovu onoga što je o svemu ovome napisano u izvještaju, koji danas razmatramo, nije pružena puna mogućnost da se situacija i efekti sagledaju onakvi kakvi oni jesu. Tako na primjer, jedna od rijetkih konstatacija i prijedloga s kojim se svi slažemo je potreba donošenja novih zakonskih propisa kojima bi se osigurala dopunska sredstva za potrebe izgradnje elektroenergetskih objekata. Mogli bismo, kao i većina od vas da ciframa dokumentiramo takvu nužnost. Međutim, iako je ta potreba neosporna i evidentna, u materijalu nisu dani dovoljno uvjerljivi argumenti o tome da je elektroprivreda prethodno poduzela sve što je bilo u njenoj moći da osigura što više sredstava za proširenu reprodukciju. Takvih argumenata u materijalu nema, čak ni za nas same, a da ne govorimo o drugima na koje se sa zahtjevom obraćamo. Mislim, da je jedan od razloga u tome što se u elektroprivredi još uvijek potreba razvoja ne tretira u prvom redu kao problem same elektroprivrede. Na ovakva, danas česta, zastarjela gledanja utječe i to što materijalni položaj ljudi u elektroprivredi još uvijek nije uvjetovan s efikasnošću privređivanja kako u domeni proste tako i proširene reprodukcije, u kojem slučaju bi se sigurno i od strane same elektroprivrede osiguravalo za svoj razvoj nešto više sredstava nego što je to danas slučaj, a i drugih problema bi bilo manje nego što ih je danas.

Prema tome, mi trebamo — unatoč tome što možemo očekivati ozbiljne prigovore i otpore — iznositi probleme u vezi s pomanjkanjem sredstava za proširenu reprodukciju u elektroprivredi i dokumentirano tražiti donošenje odgovarajućih novih zakonskih propisa. Međutim, to nas obavezuje da istovremeno još jednom preispitamo postoje li kakve i kolike mogućnosti da elektroprivreda sama dade svoj doprinos i osigura i jedan dio manjkajućih sredstava.

Mislimo da je naša dužnost da učinimo slijedeće:

— kroz zajedničko donošenje programa razvoja za period do 1970. godine kao i iza tog perioda, omogućiti izgradnju onih izvora električne energije koji osiguravaju najniže troškove u zajedničkom sistemu, a interes ulagača osigurati garantiranim isporukama i učešćem u ekonomskim efektima tih objekata proporcionalno uloženim sredstvima;
— u okviru postojećih zakonskih propisa, a na osnovu usvojenih načela kod donošenja zajedničkog programa, regulirati odnose među poduzećima koja zajednički grade pojedine objekte odgovarajućim ugovorima kojima se reguliraju takvi međusobni odnosi;
— na istim osnovama tj. ekonomske zainteresiranosti kod zajedničke izgradnje, regulirati odnose i iza 1971. godine, te na taj način eliminirati i unaprijediti sadašnja zakonska reguliranja ovih odnosa, i
— predložiti donošenje novih zakonskih propisa o osiguranju dopunskih sredstava i paralelno preispitati realne mogućnosti osiguranja dopunskih sredstava sa strane udruženih poduzeća.

Ostali problemi

Problemi koje smo iznijeli su osnovni problemi, a sve ostalo je sekundarno i djelomično izvire iz ovih neriješenih problema. U proteklom periodu znatan dio vremena i energije utrošen je na pitanjima, kao što su: prenos objekata mreže »Elektroprenosa« Zagreb za Združeno poduzeće Rijeka, pokrivanje manjka Združenog poduzeća Zagreb u prelaznom periodu. Makar da ih smatramo sekundarnim, potrebno je da i u tim pitanjima zauzmemo svoj stav.

Trebalo bi okončati diskusije oko prenosa objekata prenosne mreže za Združeno poduzeće Rijeka, jer je jasno da se u protivnom vrši prelijevanje dohotka s jednog područja na drugo, i to protivno interesima i volji zainteresiranog područja. Treba omogućiti dosljedno provođenje regionalne koncepcije koja, međutim, pretpostavlja da će poduzeća naći interes da preskoče regionalne ograde u svim onim slučajevima koji u zajedničkom radu omogućavaju svakome postizavanje još većih ekonomskih efekata. Problemi s prenosom osnovnih sredstava, koji se pojavljuju kod Elektroprenosa Zagreb, uz dobru volju obiju strana mogu biti praktično riješeni na obostrano zadovoljstvo, jer se može garantirati da je Elektroprenos u stanju da vrši usluge Združenom poduzeću Rijeka koje će po kvalitetu i cijeni biti povoljnije od bilo kojeg drugog rješenja.

Manjak na ukupnom prihodu Združenog poduzeća Zagreb, koji se pojavljuje kao razlika između planirane proizvodne cijene i propisanih cijena prodaje, predmet je dugih rasprava u samoj elektroprivredi. Na traženje elektroprivrede i Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske je o tome dalo svoj stav pismeno. Pa i pored toga ovo je i dalje predmet na kome se vrlo jako razlikuju stavovi poduzeća, kako u principima, tako i u detaljima. Uz malo više dobre volje mislimo da je i to moglo već davno biti riješeno.

Po našem mišljenju treba nastojati da poduzeća sporazumno riješe pokrivanje manjka a, ako sporazuma nema, da se primijeni analogija iz Osnovnog zakona o elektroprivredi kojom bi se utvrdio iznos manjka kao i način pokrivanja. Jasno je da ne možemo očekivati bilo kakav drugi izvor sredstava za pokrivanje ovog manjka, nego u dohotku Združenog poduzeća Rijeka i Split.

Ako ne priđemo rješavanju ovih problema, nego nastavimo diskusije na dosadašnji način, proći će jako mnogo vremena dok se ne riješe ova dva problema, a da ne govorimo o onim drugim mnogo značajnijim problemima o kojima je ovdje bilo riječi.

Ovo su po našem mišljenju, osnovni problemi za koje bi trebali barem konstatirati da do danas nismo našli prava rješenja i dogovoriti se da priđemo njihovom rješavanju. Namjerno nismo spominjali bilo kakve organizacione forme, jer to u suštini nije ni bitno. Potrebno je bilo utvrditi da li objektivno postoji mogućnost postizavanja većih ekonomskih efekata povezivanjem među područjima, tj. da li takvo povezivanje može osigurati veći ukupni prihod odnosno smanjenje troškova proizvodnje u prostoj reprodukciji, te povećati efikasnost ulaganja u proširenoj reprodukciji.

Ako se to ne može osporiti, onda je obaveza elektroprivrede da međusobne odnose regulira na način koji osigurava postizavanje takvih ekonomskih efekata, a da istovremeno svako područje u takvom radu nađe i svoj vlastiti interes.

Često se za pojedina neregulirana pitanja traže opravdanja u postojećem privrednom sistemu, a efikasnije privređivanje kroz zajednički rad, što osigurava ukupno veći dohodak, paralizira se interesima proizvođača za koje na prvi pogled izgleda kao da se ponekad sukobljavaju s takvim radom. Međutim, mi smo uvjereni da su u pitanju subjektivni momenti, a ne sistemske i zakonske prepreke.

Naponska stanja i pitanje kompenzacije reaktivnih snaga u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije

Savjetovanje u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede

U organizaciji Zajednice jugoslavenske elektroprivrede — sektor eksploatacije, održan je 4. 5. 1967. sastanak s temom, kako je označena u naslovu.

Već je u pozivima istaknuto, da su u programu rada ZJE za 1967. predviđene mnoge mjere i akcije za poboljšanje kvaliteta električne energije.

Među ostalim to se naročito odnosi na područje kompenzacije reaktivnih snaga i poboljšanja naponskih prilika.

S tim u vezi su već poduzete mjere za izmjenu tarifa za reaktivnu energiju, a održano je i uže savjetovanje s proizvođačima opreme za kompenzaciju reaktivnih snaga.

U niz sličnih akcija ZJE je uključila i sastanak na koji je pozvala predstavnike elektroprivrednih prijenosnih i distributivnih poduzeća.

Dnevni red sastanka je bio:

1. Naponska stanja i problematika kompenzacije reaktivnih snaga u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije
2. Iskustva u eksploataciji
   a) sinhronih kompenzatora
   b) kondenzatorskih postrojenja
3. Perspektivni program prijenosnih i distributivnih poduzeća na kompenzaciji reaktivnih snaga i saniranja naponskih prilika, kao i mogućnost i prijedlog zajedničkih akcija.
4. Informacija o sastanku sa proizvođačima opreme za kompenzaciju reaktivne snage
5. Priprema i organizacija šireg savjetovanja elektroprivrede, elektrodistribucije i elektroindustrije

o pitanjima eksploatacije, izgradnje i perspektivnih potreba kompenzacionih postrojenja
6. Zaključci i prijedlog mjera
7. Razno

U dalnjem izlaganju dajemo kratak pregled sadržaja sastanka prema navedenih tačkama.

1. Pod prvom tačkom je podnesen referat izrađen u ZJE o navedenoj temi. U njem su analizirane naponske prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije, te je konstatirano da neka područja imaju vrlo loš napon kroz čitavu godinu, a neka u određenim razdobljima godine ovisno o tokovima aktivnih i reaktivnih snaga u prijenosnoj i distributivnoj mreži. To je dokumentirano podacima navedenim u tabelama 1 i 2. U tabeli 1 je navedeno nekoliko karakterističnih slučajeva loših naponskih prilika, koji su se pojavili u toku 1966., dok je u tabeli 2 dan pregled naponskih stanja u dijelu mreže Jugoslavije za 1965. i 1966. godinu.

Tablica 1

Mjesto mjerenja	Datum i sat mjerenja	Napon kV
TS Osijek (na str. 110 kV)	20. IV 1966. — 20 h	82
TS Vinkovci "	20. IV 1966. — 20 h	82
TS Brod "	20. IV 1966. — 20 h	86
TS Srbobran "	17. VIII 1966. — 20 h	90
TS Kleče "	27. XII 1966. — 19 h	96
TS Jegunovci "	15. VI 1966. — 21 h	88
TS Štip "	15. VI 1066. — 21 h	94
TS Resnik "	21. IX 1966. — 20 h	93
TS Doboj "	19. X 1966. — 19 h	87
TS Brčko "	20. IV 1066. — 20 h	82
TS B. Luka "	15. VI 1966. — 21 h	94

Tablica 2/I

(napon u kV)

Mjesec	Brčko		Zenica		Prijedor		Banja Luka	
	1965.	1966.	1965.	1966.	1965.	1966.	1965.	1966.
I	97	91	109	110	105	110	104	109
II	95	89	116	110	109	114	109	112
III	98	91	115	110	108	109	112	106
IV	94	82	110	107	106	106	105	104
V	94	96	110	106	108	99	106	95
VI	94	90	112	109	105	96	105	94
VII	98	95	115	115	106	105	106	106
VIII	99	93	115	111	110	100	111	96
IX	105	—	108	—	95	108	95	100
X	100	87	117	109	108	109	108	106
XI	100	91	118	105	114	105	—	104
XII	92	99	112	110	105	107	102	105

Tablica 2/II

(napon u kV)

Mjesec	Srbobran		Beograd		Skopje		Štip	
	1965.	1966.	1965.	1966.	1965.	1966.	1965.	1966.
I	108	105	115	110	110	114	107	—
II	110	107	112	111	112	110	108	104
III	109	105	116	113	104	106	99	99
IV	108	104	112	110	102	113	97	107
V	106	103	116	105	110	106	105	101
VI	109	93	113	103	106	104	101	94
VII	106	100	108	109	102	110	—	108
VIII	104	90	108	100	114	112	107	104
IX	108	104	111	111	114	108	107	100
X	99	—	108	—	111	107	104	99
XI	98	—	112	—	114	110	—	104
XII	104	—	114	—	110	112	—	104

(napon u kV)

Tablica 2/III

Mjesec	Resnik	Matulji	Sisak	Brod	Osijek	Vinkovci
	1966.	1966.	1966.	1966.	1966.	1966.
I	106	112	107	92	89	91
II	112	112	111	90	86	89
III	105	108	105	91	88	91
IV	104	112	103	86	82	82
V	94	102	93	86	84	85
VI	—	—	—	—	—	—
VII	112	110	107	91	92	95
VIII	107	110	103	89	90	93
IX	93	98	93	106	98	98
X	106	112	105	87	85	87
XI	103	104	100	95	90	91
XII	103	110	102	94	90	94

Za SR Sloveniju su izneseni samo podaci za dane 21. 12. 1966. i 27. 12. 1966. godine kako je niže navedeno:

	(napon u kV) 21. XII. 1966.	(napon u kV) 27. XII. 1966.
Kleče	105	96
Divača	111	102
Pekra	113	109
Laško	110	102
Kidričevo	112	105

Prikazi su se odnosili samo na visokonaponsku mrežu (110 kV), dok je stanje na nižim naponima ocijenjeno prema iskustvu kao još lošije.

Dalje je u referatu istaknuto da bi se za poboljšanje naponskih prilika u mreži moralo pristupiti kompenzaciji reaktivne snage u širim razmjerima.

S tim u vezi su izražena mišljenja o mjestima proizvodnje reaktivnih snaga, o prekompenzaciji i izgradnji nove mreže.

Dani su i podaci o opterećenjima u pojedinim transformatorskim stanicama koji su imali za cilj da pokažu da pojedina područja imaju dosta velike potrebe za reaktivnom snagom i da ove snage predstavljaju znatno opterećenje za mrežu (vidi tabele 3 i 4).

Srednje satno opterećenje u doba vršnog opterećenja (21. XII 1966. od 17—18h)

Tablica 3

Trafostanica	MW	MVAr	Trafostanica	MW	MWAr
BiH			Rakitje	50,0	23,0
Goražde	17,0	16,0	Međurić	19,3	9,5
Sarajevo	21,0	15,0	Varaždin	18,5	12,0
Zenica	40,0	19,0	Karlovac	11,5	7,0
Ilijaš	24,0	18,0	Zabok	14,3	7,7
Kakanj	18,0	4,0	Matulji	24,5	11,0
Banja Luka	13,0	6,0	Pula	18,0	6,4
Prijedor	15,0	10,0	Virovitica	3,5	2,2
Jajce	17,0	9,0	Lički Osik	8,0	2,0
Doboj	10,0	4,0	Brod	24,0	7,2
Lukavac	19,0	5,0	Vinkovci	16,8	7,0
Brčko	13,0	6,0	Osijek	37,5	16,0
Mostar	13,0	5,0			
Bileća	5,0	3,0	*Slovenija*		
Makedonija			Kidričevo	92,0	45,0
Skopje	47,0	27,0	Selce	25,0	13,0
Veles	8,9	3,4	Laško	3,5	2,5
Štip	17,4	9,4	Novo Mesto	16,0	8,0
Bitolj	14,0	9,0	Trbovlje	28,0	7,0
Jegunovci	34,1	20,9	Velenje	16,5	9,9
Globočica	6,0	3,0	Črnuče	28,0	12,0
Hrvatska			Kleče	79,0	21,0
Resnik	53,5	33,7	Moste	16,4	7,8
Klara	26,6	14,4	Nova Gorica	13,2	5,3
			Divača	12,5	6,5
			Koper	12,3	4,5

Srednja satna opterećenja za mrežu Srbije u 1965. godini
Razvrstavanje kotlova po starosti

Tablica 4

Trafostaniea	MW	MVAr	Trafostanica	MW	MVAr
Zvornik	10,0	4,0	Aranđelovac	14,5	7,5
Šabac	20,0	10,0	Kosovo	24,0	14,0
Novi Sad	41,4	19,2	Beograd V	27,0	12,0
Beograd I	51,0	16,0	Sombor	19,0	7,0
Beograd II	37,0	26,0	S. Mitrovica	16,0	7,0
Kolubara	14,0	10,0	Kruševac	14,9	8,6
Svetozarevo	27,7	13,3	Kragujevac	16,2	9,5
Bor	11,0	9,0	Beograd IV	77,0	26,0
Kraljevo	11,7	9,2	Zrenjanin	15,0	6,0
Niš	39,0	11,0	Leskovac	13,0	5,0
Srbobran	17,9	5,8	Smederevo	17,0	12,0
Majdanpek	12,0	4,0	Novi Sad II	18,0	11,0
Pančevo	20,0	10,0	Valjevo	7,0	3,3
Subotica	24,0	5,0			

Zatim se referat osvrnuo na uređaje za kompenzaciju koji su kod nas instalirani. Rečeno je da se jedno vrijeme suviše forsiralo sinhrone kompenzatore, dok su kondenzatorske baterije bile zapostavljene. Kod toga su se ugrađeni sinhroni kompenzatori od 50 MVAr u eksploataciji pokazali kao loši tako da su duže bili izvan pogona nego u radu.

Izneseno je da u pogledu mjesta kompenzacije postoje razna mišljenja kod kojih su krajnosti s jedne strane ona po kojima treba ugrađivati sinhrone kompenzatore u visokonaponskoj mreži, a s druge strane ona po kojima treba ugrađivati sredstva za kompenzaciju kod samih potrošača, odnosno na niskom naponu. U referatu je istaknuta potreba kompenzacije svuda gdje se pojavljuju reaktivne snage, a bez dokumentiranja je navedeno da kod naše mreže osim na 0,4 kV, znatan dio reaktivne snage treba kompenzirati na 10 i 35 kV.

Za optimalni izbor bi uvijek trebalo razmotriti konkretne prilike u određenom dijelu mreže, jer se izbor ne može izvršiti na osnovu općih pravila.

U osvrtu na veličine kondenzatorskih baterija je rečeno, da bi bilo korisno pokrenuti pitanje izbora veličine baterija za ugradnju na 10 i 35 kV naponu, odnosno odabrati nekoliko standardnih snaga ovakvih kondenzatorskih postrojenja. Isto tako je rečeno, da bi, s obzirom na prilike u našoj mreži, bilo potrebno odrediti i maksimalne snage kondenzatorskih baterija koje bi se ugrađivale u TS 110/35 kV i 35/10 kV.

U referatu su ocijenjene i mogućnosti nabave kondenzatorskih baterija kod nas. Prema danim informacijama naša industrija ih proizvodi u dovoljnim količinama i visoke kvalitete. Proizvodne mogućnosti domaće industrije iznose 600 MVAr, a potrebe našeg sistema prema referatu su svega 150 do 200 MVAr na godinu.

Uz intenzivnu primjenu kondenzatorskih baterija nužna je i primjena automatike. Ovu automatiku kod nas sada proizvodi Iskra, koja radi i na usavršavanju uređaja za automatsku komandu.

Pored ovog jedan veoma važan elemenat u kompletu kondenzatorskih uređaja je i sklopka za uključivanje i isključivanje baterija. Sklopke koje se sada ugrađuju u kondenzatorska postrojenja ne odgovaraju njihovom režimu rada. Za ove potrebe bi trebalo načiniti posebnu konstrukciju sklopke.

Na kraju je referent sugerirao da se u diskusiji iznesu mišljenja o potrebama brže ugradnje kondenzatorskih baterija te o akcijama koje bi ovo stimulirale.

Posebno je predloženo da se govori o nekim pitanjima kao što su:

— Tarife za električnu energiju — pitanje cijene za kVArh i veličine graničnog faktora snage.
— Potreba i opravdanost donošenja propisa o obaveznoj kompenzaciji kod potrošača električne energije i uvjetovanje faktora snage kod davanja energetske saglasnosti.
— Stvaranje fondova za izgradnju kondenzatorskih baterija (izdvajanje sredstava od naplate reaktivne energije u namjenski fond za kompenzaciju reaktivne snage i sl.).
— Pitanje bankovnog kreditiranja izgradnje rentabilnih kondenzatorskih postrojenja (elektroindustrija je sama ponudila da bude nosilac kredita, da izgrađuje kondenzatorska postrojenja i nakon otplate da ih preda besplatno potrošačima na upotrebu.)
— Održavanje raznih seminara i skupova u cilju upoznavanja svih potrošača s tehničkim i ekonomskim koristima od ugradnje kondenzatorskih postrojenja.

Diskusija nakon referata se uglavnom kretala oko pitanja u vezi prethodno iznesenih problema.

Ukratko je istaknuto da loše naponske prilike nisu uvijek bile posljedica određene potrošnje, nego i režima proizvodnje i prijenosa, te da je shodno tome za uređenje prilika u mreži, uz kompenzaciju, potrebno rješavati i pitanja u proizvodnji i prijenosu.

Govoreno je da bi trebalo izraditi pogonske karte za sve generatore, te da bi trebalo vršiti bilanciranje reaktivnih snaga.

U pogledu tarifa izneseno je mišljenje da su one nestimulativne u odnosu na primjenu kompenzacionih sredstava. To se posebno odnosi na cijenu reaktivne energije, te na granični $\cos \varphi$, o kome su iznesena razna mišljenja kao, da bi ga trebalo promijeniti od sadašnjih $\cos \varphi = 0{,}9$ na 0,95 ili da za distribuciju ostane 0,9, a za potrošače 0,95 a da se dinarska razlika namjenski upotrijebi za postavljanje kompenzacionih uređaja.

Što se tiče obavezne kompenzacije, odnosno uvjetovanja faktora snage, vladalo je mišljenje da bi se ona mogla uvjetovati za nove potrošače, a da bi za postojeće potrošače to išlo teško. Od gradova u kojima se vrši obavezna kompenzacija istaknut je Niš, koji ima visok faktor snage. U njemu je kompenzacija forsirana zbog boljeg iskorištenja postrojenja, koja su premalo dimenzionirana.

Istaknuto je da bi radi što bržeg pokretanja rješavanja navedenih problema trebalo ispitati kritična područja, utvrditi stvarne cijene reaktivne snage ovisno o mjestu proizvodnje, ispitati opremu za kompenzacione uređaje, te osnovati koordinacione odbore koji bi rješavanje tih pitanja održavali aktuelnim.

2. *Iskustva u eksploataciji:*

a) Sinhronih kompenzatora

Iznesena su iskustva Elektro-Istoka — Beograd, koji su imali 2 sinhrona kompenzatora od po 50 MVAr (Srbobran i Beograd 3). Ovi kompenzatori nisu zadovoljili i to uglavnom zbog konstruktivnih nedostataka.

b) Kondenzatorskih baterija

Isto su tako iznesena iskustva Elektroistoka — Beograd na čijem području je instalirano 73,5 MVAr na 35 kV naponu. Instalirane su grupe od 2,1 MVAr i to 2 × 2,1 MVAr ili 3 × 2,1 MVAr. U uređajima su ugrađeni: prekostrujna zaštita, relej za nesimetriju koji reagira ako se pokvari koja ćelija, te unutar svake ćelije topljivi osigurač za zaštitu od eksplozije. Za postavljanje uređaja su adaptirane obične ćelije (35 kV polja) uglavnom vani sa zračnim uvodnicima.

Za uključivanje i isključivanje su postavljene sklopke s malo ulja. Kod njih postoji problem velikih prenapona kod isključivanja. Ispitivanja su pokazala da oni dosežu čak nivo napona ponovnog paljenja. Zato su problematična isključivanja kod malih tereta odnosno kod praznog hoda.

Kod uključivanja baterija jako raste udarna struja uključivanja no problem je riješen serijskim prigušnicama. Kod grupa od 6,3 MVAr su postavljene prigušnice od 80 μH, dok za grupe od 4,2 MVAr nije bilo odgovarajućih prigušnica, pa je načinjena vlastita konstrukcija, koja se već u pogonu pokazala kao zadovoljavajuća. Automatika nije primijenjena. Jedan od razloga zato je i nepostojanje sklopke koja bi odgovarala režimu rada kompenzacionih uređaja.

3. Predstavnici ZJE su sugerirali sređivanje podataka po područjima o porastu potrošnje, aktivnog i reaktivnog opterećenja, kao i potrebe za ugradnjom kompenzacionih sredstava do 1971. Zatim su bile sugerirane neke zajedničke akcije pod kojima se mislilo na: organizaciju savjetovanja o problemima kompenzacije, osnivanje koordinacionih odbora, pitanje tarifa i slično.

4. Podnesena je pismena informacija o ranije održanom sastanku s proizvođačima opreme za kompenzaciju. Sadržaj ove informacije je iznesen u referatu pod tačkom 1.

5. Učesnici sastanka su obaviješteni da će se u toku X mjeseca 1967. održati u organizaciji Iskre — Kranj savjetovanje o problemima iz oblasti kompenzacije reaktivnih snaga. Za pripremu je imenovan organizacioni odbor koji će surađivati sa organizatorima. U njega je ušlo osam predstavnika iz prijenosnih i distributivnih poduzeća.

6. Dogovoreno je da se umjesto zaključaka napravi rezime razgovora i da se u pismenoj formi dostavi učesnicima.

7. Na kraju su od strane učesnika iznesene informacije o radovima Instituta za elektroprivredu u Zagrebu na problemima kompenzacije reaktivnih snaga, zatim o radu Elektroinštituta iz Ljubljane na problemima kvalitete električne energije, a od strane sazivača sastanka je dana obavijest da su osigurana sredstva za jedan elaborat, kojemu zadatak još nije definiran, ali koji bi trebao obrađivati problematiku o kojoj se diskutiralo i to za čitavo područje Jugoslavije.

Dragan Borojević, dipl. ing.

Daljnje investicije u Đerdap

Radi zaštita hidroenergetskog sistema Đerdap od nanosa Skupština Srbije odobrila je program od 250 milijardi SDin za izgradnju 18 velikih brana za zadržavanje nanosa u Moravi iostalih hidrogradnji u slivu Morave, koji predstavlja 14,6% teritorija Jugoslavije. U tu svrhu već je dvije godine blokirano oko 50 milijardi SDin, koje su prenesene na Združenu elektroprivredu Srbije.

Utvrđeno je da količine čvrstog nanosa u području Južne Morave iznose u prosjeku 6.700 m^3/km^2, što je daleko iznad prosjeka u Jugoslaviji. Tako npr. u Gornjoj Neretvi nanos je 1.000 m^3/km^2 godišnje, dok u dalmatinskom kršu rijeke e nose veoma male količine materijala. Računa se da se jezero Jablanice puni godišnje sa oko tri miliona m^3 materijala a približno isto toliko i jezero HE »Zvornik«. Nakon 15 godina će rentabilnost Jablanice početi naglo padati, kada će mrtvi prostor biti potpuno zatrpan nanosom. Kod manjih jezera kao što je »Ovčar banja« i »Međuvršje« je situacija još gora, pa je prva akumulacija već potpuno zatrpana a druga do polovine.

Ogromne mase nanosa koje i poslije regulacije sliva Velike Morave dospjevaju u Dunav, izazivaju izdizanje nivoa dna i deformaciju korita Dunava. Za 25 godina rada hidrosistema »Đerdap« dno rijeke će se izdici na potezu ušće Morava do brane za do 10,33 m.

B. B.

Neusklađenosti kapaciteta proizvodnje i prijenosa u elektroprivredi

U »Privrednom pregledu« od 7. 2. o. g. objavljen je članak u okviru »Informacija Savezne privredne komore«, a na temelju materijala Privredne komore Bosne i Hercegovine o problemima bosansko-hercegovačke elektroprivrede.

Članak pod naslovom »Visoki kapaciteti proizvodnje — male prijenosne mogućnosti«, tretira problem viška električne energije u ovoj regiji, koji će na pr. u 1969. g. iznositi oko 3,5 milijarde kWh (moguća proizvodnja 6,7 a korištena 3,2 milijarde kWh) i ukazuje na potrebu veće poslovnosti među poduzećima elektroprivrede i prema rudnicima uglja, a naročito podvlači potrebu pojačanja prijenosne mreže kako bi se viškovi mogli plasirati. Nadalje se misli na čvršća ekonomska povezivanja u jugoslavenskim razmjerima putem racionalizacije poslovanja, unapređenje razvoja putem studijskih istraživanja itd.

B. B.

Termoelektrana kreditira zenički rudnik

Radnički savjet TE Zenica donio je odluku o odobrenju 5 milijuna novih dinara zeničkom Rudniku mrkog ugljena za saniranje financijske situacije. Rudnik se nalazi u vrlo teškom položaju i gest termoelektrane o pružanju materijalne pomoći primljena je u privrednim krugovima vrlo povoljno.

Od ovakve suradnje korist će imati oba partnera. Jama Raspotočje, bogata kvalitetnim ugljem, moći će da se aktivira i da godišnje proizvede, uz proširenje kapaciteta, 100.000 tona. Ova količina osigurat će termoeleketrani stalnu opskrbu ugljenom, budući da je ona najveći potrošač na području zeničkog ugljenokopa.

I. R

Transformatori iz Mađarske i Poljske

U svrhu proširenja kapaciteta postojećih transformatorskih stanica 110/35 kV poduzeće »Elektroprenos« iz Zagreba ugovorilo je s tvrtkom »Ganz« iz Mađarske i »Elektrim« iz Poljske isporuku 10 transformatora od 20 i 40 MVA. Prema sklopljenom sporazumu jedan dio isporuke bit će realiziran još u toku ove godine. Prema usvojenom planu transformatori će se prvenstveno montirati u one transformatorske stanice čije kapacitete treba proširiti zbog povećanog konzuma. Proširenje će obuhvatiti u prvom redu TS 110/35 kV Buje, Varaždin, Zabok, Karlovac, te Sisak, Međurić, Brod, Vinkovci i dr.

Sredstva za kupnju transformatora od inozemnih proizvođača osigurana su iz fonda amortizacije udružene elektroprivrede Hrvatske, kreditima investicione banke, a dio sredstava dat će i Jugoslavenska željeznica, Tvornica dušičnih gnojiva iz Kutine, kao i drugi velepotrošači koji su zainteresirani za proširenje kapaciteta transformatorskih stanica 110/35 kV na području Hrvatske.

I. R

Zatvaranje rudnika u Srbiji

Na području SR Srbije mali rudnici ugljena u svome poslovanju imaju niz poteškoća i problema. U našem privrednom životu proizvodnja je nerentabilna u većini malih rudnika ugljena i zato se nužno nameće pitanje kako riješiti problem egzistencije takvih privrednih jedinica.

S tim u vezi Republičko izvršno vijeće SR Srbije predložilo je formiranje komisija od predstavnika sindikata, Privredne komore, Sekretarijata za privredu, za financije, za zdravlje i socijalnu politiku i Republičkog zavoda za društveno planiranje. Izvještaj komisije razmotrilo bi Republičko izvršno vijeće najesen i tom prilikom bi odlučilo da li da se materijal o teškom stanju rudnika uglja uputi Skupštini Srbije na donošenja konačnog rješenja.

Prema nalazima Rudarskog instituta, rudnici »Dobra sreća«, »Podvis«, »Rtanj«, »Vrdnik«, Zapadno-moravski rudnici, »Jelašnica«, »Jasenovac«, »Rasna«, te Tamnavski i Mlavski rudnici nemaju uvjeta da nastave proizvodnnju. U nepovoljnom su položaju i Despotovački rudnici. Prošle godine pristupilo se likvidaciji Mlavskih rudnika, a ove godine zatvoreni su i rudnici »Rtanj«, »Jelašnica« i »Rasna«. Za rudare zaposlene u Mlavskim rudnicima i »Rasna« nađeno je rješenje novog zapošljavanja. Težak je položaj rudara u rudniku »Jelašica«, jer za radnike zaposlene na tome rudniku još nije riješeno pitanje ponovnog zaposlenja ni u rudnicima ni u drugim privrednim djelatnostima.

I. R

Izgradnja termoelektrane Obrenovac

Krajem srpnja ove godine u selu Urovcima kod Obrenovca (Srbija) otpočeli su radovi na izgradnji jednog od naših najvećih energetskih objekata — Termoelektrane »Obrenovac«. Elektrana će imati dva agregata po 200 MW s godišnjom proizvodnjom od oko 2,5 milijarde kWh električne energije. Elektrana će se opskrbljavati ugljenom iz Kolubarskog rudarskog bazena, čija je proizvodnja relativno jeftina, što će povoljno utjecati na proizvodnu cijenu električne energije u ovoj termoelektrani.

U okviru prve etape građevinskih radova, investirat će se oko 17 milijuna novih dinara i izgraditi kotlovnica s bunkerskim traktom i strojarnica.

Prema ugovoru između investitora i izvođača radova, predviđeno je da svi objekti, čija je izgradnja planirana u prvoj etapi, budu završeni do 1. travnja 1969. godine.

I. R

Početak radova na gradnji TE Sisak

Polaganje kamena temeljca za buduću TE Sisak

Početak radova na glavnim objektima TE Sisak obilježen je svečanim polaganjem kamena temeljca 8. srpnja 1967. Svečanom otvorenju prisustvovali su mnogobrojni predstavnici političkih, društvenih i elektroprivrenih organizacija, predsjednik općinske skupštine Siska Ivica Čačić, te savjetnik Ambasade SSSR za ekonomska pitanja M. I. Ivilijev.

TE Sisak raspolagat će nakon prve faze izgradnje snagom od 210 MW i proizvoditi 1.200 milijuna kWH, a nakon druge i treće faze snagom od 520 MW s mogućom godišnjom proizvodnjom od 3000 milijuna kWh električne energije.

Kao što je poznato TE Sisak bit će jedna od prvih elektrana na mazut. Njezine su glavne prednosti u tome što je locirana u centru velikog konzuma (Željezara i Rafinerija nafte iz Siska, Tvornica dušičnih gnojiva Kutina), zatim što će predstavljati potpornu tačku za stabilizaciju napona i frekvencije na visokonaponskoj mreži bosanskih elektrana. Prednost je još i ta što je smještena uz samu sisačku rafineriju nafte, dakle i uz budući naftovod, kojim će se opskrbljavati mazutom i niskooktanskim benzinom.

Oprema za ovu termoelektranu, kao i tehnološko-građevni projekti izrađeni su u Sovjetskom Savezu, a investitor je Elektroprivreda Zagreb. U izgradnji učestvuju zagrebačka poduzeća »Industrogradnja« i »Hidroelektra«, te montažno poduzeće »Braća Kavurić«. Pripremni radovi počeli su još u rujnu prošle godine, a planirano je da TE Sisak bude kompletno dovršena u toku 1969. godine.

I. R

Razvoj radova na izgradnji termoelektrane Plomin

Radovi na izgradnji TE Plomin, instalirane snage 125 MW, u toku ove godine odvijaju se uspješnije i intenzivnije u odnosu na radove koji su izvršeni u 1965. i 1966. godini.

Za opseg izgradnje u 1967. godini TE Plomin utrošit će se oko 74,8 milijuna novih dinara. Investiciona sredstva osigurana su najvećim dijelom iz amortizacije elektroprivrede Hrvatske, zajedničkih rezervi, kreditima Investicione banke, zatim iz sredstava poslovnog fonda elektroprivrede i drugih pozajmica od zainteresiranih privrednih organizacija.

Do konca prvog polugodišta 1967. na pojedinim objektima buduće termoelektrane izvršeni su slijedeći radovi:

Stopostotno su završeni radovi na pomoćnim pogonskim objektima, uređene su pomoćne radionice i prostorije za privremeni smještaj tehničkog ureda, izvedeni svi priključci i prilazi, te komunalni i sanitarni uređaji, a izgrađeno je i stambeno naselje od nekoliko stanova za posadu. Posve su izvršena geomehanička istraživanja, sondaža tla i dr.

U prvom tromjesečju ove godine investitor je s poduzećem »Tehnika« iz Zagreba ugovorio izgradnju glavne pogonske zgrade i temelja turbine. Izgradnja rashladnog sistema povjerena je poduzeću »Hidroelektra« također iz Zagreba.

Budući da su izvršene sve tehničke pripreme i izgrađeni pomoćni objekti pristupilo se radovima na izgradnji glavnih objekata. Tako su do konca polugodišta 1967. izvedeni radovi na izgradnji kotlovnice, strojarnice, te komande i rasklopnog postrojenja u prosjeku od 20 do 25%.

Uskoro će početi gradnja uređaja za dopremu i pripremu vode, dopremu ugljena i otpremu šljake.

Plominski zaljev

Investitor je razvio veliku aktivnost oko ugovaranja opreme, tako da je već dobar dio opreme ugovoren kako s domaćim tako i sa stranim proizvođačima elektroindustrije i strojogradnje.

Tvornica »Rade Končar« isporučit će turbogenerator 125 MW uz pomoć tehničke dokumentacije poljskih proizvođača elektroindustrije. Ttvornica »Jugoturbina« u kooperaciji s poljskim tvrtkama proizvest će turbinu, dok će kotao kapaciteta 385/400 t/sat pare, dobaviti poduzeće »Đuro Đaković« u suradnji s tvrtkom Sulzer. Tvornica »Đuro Đaković učestvuje u isporuci pomoćnog kotla i odgovarajućih uređaja za grijanje, te dizalice nosivosti 40 tona.

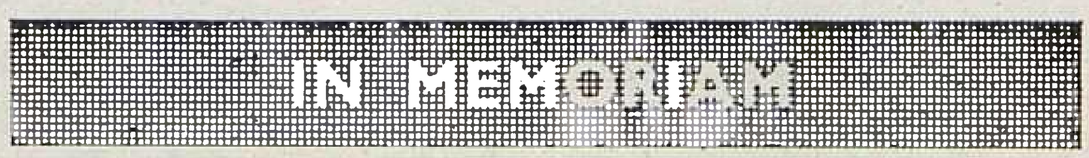
Beogradsko poduzeće »Termoelektro« konstruirat će i montirati mlinove za ugljen, a članovi poslovnog udruženja »S m e l i t« iz Ljubljane crpke rashladne vode.

U isporuci ostale opreme učestvuje veći broj domaćih i inozemnih poduzeća, tako će »Rade Končar« proizvesti transformator 150 MVA, te kompletno rasklopno postrojenje 110 kV i 6,3 kV.

Mađarska tvrtka »K o m p l e x« ugovorila je isporuku transformatora 2 × 15 MVA. Kompletne uređaje i opremu za transport ugljena proizvest će poduzeće »Braća Kavurić« iz Zagreba. Uređaje i razne instrumente za kemijsku pripremu vode dobavit će kolektiv »Jugomontaža« koja će u ovome poslu surađivati s tvrtkom »Ruthner« iz Graza.

S inozemnim proizvođačima ugovorena je isporuka svih regulacionih i mjernih instrumenata i zaštitnih uređaja. Sa stranim isporučiocima ove opreme utanačeno je da u ovaj posao budu uključena i naša poduzeća iz tih oblasti elektroindustrijske proizvodnje.

I. R



In memoriam Eugenu Wandereru

Dne 12. 6. o. g. pod tragičnim okolnostima izgubio je život Eugen Wanderer, službenik Laboratorija za toplinska mjerenja Instituta za elektroprivredu u Zagrebu.

Drug Wanderer rodio se dne 15. 10. 1905. u Kotor-Varošu, gimnaziju je pohađao i završio u Banjoj Luci, a strojarstvo je studirao u Pragu.

U Institut za elektroprivredu došao je 1956. godine kao zreo i iskusan službenik. Brzo se saživio sa radnim programom svoje jedinice i sudjelovao u svim njenim značajnim radovima, studijskim i mjernotehničkim i bdio nad normalnim odvijanjem cjelokupnog poslovanja, što je znatno doprinijelo afirmaciji Laboratorija za toplinska mjerenja u suradnji s privredom. Neposrednu odgovornost nosio je za termometriju, strukom je vladao potpuno i vrijedio kao pouzdan stručnjak na tom području.

Laboratorij za toplinska mjerenja duguje mu prije svega svoje organizaciono sređivanje, kao i kod svakog drugog posla tako i kod organizacionog svaki je posao, krupan ili sitan, obavio uredno, tačno i na vrijeme.

Na druga Eugena Wanderera sačuvat ćemo trajnu uspomenu.

VJESTI IZ PRIVREDE

Cijene, troškovi života, primanja i proizvodnja

Najveće promjene u cijenama promatranih grupa proizvođača nastale su kod industrije građevnog materijala, kod koje porast cijena od početka godine iznosi 11%. Njoj slijede sa slabijim rastom obojena metalurgija, elektroindustrija i kemijska industrija. Očekivati je da će efekti revalorizacije osnovnih sredstava prouzrokovati porast cijena i u proizvodnji električne energije, a ne isključuje se i mogućnost promjena u cijenama kod drugih grana industrije.

Indeksi cijena proizvođača

Tablica 1

	1966 / 1965	svibanj 1967 / svibanj 1965	svibanj 1967 / svibanj 1966	svibanj 1967 / siječanj 1967	svibanj 967 / travanj 1967
Proizvodnja el. energije	111	111	100	100	100
Proizvodnja ugljena	108	108,8	101	100	100
Proizvodnja nafte	97	97	100	100	100
Crna metalurgija	120	120	100	100	100
Obojena metalurgija	125	132,6	108,2	103,9	103,9
Elektroindustrija	107	111,8	92,2	102	102
Kemijska industrija	108	111,8	104	102	101
Ind. građ. materijala	113	126	111	111	108,9
Proizv. i prer. papira	104	104	100	100	100

Kod cijena na malo za promatrane oblike potrošnje nema promjena koje bi bile značajne. Prosječna cijena električne energije je u travnju i svibnju niža nego u ranijim mjesecima, kao rezultat primjene tarifnog sistema i tarifa električne energije nižih u ljetnom vremenskom razdoblju. Cijena ugljena je u svibnju niža za pet poena što je uobičajena pojava za razdoblje u kojem su potrošači nezainteresirani za nabavu ogrjeva za grijanje prostorija.

Kod elektroproizvoda cijene su zadržale uglavnom isti nivo.

Indeksi cijena na malo

Tablica 2

	1966 / 1965	svibanj 1967 / svibanj 1965	svibanj 1967 / prosinac 1967	svibanj 1967 / travanj 19o7
Električna energija	128	124,3	94,2	100
Drvo za ogrjev	111	111	100	100
Lignit	123	119,8	95	99
Električni štednjak	110	110	99	98
Hladionik	107,5	107,5	100	100

Indeksi troškova života su u porastu osim troškova duhana i pića, stanarine, vode i dr., te pokućtva koji su zadržali isti nivo. Važno je pri tom podsjetiti da su stanarine porasle sa 1. siječnja u godini, a cijene duhana i pića su se posljednji put formirale krajem siječnja mjeseca. Troškovi ogrjeva i osvjetljenja su niži za 3,8% iz naprijed već navedenih razloga. Od ožujka do svibnja ukupni troškovi života, s obzirom na siječanj su porasli za 2% (od 101,8 na 103,8), ishrana za 3,8%, odjeća i obuća za 1,8%, higijena za 4,6%, kultura i razonoda za 1%, saobraćaj i PTT za 1,8%, roba za 2,8% i usluga za 11,6%.

Indeksi troškova života

Tablica 3

	1966 / 1965	srpanj 1965 / svibanj 1967	svibanj 1967 / svibanj 1965	svibanj 1967 / svibanj 1966	svibanj 1967 / siječanj 1967
Ukupno	123	109,5	135,8	107,9	103,8
Ishrana	120	107,7	129,8	103,9	102,8
Duhan i piće	137	117,8	153,4	112,0	111,0
Odjeća i obuća	125	106,6	138,8	111,1	102,8
Stanarina, voda i dr.	131	124,6	160,5	122,0	100,0
Ogrjev i osvjetljenje	121	125,8	118,0	100,0	96,2
Pokućstvo	118	107,7	126,2	107,1	102,0
Higijena	129	144,6	151,5	121,6	108,2
Kultura i razonoda	126	106,6	141,2	114,1	106,7
Saobraćaj i PTT	125	106,6	136,1	109,0	103,8
Roba	122	109,2	133,0	106,9	103,8
Usluge	129	114,8	148,9	107,1	112.6

Nominalna primanja u ožujku su viša od prosjeka u 1966. za 11%, pri čemu u privredi također 11%, u industriji 9% a neprivredi 12%. Nominalna primanja u tom mjesecu su viša od primanja u siječnju i veljači.

Realna primanja su u ožujku naprama 1966. godini porasla ukupno za 3%, od čega u privredi za 3%, a neprivredi 4%.

Količina novca u opticaju i dalje je u porastu te je vrijednost realizirana u travnju prešla prošlogodišnji maksimum z a3,5% a količinu u siječnju za 11,38%.

Energetska proizvodnja u travnju niža je od proizvodnje u istom mjesecu u 1966. godini i od prosjeka u 1966. te iznosi 95 poena. Ovaj pad proizvodnje nastao je kod grupe ugljena i koksa (87,6% i 81,0%). Naprotiv proizvodnja elektroenergije te proizvodnja i prerada nafte su u porastu i to kod prve za 10, 2i 8%, a kod druge za 9,4 i 5%.

Ukupna industrijska proizvodnja u razdoblju siječanj-travanj je jednaka proizvodnji u istom periodu protekle godine.

B. Tilić

Ragnar Holm: **Electric Contacts, Theory and Application,** Springer Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1967, 482 stranice, 218 slika, tvrdi uvez, format 17 × 23 cm, četvrto izdanje, cijena 58 DM.—

Ova knjiga predstavlja potpuno prerađeno izdanje knjige »Electric Contacts Handbook« izdane 1958. godine. U knjigu su unijeti rezultati najnovijih istraživanja, a mnoga teoretska izlaganja su revidirana općenito i u detaljima.

U knjizi je sakupljena vrlo opširna građa o teoriji kontakata kao i primjena te teorije u različitim granama elektrotehnike. Stručnjaci koji se bave sklopkama, kontaktorima, komutatorima, mikrofonima i sl. naći će bogat materijal, vrlo koristan u njihovu radu. Knjiga ima četiri dijela s dodatkom i bogatim pregledom literature.

U prvom je dijelu obrađena teorija stacionarnih kontakata. Tu su obuhvaćeni problemi otpora u ovisnosti o mehaničkom i električkom opterećenju, onečišćenju i općem stanju površine. Zatim je iznesen problem elektrodinamičkog i elektrostatskog djelovanja, utjecaj temperature, problem tankih slojeva i tunel efekt. Ovaj dio završava obradom kontaktnog efekta kod granuliranog ugljena u mikrofonima i kontaktima kod poluvodiča.

Drugi dio je kratak i obrađuje termiku kod kontakata. Treći dio obuhvaća probleme kliznih kontakata kao trenje, habanje, mazanje, naročito kod ugljenih kontakata, stvaranje temperature u kontaktima bez struje. Zatim govori o električkim karakteristikama ugljenih četkica na komutatorima, o teoriji komutacije s obzirom na iskrenje i luk, te o kliznim kontaktima za trolej vozila. Ovaj dio svršava obradom problema buke kod kontakata.

Četvrti dio obrađuje električne pojave u sklopnim kontaktima. Najviše je pažnje posvećeno teoriji luka s posebnim osvrtom na luk kod izmjenične i istosmjerne struje. Poglavlje završava obradom živinih kontakata i izlaganjem o izboru materijala za kontakte.

U dodatku je učinjen osvrt na probleme iz susjednih područja, kao pitanje tvrdoće, moderna teorija luka, struktura i vodljivost ugljena, upotreba statističkih metoda u rješavanju problema kontakata itd.

Kao što se vidi ovo interesantno polje elektrotehnike obrađeno je u knjizi vrlo opsežno i iscrpno te se može preporučiti.

B. Markovčić

Grupa autora: **Das Fachwissen des Ingenieurs Band II,** Izdavač VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1967, 1131 slika, 231 tabela, tvrdi uvez, format 16,5 × 23 cm, cijena 28.— MDN.

Pred nekoliko je godina ova izdavačka kuća izdala vrlo interesantan priručnik za tehničke stručnjake pod naslovom »Das Grundwissen des Ingenieurs«. Kako je to bio pregled osnovnih teoretskih znanja, djelo »Das Fachwissen des Ingenieurs« predstavlja nadopunu kao praktički dio. Kompletno ovo djelo je izdano u tri omašna sveska od čega je redakcija primila samo svezak II.

Ovaj je svezak podijeljen na 6 poglavlja, a ova na potpoglavlja koja sadrže obrađene pojmove. Na početku svakog poglavlja dan je pregled naslova potpoglavlja, a zatim pregled oznaka koje će se upotrijebiti u tom dijelu.

Na početku potpoglavlja naznačen je autor i sadržaj u kojem su navedeni svi pojmovi koji su tamo obrađeni. Ovako sistematski raspored materijala mnogo doprinosi preglednosti i omogućuje stručnjaku da se brzo orijentira i nađe pojam koji ga interesira.

Sadržaj spomenutih 6 poglavlja je slijedeći:

1. Proizvođači pare, gdje su obrađeni parni kotlovi i njihovi sastavni dijelovi, propisi za gradnju i održavanje, kao i pripadna teorija izgaranja, gubici, prijenos topline itd.
2. Energetski nuklearni reaktori, sadrže teoretske osnove, pregled uređaja, pregled nuklearnog goriva, materijal za konstrukciju elemenata, a svršava podacima i propisima o sigurnosti nuklearnih elektrana.
3. Poglavlje elektrotehnike govori o električnim strojevima, elektromotornim pogonima, visokonaponskoj tehnici, električnim aparatima, rasvjeti i osnovnim elementima signalne tehnike i elektronike.
4. Obrađuje se tehnika proizvodnje, razdiobe i upotrebe plina.
5. Sadrži obradu cjevovoda te teoriju i izvedbu uređaja za grijanje i provjetravanje.
6. Ovo posljednje poglavlje daje pregled o armaturama za cjevovode. Iznesena je standardizacija, materijal za armature, podaci o ventilima i tehnički uvjeti dobave za industrijske armature.

Knjiga daje inženjerima praktičarima mogućnost da dobiju sistematski pregled tehničkih pojmova iz svojeg ili susjednog tehničkog područja. Ona će nadalje dobro poslužiti i studentima, jer će naći na jednom mjestu u sažetom obliku sistematski složen i stručno obrađen materijal kojim će moći nadopunjavati predavanja.

B. Markovčić

K. Steinbuch, W. Rupprecht: **Nachrichtentechnik,** Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1967, 462 stranice, tvrdi uvez, cijena DM 48.—.

Električna je dojavna tehnika postigla veliki napredak u posljednja dva decenija. Prvotno je ta tehnika služila samo u svrhu prijenosa vijesti s jednog mjesta na drugo. Međutim, njeno novo područje je obrada vijesti uz primjenu nove grane nauke — teorije informacije.

Ova knjiga daje prvi puta odgovarajući elementarni uvid u današnje stanje kod obje ove grane dojavne tehnike. Cjelokupni je materijal raspodi-

jeljen u tri veća dijela. Prvi dio su Elementi dojavne tehnike, gdje su obrađeni osnovni sastavni elementi sklopova (otpornik, kondenzator, zavojnica, transformator), linearni pasivni sklopovi (dvopolni i četveropolni u svjetlu teorije valnih parametara), zatim linearna pojačala s elektronkama i tranzistorima, te najzad impulsna tehnika s odgovarajućim sklopovima.

Drugi dio predstavlja opis tehnike prijenosa vijesti (govor i elektroakustički pretvarači, vodovi kao prijenosni medij, te postupci modulacije i selekcije signala).

U trećem je dijelu prikazana obrada vijesti i teorija informacija. Razmotreni su problemi kodiranja, teorija informacija, spojna algebra i logički sklopovi, te teorija i struktura digitalnih sistema za obradu vijesti. Ovaj je dio naročito dobro došao, jer se u svijetu već naveliko radi na polju obrade podataka, kojim smo se problemima upravo i mi počeli baviti.

Inače, pri pregledu knjige upravo začuđuje koliko se pedantno opisuje sve ono što dolazi u obzir kod dojavne tehnike. Međutim, pri tom su se pojavila i neka poglavlja, koja mora odgovarajući stručnjak poznavati iz opće elektronike (osnovi triode i njenog pojačanja, razni jednofazni sklopovi, tranzistori i slično), pa to oduzima i onako dragocjeni prostor pri obradi ovako širokog područja.

Po svom je sadržaju knjiga namijenjena prvenstveno studentima odgovarajućih specijalnosti, kao i inženjerima povezanim s dojavnom tehnikom.

M. Vujnović

J. Petr: **Pogon i održavanje upravljačkih i regulacijskih uređaja,** Tehnička knjiga — Zagreb 1966, 142 str., 34 slike, meki uvez, cijena N. din 25.—

Četvrto u nizu djela Politehničke biblioteke prijevod je s češkog jezika. Prevodilac je Vjera Najman. Pobudu za izdavanje ove knjige dala je činjenica, da kod nas nema sličnog djela o montaži i održavanju upravljačkih i regulacijskih uređaja u raznim granama industrije, a o čemu se već odavna osjećala potreba. Kako o toj problematici postoje bogata iskustva kod čehoslovačke industrije, djelomično sakupljena i opisana u ovom radu, prišlo se izdavanju navedene knjige.

U knjizi se potanko i sistematski obrađuje niz praktičnih uputa o pripremanju montaže, pogona i održavanja (preuzimanje i uskladištenje isporučenih uređaja, različite kontrole i slično), o samoj montaži postrojenja, o puštanju postrojenja u pogon, o održavanju postrojenja u pogonu (evidencija, izvođenje raznih mjerenja, periodične kontrole i popravci) i drugo.

Pri razmatranju problema pogona i održavanja različitih postrojenja nužno u praksi postoje razna pravila, propisi i norme. U vezi toga autor često navodi odgovarajuće propise. Iako su to čehoslovački propisi (ČSN), nema veće zapreke da ih prihvati i naš čitalac, jer ne postoje bitne razlike između ovih i naših (JUS) propisa.

Knjiga je namijenjena svima koji se bave preuzimanjem, montiranjem i održavanjem u industrijskim pogonima, bio to srednji ili viši stručni kadar.

M. Vujnović

L. Nozdrovicky, **abc televizije.** Izdavač Tehnička knjiga Zagreb, 1966, str. 276, format 14 × 20 cm, plasticirani omot, više stotina crteža u tekstu. Cijena 23.— N. din.

Knjiga je izišla u seriji biblioteke »abeceda...«, koja objavljuje prijevode vrhunskih djela svjetske literature pisane popularno. Serija abeceda nastala je zbog nasušne potrebe suvremenog čovjeka da se saživi sa svijetom burnog razvoja nauke i tehnike, čijim se tekovinama koristi u svakodnevnom životu.

Veliki interes naših mnogobrojnih TV gledalaca ponukao je izdavača da izda iz spomenute serije ovo poznato djelo mađarskog autora koje je doživljelo 3 izdanja i koje je već prevedeno na slovački i poljski.

Naše izdanje razlikuje se od originala po tome, što su provedene korekture u tekstovima koji se odnose na TV-norme OIR (ist. Evr.), a ovdje su prilagođeni našim CCIE normama. Zasluga za to pripada A. Židanu, koji je djelo popunio novostima iz TV, nastalim u međuvremenu, kao i tipovima domaćih televizora čime je djelo maksimalno približio našim prilikama.

Autor je izgleda dobro pogodio želju spomenutog kruga čitalaca, jer na zoran način s mnogo ilustracija, šaljivih karikatura i dosjetki neopazice uvodi čitaoca u kompliciranu stručnu materiju.

Uvodna poglavlja govore o historijatu nauke općenito, te osnovama elektrotehnike, radiotehnike i televizije napose.

Srž knjige je posvećena praktičnim pitanjima televizijske tehnike, antenama, prijemu, predaji, smetnjama itd.

Na kraju je dan pregled TV normi, objašnjenje nekih osnovnih pojmova, te redakcijski prilog s kratkim opisom nekih tipova domaćih televizora.

I. Šimurina

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE OŽUJAK I TRAVANJ 1967.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5 – 9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. 1966.	304.002	19.891	1.700	19.748	305.702	39.639	– 35.354	16.685	– 37	326.635
6. 1966.	193.487	47.252	1.071	16.535	194.558	63.787	+ 5.779	69.427	– 33	333.518
7. 1966.	121.190	54.343	953	19.967	122.143	74.310	+ 92.649	20.276	– 142	309.236
8. 1966.	138.400	72.560	996	26.019	139.396	98.579	+ 103.361	2.633	– 294	343.675
9. 1966.	175.229	53.819	775	30.884	176.004	84.703	+ 69.602	23.075	– 41	353.343
10. 1966.	228.596	49.616	1.357	32.125	229.953	81.741	+ 25.040	4.712	– 5.700	335.746
11. 1966.	340.291	31.963	2.131	26.670	342.422	58.633	– 45.555	3.542	– 13.801	345.241
12. 1966.	423.845	35.251	2.253	29.296	426.098	64.547	– 76.216	8.188	– 10.677	411.940
Ukupno 1966.	3,109.757	532.839	18.848	279.198	3,128.603	812.037	– 143.726	402.931	– 35.340	4,164.505
1. 1967.	372.614	41.483	1.671	24.241	374.285	65.724	– 138.233	93.211	– 9	394.978
2. 1967.	312.463	50.889	1.427	23.332	313.890	74.221	– 111.331	109.600	– 5	386.375
3. 1967.	359.808	43.775	1.706	22.837	361.514	66.612	– 82.607	50.449	– 2.479	393.489
4. 1967.	347.742	26.702	1.804	21.497	349.546	48.199	– 66.629	37.206	–	368.322
Ukupno 1. – 4. 1967.	1,392.627	162.849	6.608	91.907	1,399.235	254.756	– 398.800	290.466	– 2.493	1,543.164

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece ožujak i travanj 1967.

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik[3]	216,0	25.850	23.957	85.838	—	—	—	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	15.952	14.242	63.904	99,3	194,5	116,3	27,3	25,0	—	—
		Gojak	48,0	25.263	31.481	104.333	136,0	152,3	101,7	62,4	91,0	—	—
		Ozalj	5,1	2.952	3.315	6.267	118,0	114,0	61,3	77,7	90,2	—	—
		Senj	216,0	92.543	93.122	380.388	112,0	92,6	125,4	57,5	59,8	—	—
		Peruća	42,0	13.934	8.611	52.754	79,8	108,2	129,6	44,5	28,5	—	—
		Kraljevac	67,0	18.636	21.157	67.532	200,0	—	196,8	37,3	43,9	—	—
		Split	224,0	148.044	133.751	560.278	96,1	103,4	98,4	88,6	83,2	—	—
		Manojlovac	20,5	14.584	14.535	55.783	104,1	106,6	98,7	95,4	97,9	—	—
		Jaruga	5,3	2.050	3.571	10.557	52,7	91,9	90,0	50,1	90,1	—	—
	TE	TE – TO Žitnjak	64,0	26.736	14.791	99.448	95,6	99,6	99,2	56,3	32,1	3.477	3.605
		Zagreb	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	9.558	6.023	31.932	102,1	233,3	80,3	35,6	23,1	4.408	4.621
		Vlaška	8,0	1.022	—	2.203	268,0	—	122,8	17,1	—	5.102	—
		Rijeka	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil – Split	16,6	1.507	1.390	5.817	100,0	94,6	100,8	12,2	16,1	—	—
		Sladorana – Županja	7,08	44	—	4.653	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	2.202	2.142	8.322	86,8	97,7	93,8	49,3	42,0	—	—
		Željezara – Sisak	5,5	2.706	2.356	10.474	95,0	119,5	89,0	66,1	54,5	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u ovim narednim iskazan je u odnosu na 1966. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta
[3] Dio od 23 % proizvodnje koji otpada na SRH

Proizvodnja ugljena za mjesece ožujak i travanj 1967.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1966 = 100		
		Ožujak 1967.	Travanj 1967.	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša	56.680	56.190	206.460	78,4	80,0	75,1
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	2.250	2.085	9.531	48,7	52,6	62,8
	Rudnik Pregrada	4.395	4.205	18.270	64,3	66,6	73,0
	Ostali	3.114	3.135	12.509	58,7	63,1	63,1
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	10.254	9.001	36.561	70,3	66,2	78,5
	Dalmacija: Rudnik Siverić	4.134	2.971	14.104	60,9	41,1	55,0
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.533	1.768	6.286	83,0	109,8	84,1
	Svega mrki	26.680	23.165	97.261	64,1	61,5	64,9
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi. Ivanec	21.030	21.127	86.794	71,9	74,9	74,8
	Zagorski rudnici, Konjščina	7.128	5.600	27.804	87,1	64,6	75,0
	Rudnik lignita i Poljanica	2.189	—	7.827	62,9	—	—
	Ostali	183	—	2.478	—	—	—
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	3.744	3.982	16.847	59,4	74,4	67,8
	Ostali	1.525	1.305	6.845	29,3	27,9	34,5
	Ostala područja	1.867	238	4.985	106,6	11,5	69,4
	Svega lignit	37.666	32.252	153.580	67,8	60,0	67,9
	Ukupno sve vrste ugljena	120.026	111.607	457.301	71,6	69,0	70,3

NAPOMENA[1]: Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar.

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1967.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kal).	Koks
Proizvodnja u 1000 t	3. 1967.	2061	86	795	1180	1632	102
	4. 1967.	1910	83	695	1132	1498	100
Indeks na bazi	3. 1966.	84,0	78,9	85,3	126,6	70,5	97,1
	4. 1966.	75,8	83,0	79,7	70,7	76,8	99,0

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1967.

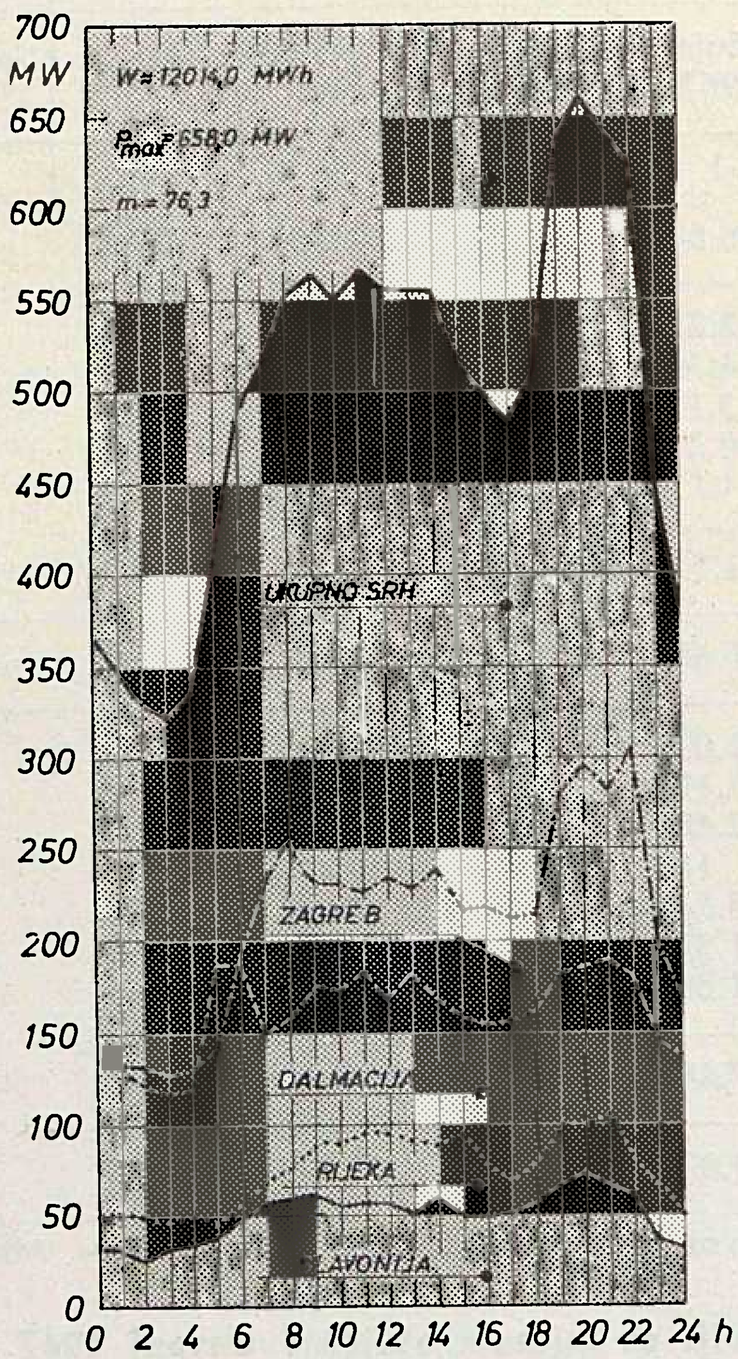
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja u tonama	3. 1967.	197.219	39.194	445.174	74,976	1.667	5.783	123.125	17.919	158.048
	4. 1967.	187.000	36.145	370.000	66.440	1.546	6.986	125.412	12.141	123.000
Indeks na bazi	3. 1966.	107,6	114,7	128,6	101,3	73,8	75,3	129,4	122,6	105,3
	4. 1966.	104,4	119,1	106,4	99,9	151,3	70,7	129,8	105,8	86,0

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1967.

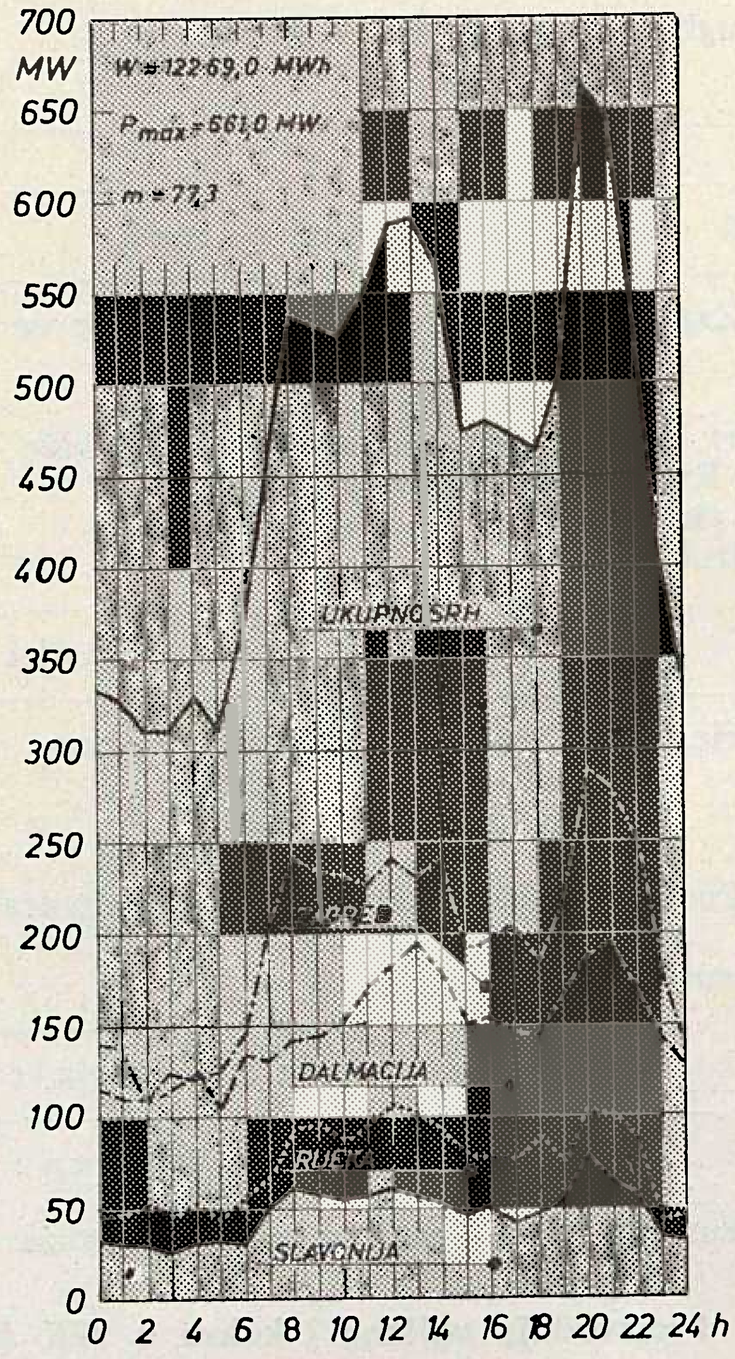
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
3. 1967.	106	105	107	108	101	114	106	108	107	103
4. 1967.	98	96	99	102	94	101	109	96	101	95
3. 1966.	100,0	100,0	101,9	102,8	93,5	102,7	99,0	106,9	97,0	100,9
4. 1966.	92,4	93,2	90,0	96,2	90,3	84,1	100,0	92,2	92,9	91,5

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

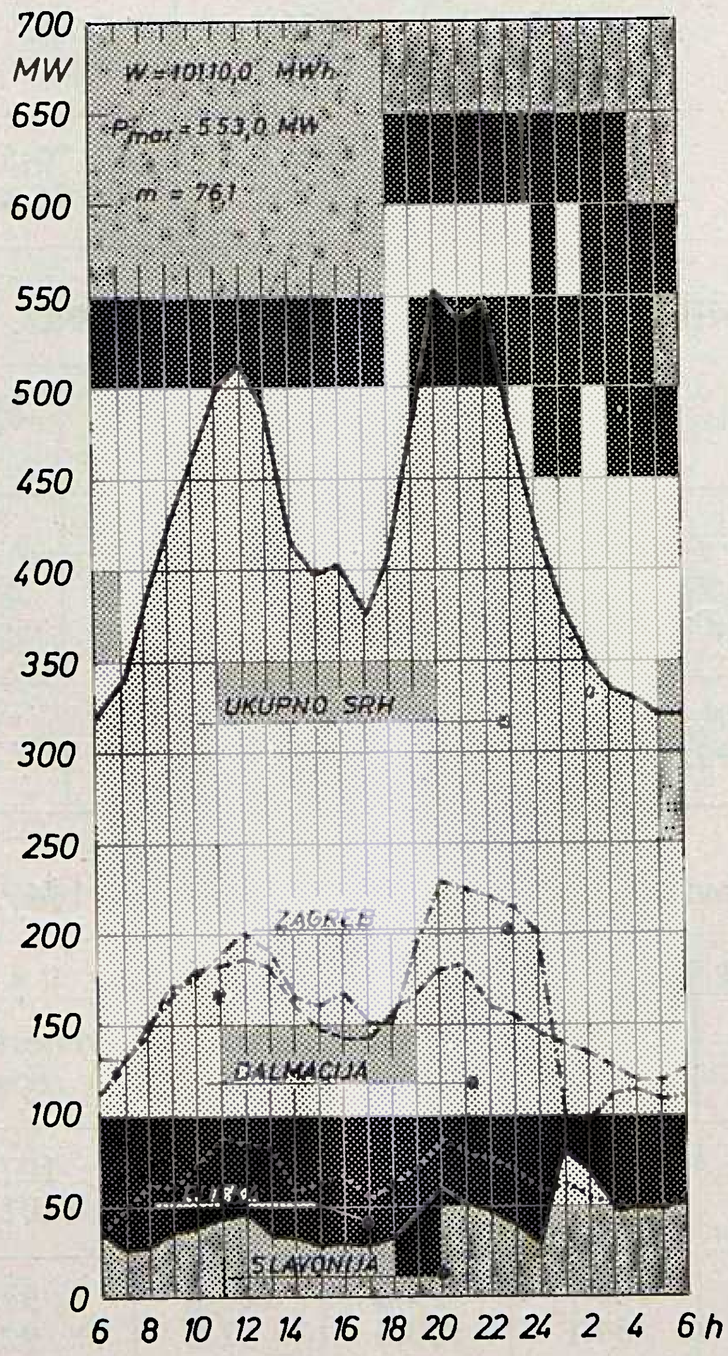
Srijeda, 15.3.1967



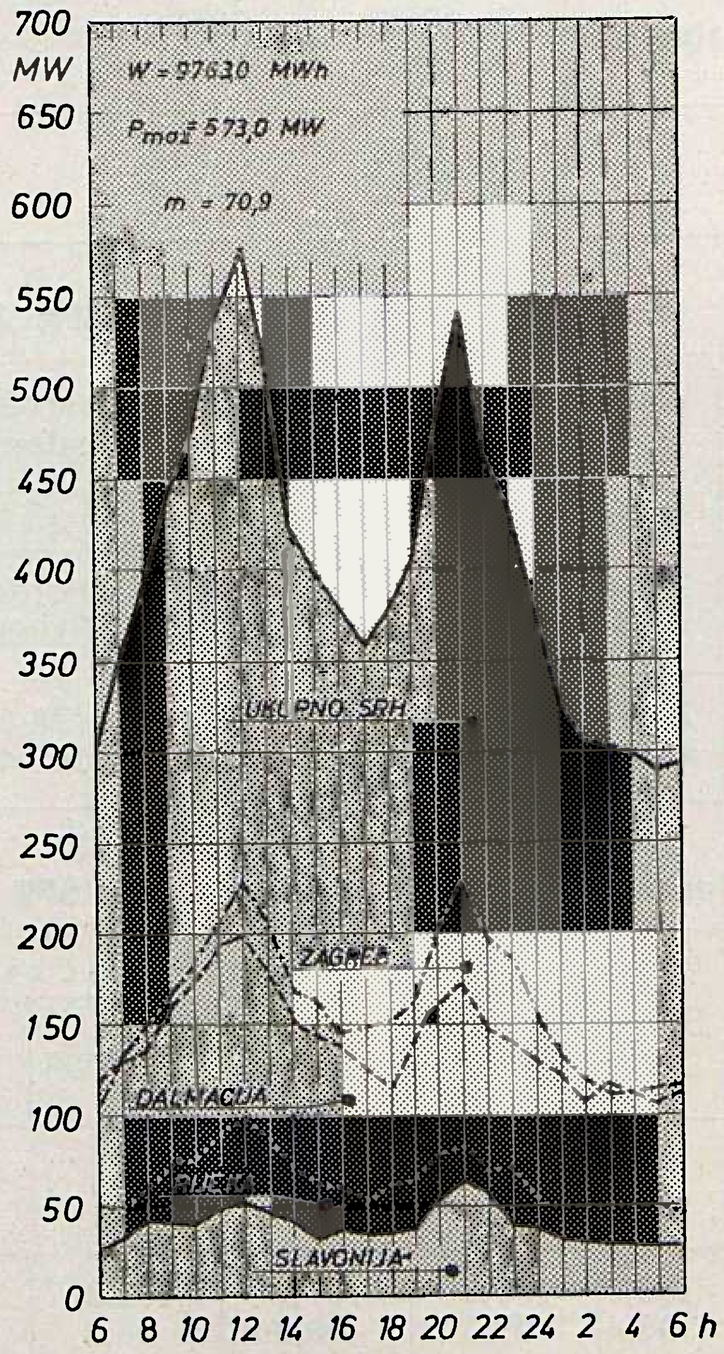
Srijeda 19.4.1967



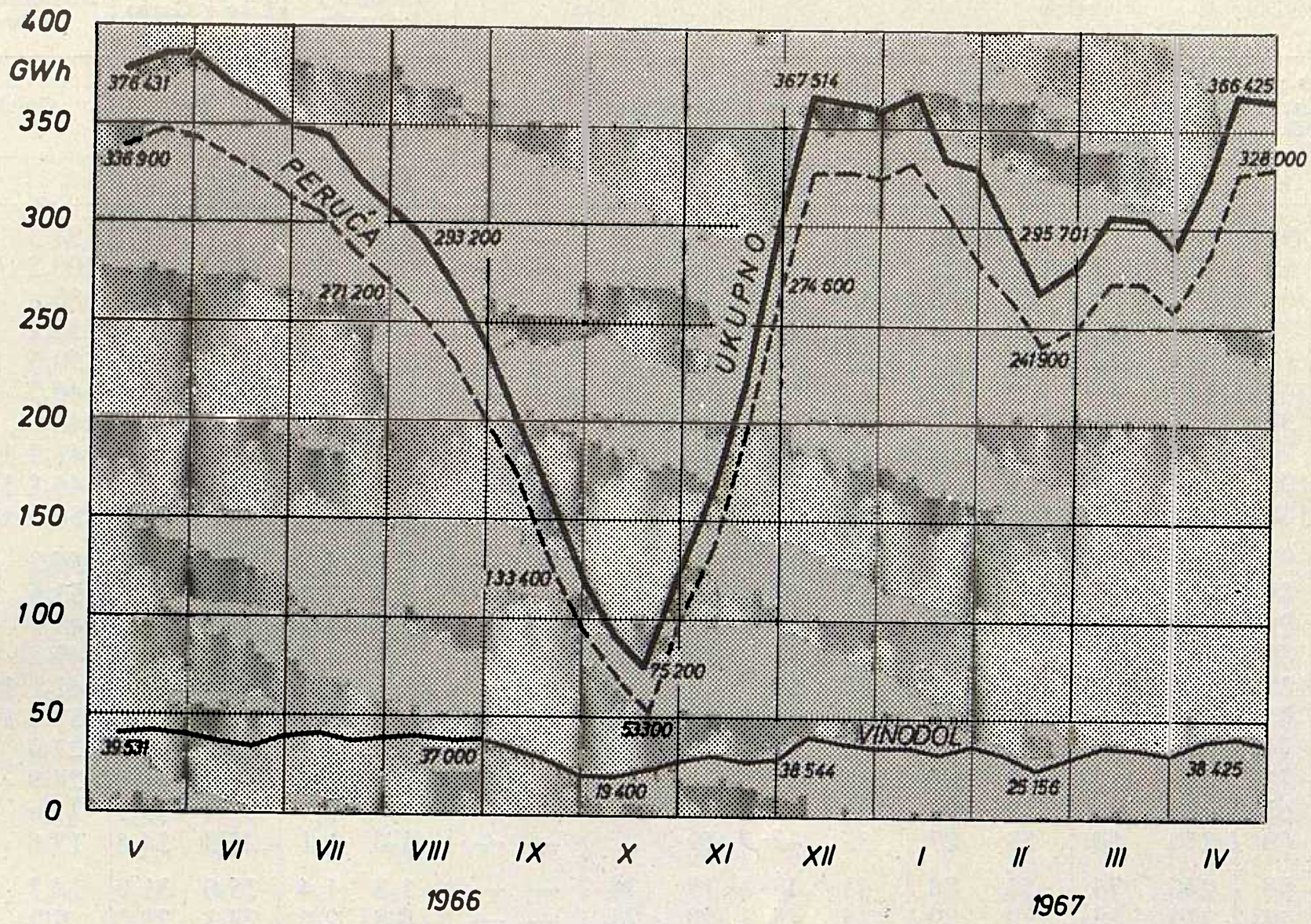
Nedjelja, 19.3.1967



Nedjelja, 23.4.1967



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece ožujak i travanj 1967.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1966.		III – IV 1967. prema III – IV 1966.		12 mjeseci 1967/6. prema 12 mjeseci 1966/5.	
	Ožujak %	Travanj %	Ožujak %	Travanj %	Ožujak %	Travanj %	Ožujak %	Travanj %	Ožujak %	Travanj %
Ukupno SRH	100,0	100,0	109,9	95,5	107,6	112,4	108,1	109,1	108,9	109,4
Direktni potrošači	21,1	20,4	112,6	92,3	106,3	103,3	109,4	107,8	117,1	115,1
Distribucija	70,6	68,2	111,1	92,3	108,5	109,7	107,6	108,2	109,4	109,8
Gubici i ostalo	8,3	11,4	107,1	130,6	95,5	146,0	102,8	111,8	74,1	78,4

Srednji dnevni protoci za mjesece ožujak i travanj 1967. (m^3/sek.)

Datum	Cetina								Krka				Ličanka i Lokvarka		Lika i Gacka		Mrežnica — Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciji Peruća		Ispust iz akumulacije Peruća(Lim) Šilovka		Međudotok Peruća — Prančevići		Ispust iz akumulacije Prančevići		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	3.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.
1	64	92	147	12	125	142	38	65	30	59	—	—	9,3	4,6	71,1	35,7	94,3	56,6	—	—
2	63	69	124	3	132	129	59	33	36	50	—	—	9,0	2,7	60,5	34,4	100,5	50,0	—	—
3	71	61	90	30	149	102	57	33	44	39	—	—	7,5	3,3	68,5	31,4	80,6	39,0	—	—
4	67	57	84	32	132	107	50	51	41	37	—	—	4,0	1,8	58,3	30,7	58,2	34,1	—	—
5	53	60	84	49	108	100	23	43	38	35	—	—	3,3	1,5	51,1	31,9	50,6	31,9	—	—
6	52	40	170	41	100	91	16	35	36	30	—	—	2,3	9,3	46,6	30,7	46,7	31,4	—	—
7	47	51	174	42	105	78	45	25	36	34	—	—	2,4	19,8	42,3	128,8	43,0	58,4	—	—
8	49	70	174	16	103	108	44	46	35	42	—	—	6,8	25,1	41,7	130,0	41,3	108,2	—	—
9	56	103	168	3	106	147	42	55	34	50	—	—	30,8	17,6	40,9	101,6	46,8	128,6	—	—
10	53	130	145	3	105	152	38	78	32	49	—	—	14,1	9,8	40,0	74,4	54,6	100.3	—	—
11	67	97	121	3	113	144	41	75	36	45	—	—	7,5	5,7	39,5	54,8	56,2	67,8	—	—
12	49	87	121	5	104	136	35	62	33	41	—	—	6,4	3,2	36,2	54,8	53,6	53,3	—	—
13	66	96	170	11	107	129	57	47	35	40	—	—	5,3	2,7	35.1	49,2	49,4	46,7	—	—
14	46	88	189	3	105	123	45	45	30	39	—	—	3,6	6,6	32,0	48,7	49,2	49,3	—	—
15	31	85	196	3	106	123	65	30	27	37	—	—	2,6	12,0	32,3	52,5	41,1	169,4	—	—
16	50	85	200	3	97	118	67	55	26	35	—	—	2,3	5,7	30,5	47,7	31,8	123,1	—	—
17	55	74	190	10	87	112	45	54	24	35	—	—	1,8	4,0	29,1	43,6	27,0	78,4	—	—
18	41	75	250	17	70	105	38	35	22	32	—	—	0,9	2,5	31,3	41,0	24,9	59,7	—	—
19	41	68	228	41	58	96	30	45	20	30	—	—	1,0	2,9	27,4	35,7	21,6	51,0	—	—
20	35	60	250	50	53	87	35	45	19	27	—	—	1,0	1,1	26,5	34,6	17,6	50,5	—	—
21	31	58	246	74	52	88	43	48	19	26	—	—	1,3	1,4	25,0	31,0	14,3	46,0	—	—
22	30	64	226	43	39	90	25	45	20	24	—	—	0,8	2,2	24,3	29,0	9,9	51,7	—	—
23	25	40	244	40	41	84	47	31	20	24	—	—	0,1	2,1	23,0	28,5	9,6	44,5	—	—
24	30	55	226	64	39	101	33	54	19	23	—	—	—	2,0	22,9	27,2	11,4	44,4	—	—
25	32	47	250	70	42	88	35	62	19	22	—	—	—	1,4	21,6	25,6	11,0	36,9	—	—
26	53	50	250	80	35	86	25	46	20	22	—	—	0,1	0,7	21,6	25,0	11,2	31,6	—	—
27	29	48	255	83	37	82	41	60	19	23	—	—	1,5	1,0	21,0	14,7	11,1	30,7	—	—
28	31	49	256	86	35	88	39	67	18	23	—	—	3,8	0,7	21,4	28,6	12,1	31,8	—	—
29	47	59	250	19	39	110	37	67	19	24	—	—	20,3	2,0	21.6	38,6	38,8	73,0	—	—
30	108	63	124	23	142	143	70	43	55	29	—	—	6,4	2,0	45,6	46,4	59,9	90,8	—	—
31	128		84		162		68		64			—	3,6		40,7		48,4		—	
Mjeseč. prosjek	51,0	59,3	184,4	32,0	88,0	809,6	43,0	49,3	30	30	—	—	5,2	5,2	36,5	46,3	39,3	62,3	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1967.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	3. 1967.	1387	1066	321	354	33	234	109	138	101	205	79	42	—	93	—
	4. 1967.	1326	1120	206	339	18	243	107	184	54	218	26	47	1	89	—
Indeks na bazi	3. 1966.	109,5	128,1	74,4	116,8	100,0	285,3	52,9	112,2	93,2	106,6	98,7	13,8	—	98,9	—
	4. 1966.	112,5	134,6	76,0	119,3	120,0	238,3	173,8	126,8	71,0	88,0	41,9	16,5	14,2	115,2	—

UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

OBAVIJESTI PROIZVOĐAČA

Nazivna struja A	Dopuštena struja kratkog spoja na mjestu ugradnje osigurača (kod izmjenične struje efektivna vrijednost)				Tip	Težina kg
	125 V~ 110 V— kA	220 V~ 220 V— kA	380 V~ 440 V— kA	550 V~ 600 V— kA		
25,35 50,60 80,100 125	neograničena				NVO 200	0,37
160,200	neograničeno		70	60		
260	60	55	50	40		
25,35 50,60 80,100 125	neograničena				NVO 400	0,54
160,200	neograničena			70		
225,260	neograničena	65	55	50		
300,350	60	55	50	40		
400	60	55	50	30		
300, 350	70	65	60	45	NVO 600	0,74
400, 430	65	60	55	35		
500	65	60	55	30		
600	60	55	50	30		

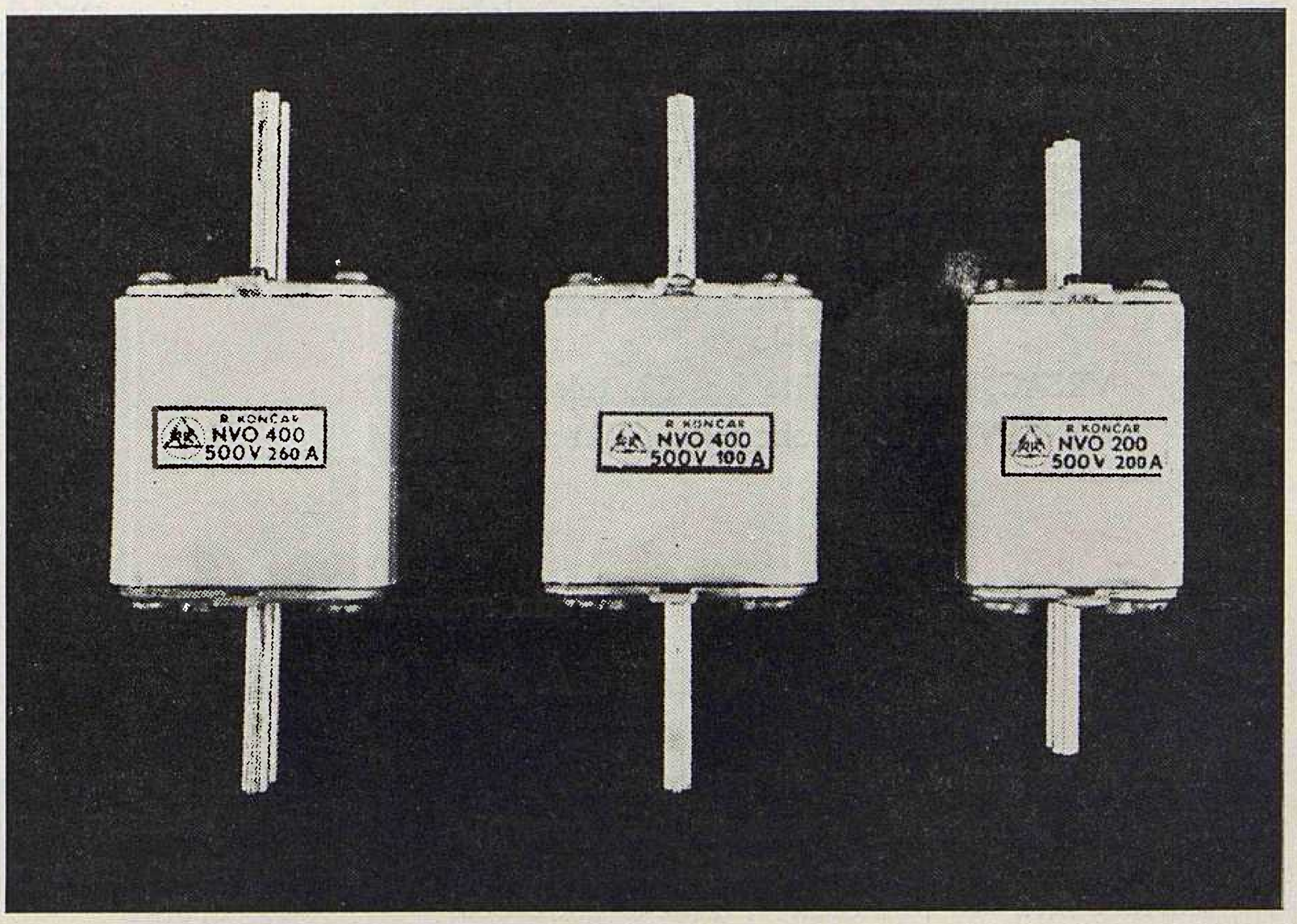
OSIGURAČI NVO

Niskonaponski visokoučinski osigurači tip NVO namijenjeni su za primjenu u razvodnim ormarima niskog napona, u ormarićima i podzemnim razvodima kabelske mreže itd.

Područje NV osigurača obuhvaća nazivne struje od 25 do 600 A sa tri veličine patrona.

Mogu se upotrebljavati u 3-faznim mrežama, gdje fazni napon ne prelazi 290 V.

Ovi osigurači visokog učina imaju izvrsna selektivna svojstva, koja daju sigurnost da će biti prekinut upravo strujni krug koji je u kvaru, ostavljajući ispravne krugove nedirnute.



RADE KONČAR Poduzeće za proizvodnju električne opreme, projektiranje i montažu postrojenja ZAGREB Fallerovo šetalište 22
SEKTOR SERIJSKIH PROIZVODA tel. 561-022

Velika jugoslavenska špediterska kuća

JUGOTRANSPORT

Poduzeće za međunarodnu špediciju i skladišta

CENTRALA **ZAGREB** JUGOSLAVIJA

ZAGREB, Vodovodna 20a, Poštanski pretinac 786
Telefon: 572-722 serija, Telex: 21-127
Telegrafski adresa: Jugotrans

Uprava — telefon 571-477
Uvoz — telefon 571-243, 571-632, 572-939 571-529
Izvoz — telefon 571-411, 572-641
Tarifno konjunkturni sektor — telefon 571-518
Računovodstvo — telefon 571-066
Skladište — telefon 572-722
Loko odjel — telefon 572-722
Vozni park — telefon 572-722

Ispostave u Zagrebu

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

FILIJALE:

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

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

OSIJEK, Zrinjevac 12, telefon 57-37

SISAK, Vladimira Majdera 5, telefon 227-55
telex 21-305

ISPOSTAVE:

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

PREDSTAVNIŠTVA:

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

Područje rada međunarodne špedicije

JUGOTRANSPORT ZAGREB

Uvozni, izvozni i tranzitni poslovi
Masovni transporti — Industrijska postrojenja — Strojevi — Specijalni tereti
Čartrovanje — Pomorski i zračni saobraćaj
Transporti živog i lakopokvarljive robe — Hranjenje — Pojenje — Doleđivanje
Zbirni saobraćaj
Riječna plovidba
Selidbe
Uskladištenja u vlastita skladišta
Pakovanje — Sortiranje — Vaganje

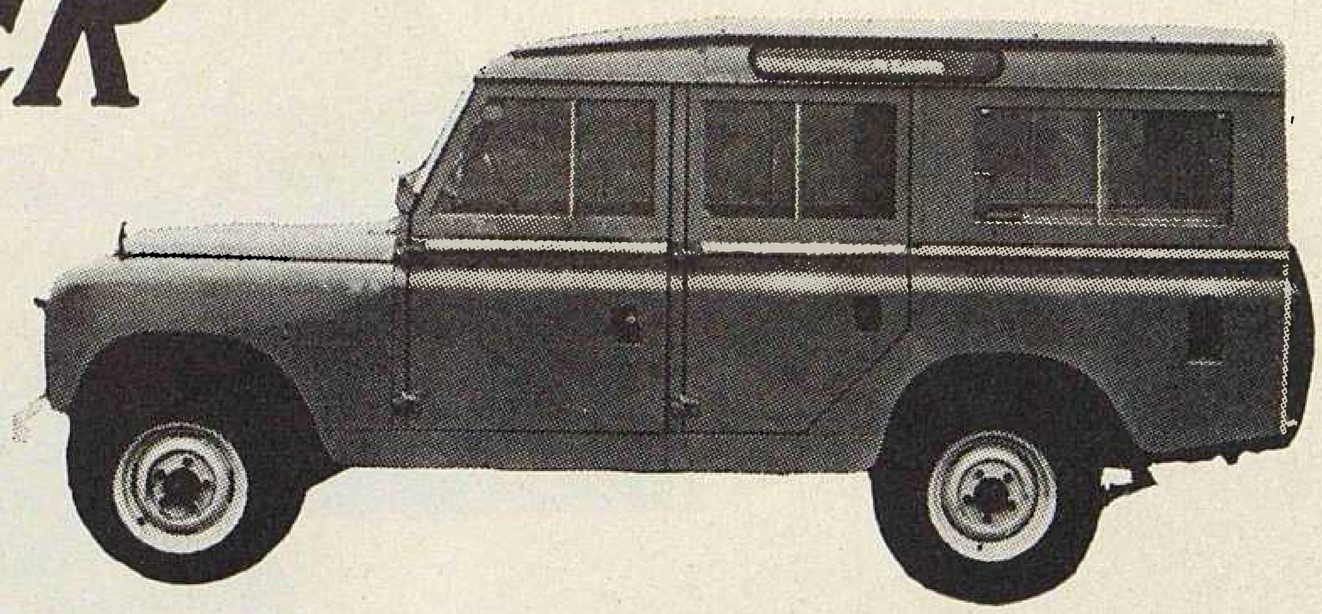
Carinsko posredovanje — Kontrola težine — Vađenje uzoraka
Sajamska roba
Osiguranje
Savjetovanje o transportnim pitanjima
Oferte — Informacije — Kalkulacije — Instradacije — Kontrola tovarnih dokumenata

Ispostave i predstavništva na svim graničnim prelazima, važnijim sajmovima i aerodromima

LAND-ROVER

DIREKTNO IZ UVOZA!

PRODAJA ZA DINARE!



Terenski osobni automobil

SA POGONOM NA SVA 4 KOTAČA

Iskušan na svim terenima svijeta

Po želji: 10 ili 12 SJEDALA

Motor: BENZINAC ili DIESEL

AUTOMOBILI • MOTORKOTAČI • STROJEVI

ALAT • GUME • PRIBOR • DIJELOVI

Auto-Hrvatska

EXPORT - IMPORT **Z A G R E B** DRAŠKOVIĆEVA 47-49

KARLOVAC • RIJEKA • PULA • ZADAR • ŠIBENIK • SPLIT • KNIN • SARAJEVO • SLAV. BROD • BEOGRAD • KOPRIVNICA • VARAŽDN

ELEKTROSRBIJA

Preduzeće za projektovanje, izgradnju, proizvodnju, montažu i remont elektroprivrednih, elektrovučnih, elektromašinskih, industrijskih i saobraćajnih objekata.
Radi na projektovanju, proizvodnji, isporuci i izgradnji u modernizaciji i elektrifikaciji Jugoslovenskih železnica.

— PROJEKTUJE:

Tipske projekte za kontaktne mreže 25 kV, 50 Hz za pruge Sarajevo — Ploče, Zagreb — Vinkovci i Beograd — Niš.

— IZGRAĐUJE:

kontaktnu mrežu 25 kV, 50 Hz monofaznog sistema u elektrifikaciji pruge Tovarnik — Beograd — Preševo.

— ISPORUČUJE:

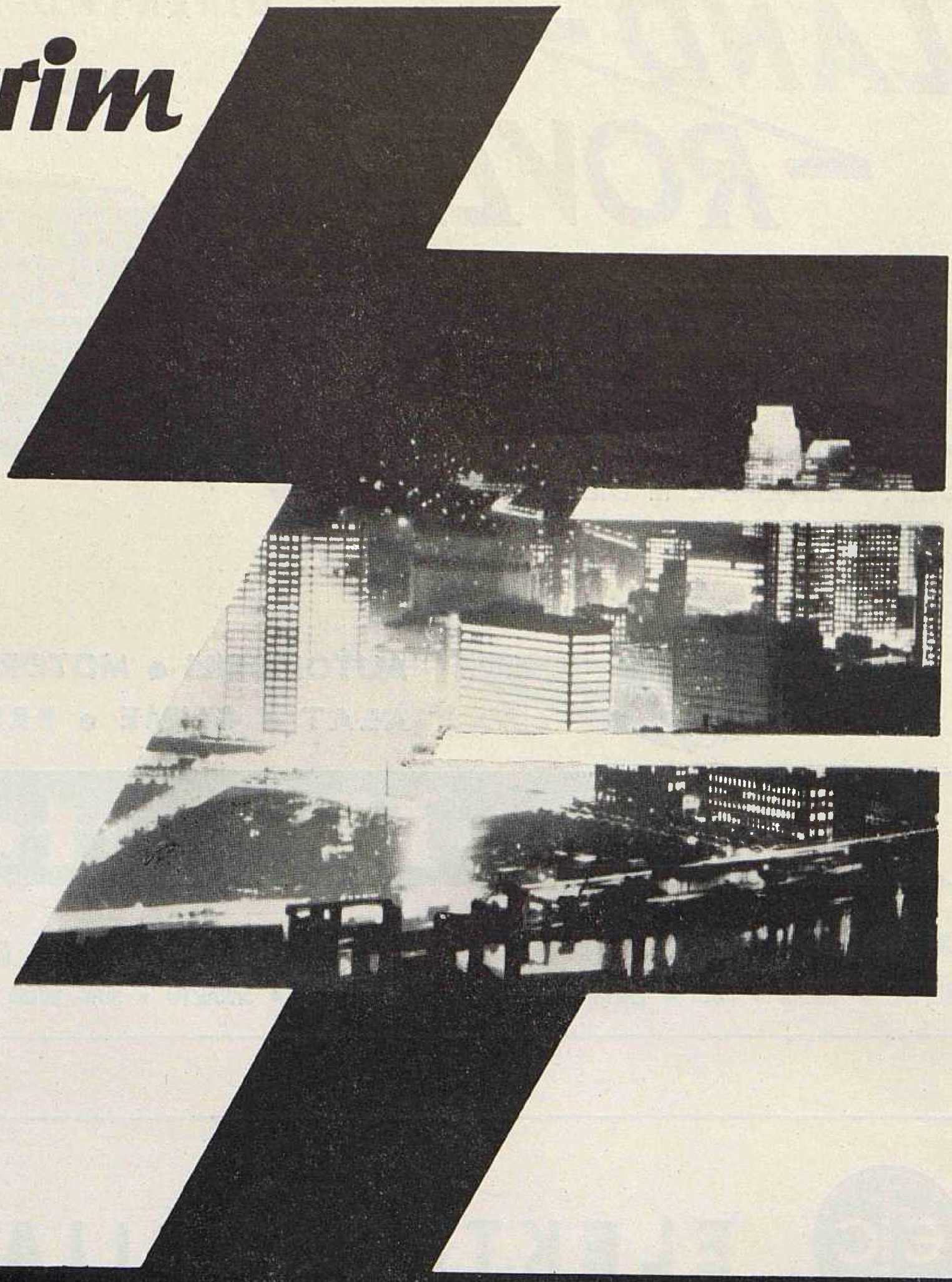
visokonaponske rasklopne aparate 110 kV za ŽTP Beograd, Zagreb, Sarajevo i Skoplje, kao i ispravljačke jednofazne transformatore 110/27,5 kV, 25/0,22 kV i jednopolne rastavljače 25 kV, prekidačke uređaje 35—20 kV i usmerivačke transformatore 3400 kV za ŽTP Ljubljanu.

— PROIZVODI:

razne elemente električne opreme za Dizel električne lokomotive snage 825 KS i 1650 KS; razne elemente električne opreme za šinobuse — komandni kontroleri, pregibni prekidači i tasteri, polužne rastavljače i elektromagnetske člankaste šinske kočnice privlačnih sila 4 MP i 10 MP.

»ELEKTROSRBIJA« — BEOGRAD, Brankova br. 30, tel. 627-122, teleks: Yu-Elsrb 11643

Elektrim



ELEKTRIM izvozi svoje proizvode u nekih 70 zemalja na svim kontinentima.
Glavnu skupinu proizvoda izloženih na Zagrebačkom velesajmu predstavljaju:

— **visokonaponska i niskonaponska oprema** uključivši razne tipove sklopki, transformatora i gromobrana.
— **Elektro-motori** raznih tipova i snage.
— **nezapaljivi uređaji** kao što su nezapaljivi motori, elektromagnetski prekidači, upaljači i magnetske sklopke.
— **telekomunikacija** uključivši telefone i radiotelefone za korištenje u rudnicima.
— **automatska zavarivačka oprema,** zavarivači i ostali uređaji.
— **Kablovi i žice** — uzorci čeličnih i aluminijskih žica i armirani čelični vodovi.
— **instalacioni materijal za ožičavanje** u bogatom izboru.
— **izvori svjetla** — živine lampe, fluoroscentne cijevi, garniture lampica za novogodišnje drvce, razne druge vrsti svjetiljka.
— model male turbine.

Elektrim

poljsko vanjskotrgovinsko poduzeće
za električnu opremu s o.j.
Izvoz — uvoz

Warszawa — POLJSKA
Czackiego 15/17
Telefon: 266 271
Pošt. pret. 638
Teleks: 81347

Kompletne
TERMOELEKTRANE

na bazi energetskih blokova od 50/55 MW i 120/125 MW. Isporuke uključuju i pomoćnu opremu, kao što je: mehanizacija za uskladištenje ugljena, postrojenja za omekšavanje vode, sistemi za rashlađivanje vode, stalnog i zatvorenog optoka zajedno s rashladnim tornjevima i ventilatorima.

ENERGETSKA POSTROJENJA

KUĆIŠTA TURBINA sa svom pomoćnom opremom
KUĆIŠTA KOTLOVA za termoelektrane
VISOKO-NAPONSKE LINIJE do 400 kV
RASHLADNI TORNJEVI učinka do 30.000 m^3/h
DIMNJACI do 300 m visine

NA ZAHTJEV KUPCA
TEHNOLOŠKI SE PROCESI MOGU
KONTROLIRATI POMOĆU KOMPJUTORA

CEKOP

Izvoz industrijskih postrojenja
Odjel energetske industrije
Warszawa — Koscielna 12 — Poljska — Poš. pret. 367

NUDI POVOLJNE OBLIKE SURADNJE KOJI OMOGUĆUJU PUNO KORIŠTENJE LOKALNOG POTENCIJALA JUGOSLOVENSKIH PROIZVOĐAČA U KOOPERACIJI PRI REALIZIRANJU ISPORUKE IZ POLJSKE!

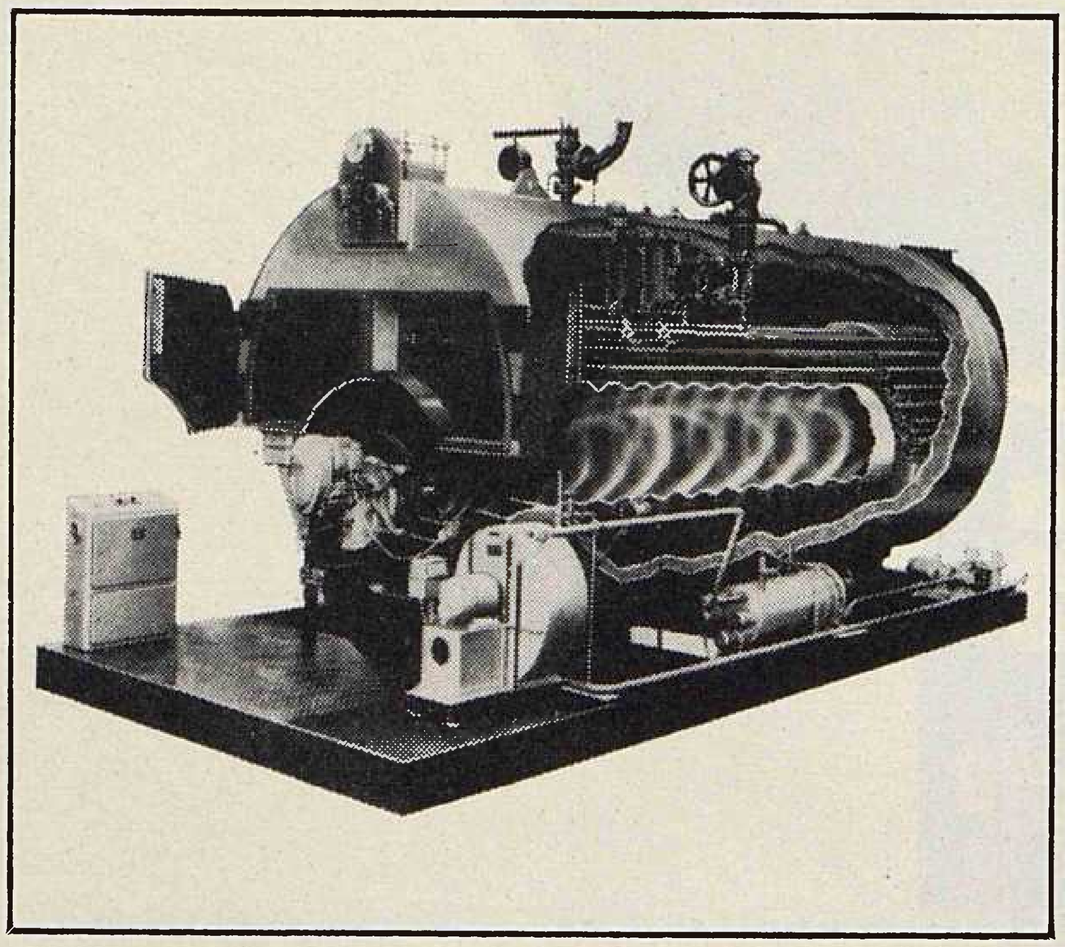
Pozivamo Vas da posjetite naš štand u Poljskom paviljonu na Međunarodnom zagrebačkom velesajmu od 7. do 17. septembra 1967

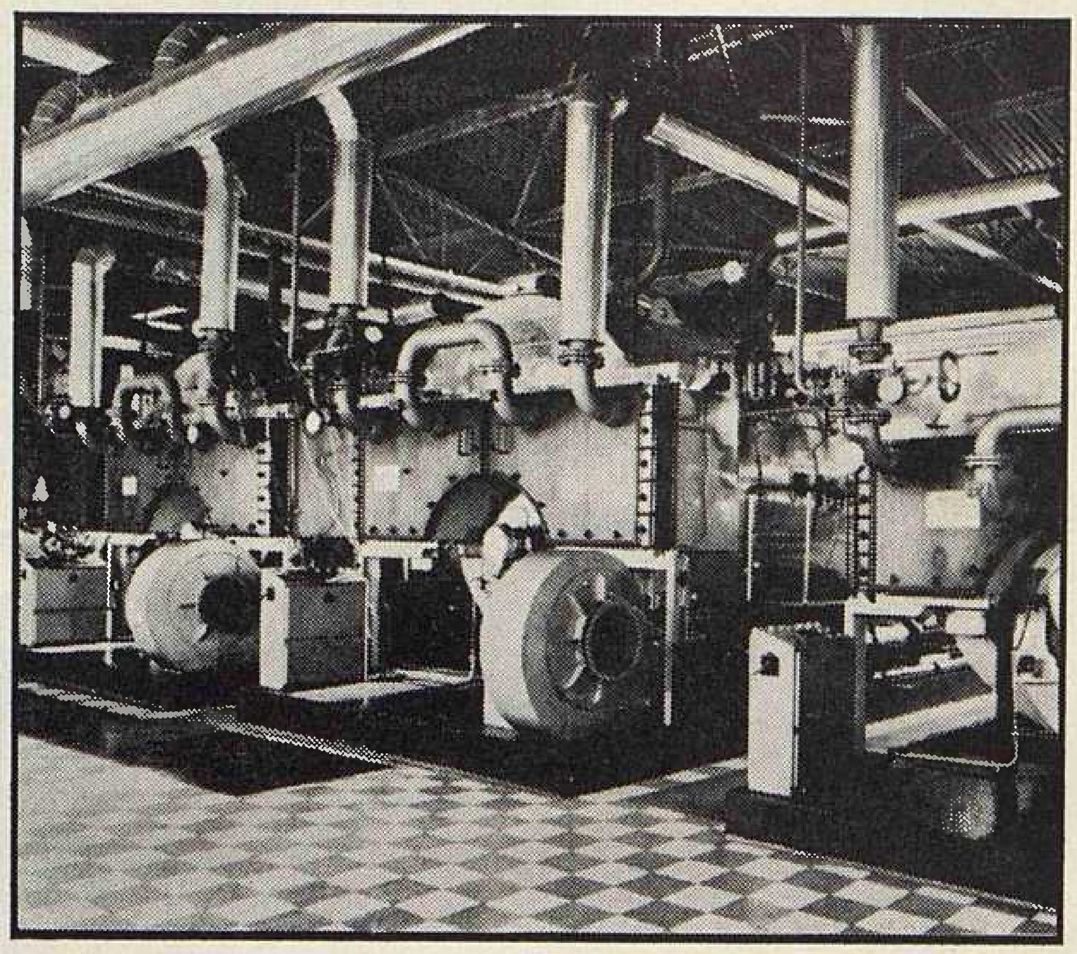
Kotlovi
u kompaktnoj
izvedbi

STANDARD-CONDOR KOTLOVI

Funkcija kotla osigurana je pomoću elektronskog upravljačkog mehanizma protiv svih mogućih smetnji. Stavljanjem u probni rad od strane proizvodnog poduzeća, kotao je već podešen na efektivni učinak. Postavljanje kotla vrši se bez utemeljivanja. Nakon što se izvrši priključak na gorivo, vodu, paru i struju — kotao je spreman za stavljanje u pogon.

Standard — CONDOR kotlovi pokazali su se uspješnim u svim područjima toplinske i energetske privrede. Na području visokog pritiska primjenjuju se u proizvodnji zasićene pare i





Trovlačni vatrocijevni — dimnocijevni kotao sa vodom hladjenom dimno-plinskom predkomorom montiran na postolju bez zidnog dijela. Spreman za pogon, opremljen sa svim uredjajima potrebnim za potpuno automatski pogon kotla. Ložno postrojenje podešeno je za loženje uljem, plinom ili za kombinirano uljno-plinsko loženje. Regulacija loženja vrši se postepeno ili direktno sa tačnim prilagodjavanjem na dati učinak kotla.

vruće pare, u postrojenjima niskog pritiska i za toplovodni pogon.

Na raspolaganju stoji preko 30 kotlovskih veličina parnog učinka od 160 kg/h do 20 t/h.

Rasponi pritiska dosižu 25 atmosfera zavisno od veličine kotla.

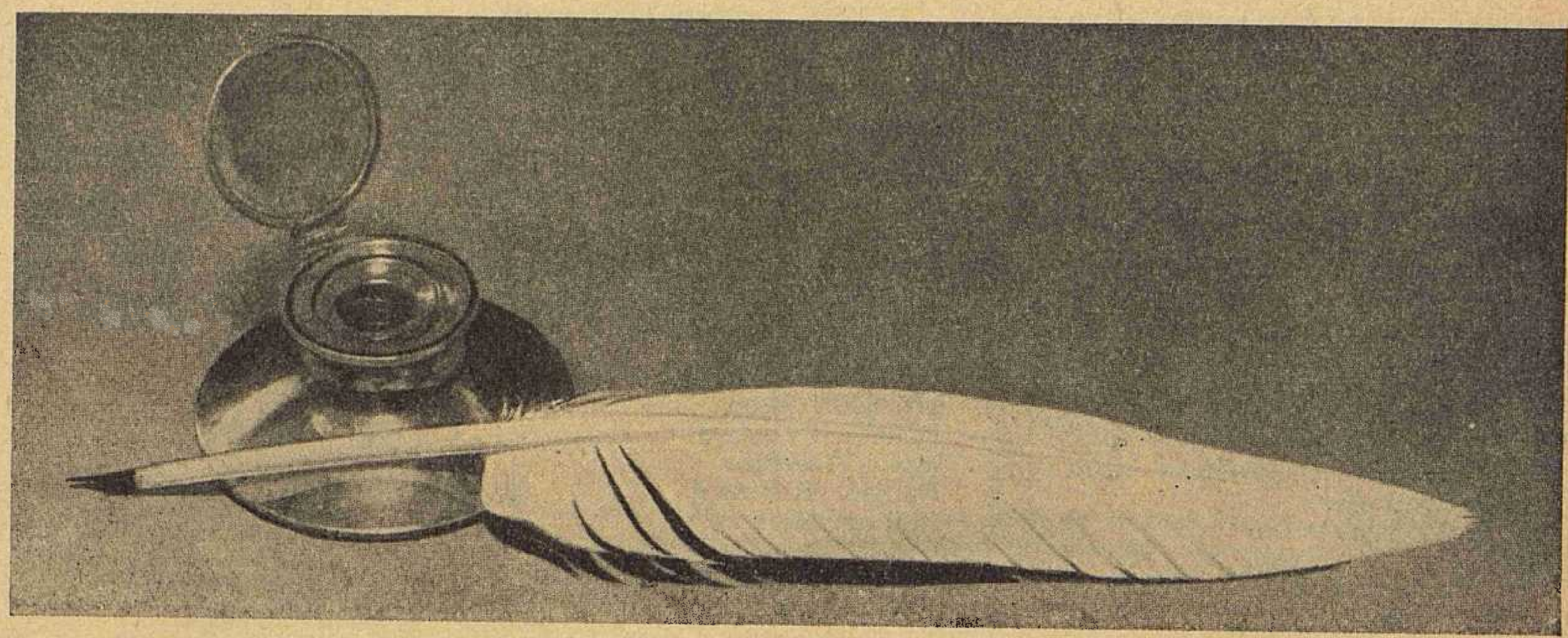
Za veće kapacitete gradimo STANDARD-PORTA kotlove kao vodocijevne kotlove u kompaktnoj izvedbi.

STANDARDKESSEL DUISBURG

SR Nemacka
41 Duisburg
Wilhelmshöhe
☎ 02131 / 3 43 41
⌨ 0855 650

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

energija



Poruke uredništva

NAŠI SURADNICI

Potrebno je, od vremena se do vremena, sjetiti svih, a ma baš svih naših suradnika i to ne samo onih koji list izdaju i financiraju, nego i onih mnogih drugih, o čijem maru i zalaganju ovisi opstanak i sudbina časopisa, koji je kroz 16 godina svoga postojanja postao već, da tako kažemo, pojam elektroprivrede Hrvatske.

Materijalna je baza svakako vrlo važan, ponekad čak i presudan faktor za časopis kao što je naš, koji se zbog svoje specifičnosti ne može tiskati u nekoliko desetaka tisuća primjeraka, pa se osloniti isključivo na prihode od pretplate. Zato je za nas od velike važnosti činjenica, da iza časopisa stoje osnivači, koji ako je potrebno ne samo moralno nego i materijalno jamče za list i za njegovu pravilnu liniju.

Ugodna nam je dužnost saopćiti svojim čitateljima, da su se, osim dosadašnjih, kao članovi izdavači javila još dva snažna elektroprivredna kolektiva: »Elektroprenos« Zagreb sa 80 i »Termoelektrana Toplana« Zagreb sa 50 ekonomskih pretplata.

Zašto to ističemo?

Nakon privredne reforme mnogi su kolektivi, zbog nerazumijevanja njezinih pravih ciljeva, smatrali da se reforma sastoji u štednji svagdje i na svakoj stavci. I — sasvim pogrešno — počeli su štedjeti najprije na izobrazbi i stručnom uzdizanju kadrova, otkazali su ili smanjili na minimum najveći dio stručnih časopisa i publikacija, obustavili propagandu, oglašavanje i reklamiranje svojih proizvoda i usluga, počeli brojiti koliko je tko potrošio olovaka na poslu i slično. Smatrate li da je takva štednja na pravom mjestu i da se time postižu ciljevi privredne reforme?

S veseljem možemo konstatirati, da elektroprivreda Hrvatske nije pošla tim putem. Radnički savjeti ne samo da nisu smanjili broj pretplata na stručnu literuturu, nego su ponegdje i povisili njihov broj, stavši na jedino ispravno stanovište, da je pravi cilj reforme: osposobiti i uzdignuti svoje radnike, te svakom stručnjaku pružiti »udžbenik«, koji će mu obavezno u obliku stručnog časopisa dolaziti u ruke, ako već ne svaki mjesec, a ono barem dvomjesečno, proširivati njegovo stručno znanje, informirati ga o tehničkim dostignućima, stručno ga odgajati i obučavati...

Prvi su, dakle, naši suradnici članovi osnivači i izdavači.

Njih spominjemo u svakom broju i njihova su imena, odnosno imena njihovih predstavnika, vidljivo istaknuta na prvim stranicama.

Isto se tako vidljivo ističu naslovi onih drugih naših suradnika, koji također daju značajan doprinos materijalnom osiguranju lista, a to su: naši oglašivači.

Oglašujući svoje proizvode i usluge, oni uporno upozoravaju, da postoje, da su ovdje prisutni i da su spremni stručnjacima i članovima elektroprivrednih

pa je toliko primjeraka štampano i razaslano pojedinim poduzećima. I tu je Obavijest štampalo i otpremilo naše uredništvo.

Cijena »Obavijesti« iznosi 0,57 Nd komad.

Pravilnik o isporuci električke energije

Poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske: Elektra Karlovac, Elektroslavonija Osijek, Elektroistra Pula, Elektroprimorje Rijeka, Elektra Sisak, Elektrodalmacija Split i Elektra Zagreb donijela su na osnovu člana 8 Osnovnog zakona o elektroprivredi »Pravilnik o isporuci električne energije«.

Po narudžbi »Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske« Pravilnik je tehnički uredilo, štampalo i otpremilo naše uredništvo. Cijena je Pravilniku 1 Nd po komadu

IZDAVAČKI SAVJET

Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka — Marko *Šimunović*, dipl. ing. »Elektra«, Karlovac

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR

Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37
Pošt. pretinac 451, telefoni 511—455, 513—822 (328)

Godišnje izlazi 12 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 15 novih dinara, a za poduzeća i ustanove 150 novih dinara. Cijena pojedinog broja u prodaji 10 novih dinara. Za inozemstvo $ 15 godišnje.

Tekući račun kod Narodne banke, Zagreb
Institut za elektroprivredu (za »Energiju«) broj 301-3-1074

Tisak i klišeji: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Frankopanska 26.

Godište 16 1967 Broj 9—10

S A D R Ž A J

Balen T. — Ambrožić Ž.: Metode utvrđivanja tarifnog stupnja 283

Hercegovac Enes: Specifična elektrostrojarska rješenja na HE Trebišnjici 286

Bulat J.: Značaj raškog ugljena u energetskoj bilanci naše republike 296

Franušić A.: Automatski ponovni uklop (APU) na srednjedalmatiskim otocima 300

Močnik R.: Pilotske veze za zaštitu i neka iskustva s korištenjem tih veza u Sloveniji . . 305

Nemak Stj.: 60 - godišnjica elektrifikacije Daruvara 310

Tilić B.: Cijene, troškovi života, primanja i proizvodnja 313

Širom svijeta 314

Vijesti iz elektroprivrede

R.: Izvještaj Udružene elektroprivrede SRH Saboru SRH o poslovanju i izgradnji u 1966. 324

Stipančić N.: Rad upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju elektroenergije SR Hrvatske 328

Vijesti iz Instituta za elektroprivredu 334

Vijesti s gradilišta 341

Nove knjige i časopisi 343

Statistika za V i VI 1967. 344

Oglasi

Elektroopskrba, Zagreb . . . . . II omot. strana
Siemens-Schuckert, Erlangen . . . . III omot. strana
Rade Končar, Zagreb . . . . . IV omot. strana
Litostroj, Ljubljana . . . . . O 1 349
Elka, Zagreb . . . . . O 1 349
Metalna, Maribor . . . . . O 2 350
»Moša Pijade«, Svetozarevo . . . . . O 2 350
ATM, Zagreb . . . . . O 3 351
Standardkessel, Duisbrg . . . . . O 4 352
Hidroelektra, Zagreb . . . . . O 5 353
Institut za elektroprivredu . . . . . O 6 354

GOD. 16 (1967) energija BROJ 9 — 10

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

METODE UTVRĐIVANJA TARIFNOG STUPNJA

Tomislav Balen, Zagreb — Željko Ambrožić, Zagreb

Uredba o tarifnom sistemu propisuje dva tarifna stupnja s tim da potrošač električne energije ima pravo izabrati onaj tarifni stupanj koji je i za njega povoljniji. Autori izlažu metodu iznalaženja povoljnijeg tarifnog stupnja.

DK 621.3 : 338.532

Član 23 i 40 Uredbe o tarifnom sistemu za prodaju električne energije propisuje da tarifa za niski, odnosno visoki napon ima dva tarifna stupnja. Istom Uredbom je utvrđeno pravo kupca da izabere tarifni stupanj koji mu bolje odgovara, odnosno ako se radi o potrošaču na niskom naponu, a on to sam ne učini, dužnost isporučioca je, da mu odredi onaj tarifni stupanj za koji drži da je povoljniji za potrošača.

Ovdje se nećemo zadržavati na ekonomsko-tehničkim prednostima koje tarifni stupnjevi kao elementi tarife pružaju potrošaču i isporučiocu, nego na tehnici utvrđivanja tarifnog stupnja povoljnijeg za potrošača, jer je potreba za tim naročito u distributivnim poduzećima svakodnevna.

Metode

1. *Metoda provjere financijskog rezultata*

Da bi se mogla primijeniti ova metoda moraju nam biti poznate sve obračunske veličine, koje mora platiti odnosni potrošač, razvrstane po dobi dana i po sezonama.

Tako sređene obračunske veličine valoriziraju se jednom tarifnim stavovima prvog stupnja, a drugi put tarifnim stavovima drugog stupnja one grupe potrošnje u koju je potrošač razvrstan. Suma dobivenih produkata može se razlikovati i biti jednaka. Ako se razlikuje, što je najvjerojatnije, potrošaču odgovara onaj tarifni stupanj čiji su tarifni stavovi dali manju sumu produkata. Ako su jednaki, potrošaču je svejedno u koji će stupanj biti razvrstan.

2. *Metoda utvrđivanja granice rentabiliteta*

Kod metode provjere financijskog rezultata može nastupiti slučaj kad je iznos koji potrošač treba platiti jednak, bez obzira da li su obračunske veličine valorizirane tarifnim stavovima prvog ili drugog stupnja. Uz ostale iste uvjete taj se slučaj može javiti samo kod jednog tačno određenog broja potrošenih kWh. Potrošnja kWh kod koje potrošač plaća jednaki iznos bez obzira za koji se stupanj tarife odlučio, naziva se graničnom potrošnjom, ili granicom rentabiliteta.

Za svaku potrošnju veću od granične bolje odgovara prvi stupanj, a za svaku potrošnju manju od granične bolje odgovara drugi stupanj.

Prema tome, zadatak iznalaženja povoljnijeg stupnja svodi se sada na zadatak iznalaženja granične potrošnje, odnosno granice rentabiliteta.

Kako prihodi za oba stupnja moraju biti jednaki to je:

$$x \cdot a_1 + P_1 = x \cdot a_2 + P_2$$

odakle

$$x = \frac{P_1 - P_2}{a_2 - a_1},$$

gdje je

P_1 — suma realizacije koju potrošač plaća na ime stalnog doprinosa u I tarifnom stupnju
P_2 — suma realizacije koju potrošač plaća na ime stalnog doprinosa u II tarifnom stupnju
a_1 — prosječna cijena radne energije u I stupnju
a_2 — prosječna cijena radne energije u II stupnju

Kod izračunavanja a_1 i a_2 treba voditi računa o učešću više sezonske potrošnje »*S*« u ukupnoj potrošnji, kao i o učešću potrošnje u doba veće dnevne tarife »*D*« u ukupnoj dnevnoj potrošnji. Ako se »*D*« razlikuje i po sezonama to također treba uzeti u obzir.

Najopćenitiji izraz za izračunavanje prosječne cijene za 1 kWh dobije se kao suma cijena radne energije po sezonama ponderirana s količinama energije potrošene u pojedinoj sezoni.

Budući da se traži prosječna cijena za 1 kWh, to su ponderi jednaki učešću pojedine sezone u ukupnoj potrošnji. Računski to izgleda ovako:

$$a = b_1 \cdot (l + l_1 \cdot D) \cdot S + b_2 (l + l_2 \cdot D) \cdot (l - S),$$

gdje je:

b_1 — najniži tarifni stav za radnu energiju više sezone, znači manji dnevni stav više sezone

b_2 — najniži tarifni stav za radnu energiju u nižoj sezoni, znači manji dnevni stav niže sezone

l_1 — odnos većih dnevnih i manjih dnevnih stavova u višoj sezoni umanjen za 1

l_2 — odnos većih dnevnih i manjih dnevnih stavova u nižoj sezoni umanjen za 1

S — potrošnja u višoj sezoni u odnosu na ukupnu potrošnju

D — potrošnja u dobi veće dnevne potrošnje u odnosu na ukupnu potrošnju.

Ovdje pretpostavljamo da je »D« i u višoj i u nižoj sezoni jednak, no ako se on razlikuje može se raditi s D_1 i D_2, gdje će D_1 i D_2 značiti potrošnju u doba veće dnevne potrošnje u odnosu na ukupnu potrošnju odnosne sezone.

Formula

$$b_1 \cdot (l + l_1 D) \cdot S + b_2 \cdot (l + l_2 D) \cdot (l - S)$$

kod potrošača s jednotarifnim brojilom glasi:

$$b_{1v} \cdot S + b_{2v} \cdot (l - S)$$

jer izrazi

$$(l + l_1 D) \quad \text{i} \quad (l + l_2 D)$$

tada poprimaju vrijednost 1, budući da ti potrošači svu energiju plaćaju po većoj dnevnoj tarifi.

b_{1v} — najviši tarifni stav za radnu energiju više sezone

b_{2v} — najviši tarifni stav za radnu energiju niže sezone.

Na osnovu gornjih izraza nije teško izraditi odgovarajuće tabele u kojima će se na bazi pretpostavljenog S i D i na bazi odgovarajućih tarifnih stavova izračunati granica rentabiliteta i iz kojih će se direktno moći očitati koji tarifni stupanj potrošaču bolje odgovara.

Jasno je da tabelama ne mogu biti obuhvaćeni svi mogući slučajevi, jer bi trebalo izraditi toliko tabela koliko postoji teoretskih mogućnosti postavljanja D i S i njihovih kombinacija za svaku količinu potrošnje, a to znači neizmjerno, zato će često puta biti jednostavnije obraditi svakog potrošača posebno nego izrađivati tabele koje bi obuhvatile sve potrošače sa svim mogućim karakteristikama.

Tabele treba praviti za slučajeve sa karakteristikama koje se najčešće javljaju tj. tabele uz određene uvjete, koje će biti upotrebljive kad budu ispunjeni ti uvjeti, a moći će se primjenjivati i na uvjete slične postavljenima. Ovo posljednje je moguće iz razloga što se grupiranje u tarifne stupnjeve vrši na očekivanu, a ne na ostvarenu potrošnju, pa su uvjeti o kojima je riječ rezultat procjene, te primjena tabele sa zadanim uvjetima na uvjete slične zadanima, može grešku procjene isto toliko smanjiti koliko i povećati, kao i iz razloga što potrošač ako nije zadovoljan tarifnim stupnjem koji mu je odredio isporučilac može ga odmah mijenjati.

Ovdje je najvažnije da isporučilac postupa u dobroj namjeri tj. da razvrstava potrošača u onaj tarifni stupanj koji je za potrošača po mišljenju isporučioca povoljniji, a eventualne greške uvjetovane bilo kakvim razlozima (kriva procjena buduće potrošnje, nepoznavanje karakteristika potrošnje, izmjena postojećih karakteristika i sl.) potrošač može sam kad želi ispraviti.

Radi ilustracije izračunate su granice rentabiliteta kod određenog broja kW uz pretpostavljene tarifne stavove i karakteristike potrošnje:

I — 1. Tarifni stavovi

Domaćinstvo	Sezona	I tarifni stupanj				II tarifni stupanj			
		Obračunska snaga Din/kW [TJ] mjesečno		Radna energija Din/kWh		Obračunska snaga Din/kW [TJ] mjesečno		Radna energija Din/kWn	
		VT	MT	VT	MT	VT	MT	VT	MT
	VS	160	—	18	10	160	—	40	40
	NS	160	—	18	10	160	—	40	40

VS = viši sezonski stavovi
NS = niži sezonski stavovi
VT = veći dnevni stavovi
MT = manji dnevni stavovi
TJ = tarifna jedinica

I-2. $D = 1$

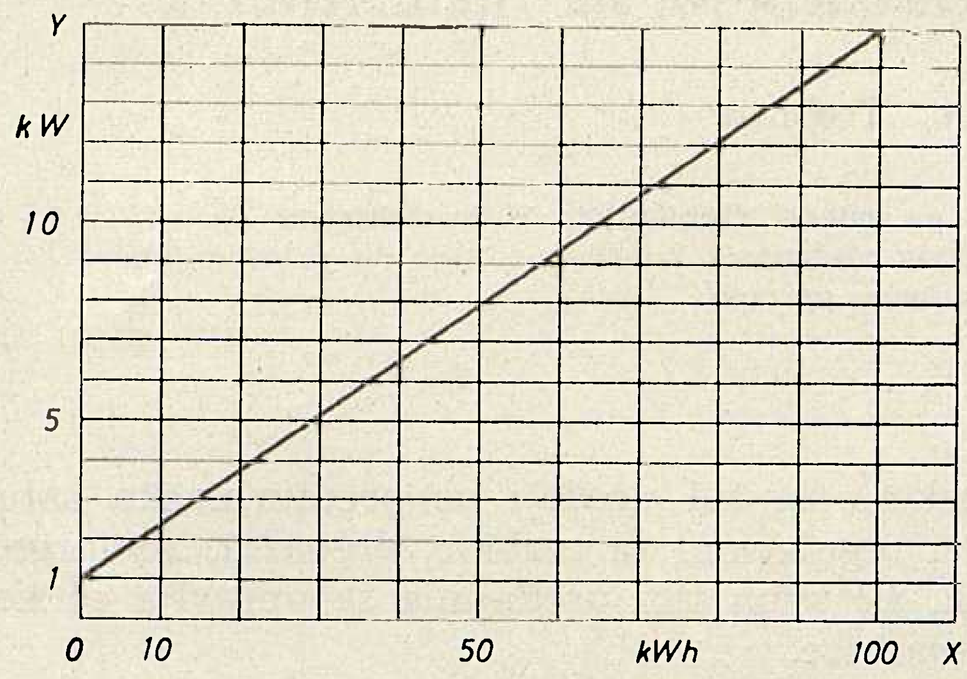
Iz gornjeg $a_2 - a_1 = 22$, a

$P_1 - P_2 = 160 - 160$, $320 - 160$, $480 - 160$ itd., pa granica rentabiliteta kod različitog broja kW iznosi kako slijedi:

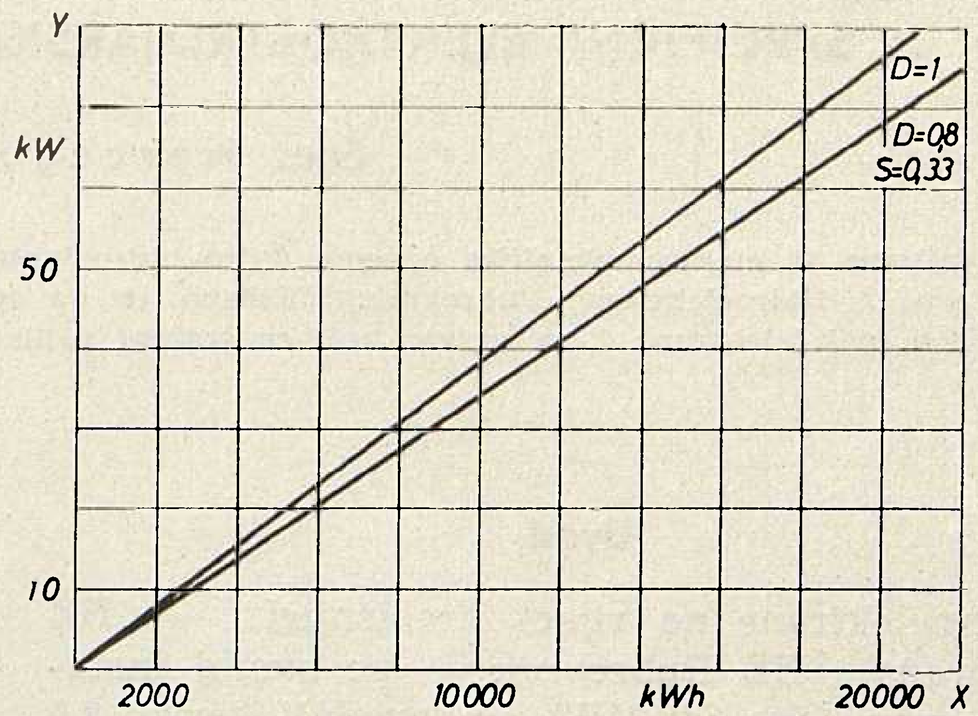
Y (kW)	X (kWh)
1	0
2	7
3	15
4	22
5	29
6	36
7	44
8	51
9	58
10	65

Y = broj kW
X = broj graničnih kWh

Grafički je prednja tabela prikazana na sl. 1.



Slika 1



Slika 2

II — 1. Tarifni stavovi

Opća potrošnja na 0,4 kV	Sezona	I tarifni stupanj						II tarifni stupanj					
		Obračunska snaga Din/kW [TJ] mjesečno		Energija				Obračunska snaga Din/kV [TJ] mjesečno		Energija			
				Radna Din/kWh		Reaktivna Din/kVArh				Radna Din/kWh		Reaktivna Din/kVArh	
		VT	MT	VT	MT	VT	MT	VT	MT	VT	MT	VT	MT
	VS	1600	—	30	15	6	5	1000	—	36	18	6	5
	NS	1600	—	24	12	5	4	1000	—	30	15	6	5

U drugom primjeru uzete su slijedeće pretpostavke:

II-2. $D = 1$ odnosno 0,8
$S = 0{,}33$

Za $D = 1$ granice rentabiliteta iznose:

Y (kW)	X (kWh)
1	100
2	367
3	633
4	900
5	1167
6	1433
7	1700
8	1967
9	2233
10	2500
20	5167
30	7833
40	10500
50	13166

Za $D = 0{,}8$ i $S = 0{,}33$ granice rentabiliteta iznose:

Y (kW)	X (kWh)
1	111
2	407
3	704
4	1000
5	1296
6	1593
7	1889
8	2185
9	2481
10	2778
20	5741
30	8704
40	11667
50	14630

Grafički prikaz tabela dan je na slici 2.

Kod utvrđivanja povoljnijeg tarifnog stupnja putem metode granice rentabiliteta nije uzeta u obzir reaktivna energija, jer ona ne može bitnije utjecati na izbor tarifnog stupnja iz razloga, što je obično razlika u visini tarifnih stavova I i II tarifnog stupnja za reaktivnu energiju neznatna. Ako te razlike nema, onda nema ni utjecaja reaktivne energije na izbor tarifnog stupnja.

Prikazana tabela u drugom primjeru kod $D = 1$ vrijedi za svaki S, jer je $a_2 - a_1$ jednak za svaki S. Ovo iz razloga što je razlika između više i niže sezonske tarife u prvom i drugom tarifnom stupnju jednaka.

Naslovi pisaca: Tomislav Balen, dipl. ek.
ELEKTRA — ZAGREB
Željko Ambrožić, ELEKTRA — ZAGREB

SPECIFIČNA ELEKTROSTROJARSKA RJEŠENJA NA HE TREBIŠNJICI

Enes Hercegovac, Trebinje

Opisana je elektromehanička oprema dviju hidroelektrana na rijeci Trebišnjici: Hidroelektrane Grančarevo i Hidroelektrane Dubrovnik. Ukazano je na specifična rješenja i koncepcije koje su primijenjene kod ovih elektrana i na uvjete koji su traženi prilikom dobave opreme.

DK 621.311.21.005

Uvod

Hidroelektrane na rijeci Trebišnjici — HE Grančarevo i HE Dubrovnik — po svojoj instaliranoj snazi (oko 600 MW), proizvodnji (preko 2,5 milijarde kWh u prosječnoj godini) i značaju kao tehnička ostvarenja spadaju među najveće naše energetske objekte. Smatramo zato da je vrijedno govoriti o njima i ukazati na niz specifičnih rješenja.

Ne namjeravamo detaljno opisivati objekte, nego ćemo samo navesti ono što smatramo da je vrijedno da se kao specifično istakne.

HE Grančarevo

Elektrana je pribranska, u podnožju visoke betonske lučne brane, sa strojarnicom vanjske izvedbe veoma blizu brane, da bi se ostvarile što kraće hidrauličke veze. Kroz tijelo brane prolazi pet čeličnih cjevovoda, od kojih su tri tlačne cijevi za glavne turbine, a dvije tlačne cijevi temeljnih ispusta. Svaka od ovih cijevi između brane i strojarnice ima dilatacioni komad, iz kojeg razloga su pripadni tablasti zatvarači na ulazu dimenzionirani i izvedeni kao sigurnosni sa dispozitivom za davanje naloga za zatvaranje u slučaju većeg protoka od normalnog, kada zatvore za 15 sekundi. Na izlazu temeljnih ispusta, lijevo i desno nizvodno od strojarnice, montiran je po jedan regulacioni zatvarač disperzionog tipa. Osim dva temeljna ispusta, za evakuiranje velikih voda su predviđena dva segmentna zatvarača na prelivu sa bočnim brzotokom.

Kod svih navedenih zatvarača, a uz njih i kod predturbinskih leptirica i difuzorskih zatvarača velika pažnja je usmjerena na postizanje što boljeg brtvljenja, te su ugovoreni znatni penali za veće gubitke vode od ugovorenih, a iznad određene granice gubitaka predviđena je mogućnost odbijanja prijema.

Za predturbinske leptirice osim toga je garantiran određeni pad pritiska. Veći gubici na padu se penaliziraju, dok se iznad određenih gubitaka predviđa mogućnost odbijanja prijema.

Strojarnica je situirana poprečno na korito Trebišnjice. Izvedena je tako da je na lijevoj obali direktan prilaz sa ceste na montažni plato, a u istom nivou je kota strojarnice sa tri glavna agregata, dok je na desnoj obali komandni trakt. Strojarnica je izvedena sa tri glavna kata — turbinski, generatorski i kota strojarnice. U turbinskom su svi uređaji uz predturbinske zatvarače, regulacioni za turbine, drenažni, kompresori i sl., ali svim tim uređajima se upravlja sa kote strojarnice.

Glavne turbine su Francis, jedinične snage od 84.000 KS uz najveći neto pad od 103,5 m, Q = 65,3 m³/sek, n = 214,3 o/min. Pri minimalnom neto padu od 51,5 m i Q = 54 m³/sek snaga je 30.400 KS, dok je pri konstruktivnom neto padu od 86,5 m i Q = 70 m³/sek snaga 74.000 KS. Stepen korisnosti je veoma dobar, garantiran za više padova uz primjenu ponderiranja.

Spirale turbina su ubetonirane, a na njihov potporni prsten se oslanja čelična obloga, na koju se postavlja stator generatora. Iako je čelična obloga dimenzionirana tako da može sama preuzeti težinu i sve momente generatora, ona je obuhvaćena armirano-betonskom masom koja je takva i tolika da sprečava bilo kakvu pojavu vibracija ili rezonancije. Ovim načinom temeljenja generatora izbjegla se teška i skupa izvedba armirano-betonskih generatorskih ploča, smanjila visina strojarnice, ubrzao se i pojednostavio građevinski rad, smanjili troškovi, omogućilo brže odvijanje montažnih radova itd. Osim toga ovaj način je omogućio da se projektantski i izvođački, prije početka montaže, obavi pretežan dio građevinskih radova od turbinske do generatorske etaže, a da ostanu samo oni građevinski radovi koji su vezani na ubetoniranje i zalijevanje opreme — difuzora, spirale, čelične obloge za nošenje generatora i sl. Sve ovo vodi ubrzanju radova, nesmetanom tempu montaže i manjim troškovima. To su bili motivi koji su nas vodili da se odlučimo za ovaj način temeljenja generatora i izvođenja građevinskih i montažnih radova u strojarnici.

Napomenuli bi da svaka turbina ima osim glavne crpke za regulacijsko ulje na elektromotorni pogon također i rezervnu automatiziranu takvu crpku pogonjenu malom Pelton turbinom.

Generatori snage po 60.000 kVA izvedeni su sa čeličnim plaštom, koji je također isporučio isporučilac generatora, zajedno sa svim pripadnim unutar tog plašta — grijačima namota, rasvjetom, cjevovodima i ventilima za hlađenje, za CO_2 i kočenje, sapnicama za gašenje sa CO_2, sve sa pripadnim ožičenjem itd. Do plašta generatora je samo trebalo dovesti odgovarajuće cijevi i kabele na za to predviđene prirubnice odnosno priključne ormariće. Na vratima za ulaz u plašt generatora izvedeno je blokiranje aktiviranja CO_2 sa signalizacijom dok su ona otvorena. Čitav sistem mje-

renja temperatura generatora je izveden, i pripadno ožičenje dovedeno do ormarića na plaštu i sl. Sve navedeno ima za cilj kompletno rješenje generatora, sa minimumom montažnog rada na licu mjesta.

U generatorskom katu su smješteni uređaji za brzo razbuđivanje (sa nelinearnim otporom) te automatski regulatori napona, smješteni u čeličnim ormarima, kao i ručni regulatori napona sa dispozitivom za trajno praćenje automatske regulacije, tako da prelaz sa automatske na ručnu regulaciju ni u kojem momentu ne predstavlja nikakav problem, tim više što su na generatorima prigrađeni samo glavni samouzbudni uzbudnici.

Na glavnoj etaži strojarnice, na kojoj boravi strojar, na nizvodnoj strani su smještene turbinske ploče sa turbinskim elektromagnetskim regulatorima, ormari sa međurelejnim kombinacijama, amplidini i baterije CO_2 za gašenje generatora te ormari razvoda 0,4 kV. Strojar na taj način sa te etaže ima potpuni pregled i upravlja svim svojim uređajima. Uzvodni dio strojarnice, u kojem se u turbinskom katu nalaze leptirasti zatvarači i uređaji regulacije, je potpuno otvoren, tako da strojar sa kote strojarnice ima mogućnost gledanja i na te uređaje. Ovim rješenjem je otpala potreba gradnje posebne galerije predturbinskih zatvarača. Ovako ih poslužuje glavna dizalica u strojarni, s tim da se zatvarači mogu sastaviti na montažnom platou te kompletni prenijeti na mjesto ugradnje.

Dat ćemo još nekoliko napomena uz strojarsku opremu. Za drenažu strojarnice osim drenažnih crpki na elektromotorni pogon predviđa se i jedan hidroejektor kao rezerva. Voda za hlađenje dobiva se redukcijom pritiska iz tlačnih cijevi, s tim da za nju imamo i dva filtra. Predturbinski leptirasti zatvarači su dimenzionirani, kao i svi uzvodni tablasti zatvarači, kao sigurnosni, tj. da sigurno zatvore i u slučaju totalnog loma objekta koji štite.

U strojarnici su dvije mosne dizalice, svaka sa glavnom kukom nosivosti 100 t, pomoćnom 25 t i pomoćnim vitlom 5 tona. Posebno se pazilo na izbor brzina za dizanje i spuštanje glavne i pomoćne kuke kao i na regulaciju brzina, te su postignute u tom pogledu velike mogućnosti prilagođivanja svim poslovima kod montaže. Osobito je postignuta velika preciznost zaustavljanja kod vertikalnih i horizontalnih kretanja. Obje dizalice uz pomoć posebnog nosača prihvaćaju lančani rotor generatora poslije montaže na montažnom platou, te ga prenose na njegovo mjesto.

U komandnom traktu u donjem katu je kabelski prostor, VF-uređaji, prostor za aku-baterije, dok je u gornjem katu, koji je u nivou strojarnice, komandni prostor, nusprostorije i postrojenje 0,4 kV.

Iz komandne prostorije se može ući u kosi rov s osobnom dizalicom koja vodi do pristupa revizionim galerijama brane odnosno do krune brane. U komandnoj zgradi je smješteno i postrojenje 35 kV

Duž strojarnice na uzvodnoj strani, na glavnoj gornjoj etaži, je postrojenje generatorskog napona 14,4 kV sa pripadnim aparatima i uređajima, smještenim u zgradi. Van te zgrade prema brani su četiri motofazna transformatora po 60 MVA, 14,4/242 kV, od kojih je jedan rezervni, a na ostala tri su paralelno vezani generatori preko generatorskih sabirnica. Dalje prema brani su smješteni aparati 220 kV.

Sada nekoliko riječi o jednopolnoj shemi elektrane. Tri glavna generatora preko pripadnih prekidača snage 14,4 kV rade na sabirnicama generatorskog napona. Sa tih sabirnica izvedene su veze na monofazne transformatore 60 MVA, 14,4/242 kV, koji su postavljeni vani. Osim toga postoji mogućnost, u slučaju potrebe, da bilo koji od tih transformatora isključimo, a uključimo rezervni, što se obavlja skidanjem odnosno postavljanjem demontažnih latica. Na visokonaponskoj strani transformatori su priključeni na prekidač snage 220 kV, a zatim preko rastavljača povezani na odlazeći spojni dalekovod 220 kV, koji veže ovu elektranu sa razvodnim postrojenjem 220 kV Trebinje, udaljenim od nje 16,4 km. Osim toga postoji mogućnost da se, u iznimnom slučaju, kada navedeni spojni vod nije ispravan, elektrana preko posebnog rastavljača priključi na dalekovod 220 kV RP Trebinje — TS Titograd koji prolazi kraj elektrane, i to priključi u vidu T-priključka. Svi aparati 220 kV — odvodnici prenapona, strujni transformatori, prekidač snage, dva tropolna rastavljača sa noževima za uzemljenje, naponski transformatori, VF-prigušnice i ostalo, smješteni su na malom platou između brane i strojarnice.

Opisana shema sa monofaznim transformatorima usvojena je, jer omogućuje lociranje razvoda 220 kV uz elektranu, kako je to opisano. Sva rješenja sa trofaznim transformatorima u bloku uzrokovala bi izgradnju većeg postrojenja 220 kV, što bi bilo moguće ostvariti uz daleko veće troškove obzirom na teške topografske i ostale uvjete, sa više opreme, a uz to bi postrojenje 220 kV bilo prilično udaljeno od elektrane (oko 800 m zračne linije), što ni pogonski ne bi bilo povoljno. Prije usvajanja navedenog rješenja napravljene su bile detaljne analize, koje su uzele u obzir osim investicionih troškova i eksploatacione momente, pa je usvojeno i odobreno rješenje kao najpovoljnije.

Spojni vodovi 14,4 kV od generatora do zajedničkih sabirnica za sva tri generatora i spojevi istog napona do monofaznih transformatora su izvedeni kao oklopljene sabirnice. One su odabrane zato što pružaju niz prednosti u odnosu na klasično rješenje, a posebna im je osobina koja dolazi do izražaja za ovo postrojenje što su u pogonu izvanredno sigurne, održavanje njihovo je praktički nepotrebno i što je kvar na njima sveden samo na teoretsku mogućnost.

Snabdijevanje vlastite potrošnje je riješeno priključenim transformatorima 14,4/0,4 kV na generatorske sabirnice, a preko odgovarajućih prigušnica. Osim toga je predviđena mogućnost napajanja sa pogonskog dalekovoda 35 kV transforma-

cijom 35/0,4 kV, a uz sve to kao krajnja rezerva predviđen je dizel-agregat. Ovolika sigurnost se smatra kao potrebna obzirom na apsolutnu upotrebu električne energije za evakuacione organe na susjednoj brani. U skladu s tim je riješeno i dvostruko napajanje svih pogonskih objekata na brani putem kabela 0,4 kV koji su vođeni i desnom i lijevom padinom. Za rasvjetu, obzirom na potrebe reguliranja napona pomoću generatorskog napona, predviđeni su posebni regulacioni transformatori.

Napominjemo da je bilo razmatrano snabdijevanje vlastite potrošnje i pomoću dvaju kućnih agregata sa Francis turbinama, što je čak bilo i postavljeno kao zahtjev komisije za reviziju projekta. Međutim kako je raspoloživi pad elektrane vrlo varijabilan (H_n varira od 103,5 do 51,5 m) dobiju se turbine velikih dimenzija, a zato i veoma skupe. Tehničko-ekonomska analiza je dala uvjerljive dokaze da je to rješenje znatno nepovoljnije od gore opisanog, te ga je konačno naknadno prihvatila i komisija za reviziju.

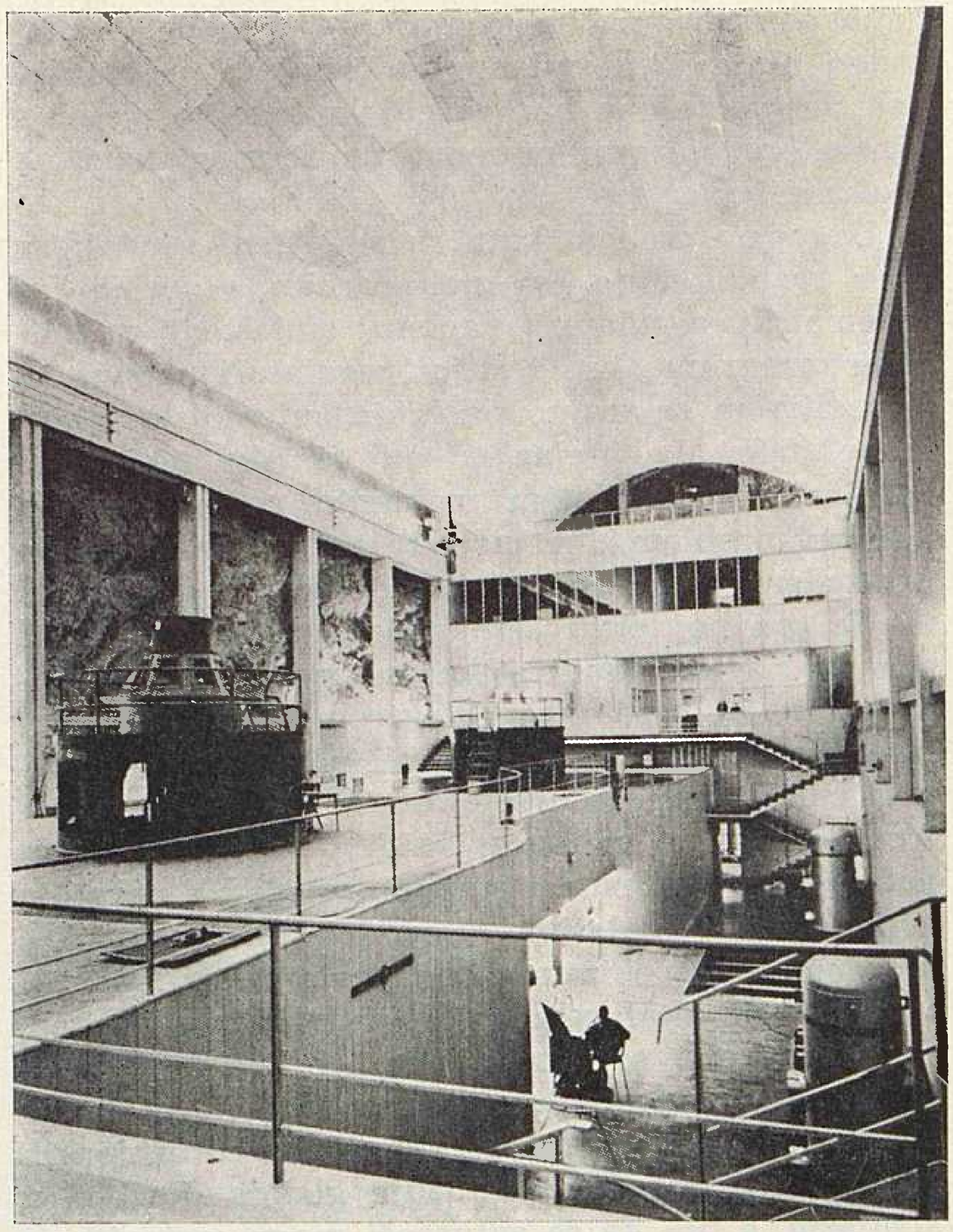
Montažni plato u strojarnici je izveden sa malom jamom za postavljanje čelične ploče na koju se oslanja osovina rotora generatora prilikom sastavljanja odnosno revizije. Jama za reviziju transformatora nije napravljena. Naime transformatori su izvedbe sa zvonastim kotlom. Dizanje kotla bi se u slučaju potrebe obavljalo u natkrivenom prostoru između montažnog platoa strojarnice i prostora vanjskog postrojenja 220 kV. Taj natkriveni prostor normalno služi kao radionički prostor za grublje radove, smješten je uz malu radionicu, a za dizanje kotla transformatora služi mala radionička dizalica nosivosti 10 tona. Spomenimo da su transformatori za kombinirano hlađenje — prirodno do 2/3 nominalnog opterećenja, a iznad toga sa prisilnim hlađenjem uz pomoć automatiziranih ventilatora.

Uz ostale električne zaštite predviđena je i zaštita kotla te je sve poduzeto da ona nesmetano radi.

Spomenimo na kraju da su svi uređaji elektrane takvi da je moguće upravljati s jednog mjesta iz elektrane, a uz to je moguće i daljinsko upravljanje iz RP Trebinje koje je zajedničko za obje elektrane, o čemu će još biti riječi. Zato je elektrana izvedena sa svim elementima za automatski rad — pokretanje agregata, regulaciju, zaustavljanje i sl. Turbinska automatika u ovoj elektrani, za razliku od one u elektrani Dubrovnik, je predviđena sa minimalnom primjenom električnih elemenata. Veći dio elemenata automatike je hidraulički ili mehanički.

HE Dubrovnik

Nizvodno od elektrane Grančarevo izgrađena je brana Gorica koja formira kompenzacioni bazen i skreće vodu u tunele za HE Dubrovnik. Za evakuaciju velikih voda na brani su predviđena dva segmenta zatvarača na prelivu i dva sektorska zatvarača na temeljnim ispustima. Na ulazu u dovodni tunel I i tunel II montirani su tablasti sigurnosni zatvarači, koji putem uređaja za mjerenje brzine vode u slučaju nužde zatvaraju i zatvore u vremenu od 40 sekundi. To je predviđeno i zato što je jedna dionica dovodnog tunela izvedena kao armirano-betonski cjevovod preko Mokrog polja.



Sl. 1. HE Dubrovnik — strojarnica sa komandnom zgradom

Od predviđena dva dovodna tunela izgrađen je jedan za prvu fazu izgradnje. Na kraju tunela je vodostan, a zatim račvanje na dva tlačna cjevovoda. Ispred svakog cjevovoda je jedan leptirasti pomoćni i jedan automatizirani glavni zatvarač koji u slučaju potrebe — kod prekoračenja normalne brzine vode — zatvara u vremenu od oko 30 sekundi. Za te zatvarače su utvrđeni strogi uvjeti u pogledu brtvljenja i pada pritiska u njima za vrijeme proticanja vode kroz njih. Tlačni cjevovodi su vertikalni čelični, ubetonirani u brdski masiv. Između galerije leptirastih spomenutih zatvarača kod vodostana i strojarnice je ostvarena veza kabela 0,4 kV i komandnih na taj način što su kabeli provedeni kroz bešavnu čeličnu cijev položenu uz vertikalnu tlačnu cijev.

Strojarnica je podzemna sa dugačkim pristupnim tunelom (oko 500 m), neposredno uz more, u koje se voda iz turbina izlijeva prolazeći kroz odvodni tunel.

Na montažni plato u sredini strojarnice se dolazi pristupnim tunelom. Lijevo i desno od montažnog platoa je predviđen prostor za po dva ver-

tikalna glavna agregata. Na desnoj strani, gledano u smjeru toka vode, su ugrađena dva agregata prve faze, a na istoj strani je i komandni trakt elektrane. Na lijevoj strani će biti ugrađena dva agregata druge faze.

Strojarnica ima tri glavna kata. U turbinskom katu osim turbinskih uređaja smještene su dvije drenažne crpke i jedan hidroejektor između turbina, dok su dvije crpke za rashladnu vodu za glavne strojeve i dvije za klimatizacione uređaje smještene uz prednji zid komandne zgrade. U drugoj fazi će se postaviti još jednom istovjetni uređaji. U tom je katu i centralna automatizirana stanica za komprimirani zrak za uređaje regulacije turbina i kočenje generatora.

Predturbinski kuglasti zatvarači su smješteni u svoje niše, svaki ima po dva servomotora. Ugovorom je predviđeno prvoklasno brtvljenje, koje je i izvedeno u skladu s tim postavkama, te je takvo da nema apsolutno nikakvih gubitaka vode. Kuglasti zatvarač uz pomoć diferencijalnog manometra sigurno zatvara u slučaju većeg protoka vode od normalnog, čak i kod totalnog loma nizvodnog objekta, te potpuno zatvori za 60 sekundi. Kuglasti zatvarači su opremljeni hidrauličkim obilaznim ventilima za punjenje spirala turbina prije otvaranja zatvarača. Dispozicija strojarnice je takva, da je moguća montaža predturbinskih zatvarača pomoću glavne kuke dizalice.

Glavne turbine su Francis jedinične snage od 147.000 KS, uz konstruktivni neto pad od 270,00 m, $Q = 45\ m^3/sek$, $n = 300$ o/min. U pogledu garancija vrijedi slično kao što je rečeno za HE Grančarevo. Turbinske spirale su ubetonirane, a na potporne prstenove turbina oslonjene čelične obloge koje nose generatore. Unutar obloge su dva servomotora za regulaciju turbine. Razlozi primjene čeličnih obloga su kao i kod HE Grančarevo. Prilikom gradnje i montaže ovaj sistem se pokazao kao vrlo prikladan, a očekivani efekti su u potpunosti ostvareni.

U turbinskom katu na nizvodnoj strani, prema galeriji difuzorskih zatvarača i prema odvodnom kanalu, izveden je svodni zid koji je tako dimenzioniran, da bi u slučaju prodora vode u turbinski kat bio srušen te bi vodeni val bio evakuiran kroz odvodni tunel.

Između turbinskog i generatorskog kata je izveden međukat koji služi za vođenje kabela i cijevi za ulje, vodu i komprimirani zrak. Generatorski kat je izveden kao glavni poslužni kat za strojarnicu. Zato su tu postavljeni svi važni pomoćni pogoni. Uz uzvodni zid su postavljeni hidraulički uređaji regulacije turbina, svaki sa po dvije crpke za ulje — jedna na elektropogon, a druga na pogon pomoću male Pelton automatizirane turbine, rezervoari za regulaciono ulje sa pripadnim elektroventilima, rezervoari pod pritiskom, amplidini za regulaciju napona generatora. Na istom katu između generatora su ugrađene ploče strojeva s turbinskim elektromagnetskim regulatorima, tako da strojar ima pri ruci cijelo svoje postrojenje. Između generatora su smješteni limeni ormari sa relejnim kombinacijama automatike agregata, podrazdjelnici 0,4 kV, regulatori napona sa pripadnim uređajima.

Generatori po 120.000 kVA, 14,4 kV su izvedeni i opremljeni slično kao oni u HE Grančarevo, pa to nećemo ponavljati.

Prostor ispod montažnog platoa u ravni generatorskog kata višestruko je iskorišten. Uzvodno su u njemu postavljena dva kućna agregata — Pelton turbine i sinhroni generatori sa uređajima za regulaciju broja okretaja i napona te svim potrebnim za njihovo daljinsko pokretanje, pogon i zaustavljanje iz komandne prostorije. Ovaj je prostor u istom nivou sa poslužnim prostorom strojara, a dijele ga samo staklena pregrada i vrata prema agregatima prve faze, a ubuduće i druga prema istovjetnom dijelu druge faze. Ispod montažnog platoa je zatim klimatizacioni uređaj za kućne agregate, u posebnoj su prostoriji dvije baterije CO_2 boca za gašenje generatora i transformatora, te konačno oklopljeni razvod 0,4 kV, a iz tog prostora se ulazi u hodnik za cijevi i kabele, koji prolazi ispod pristupnog tunela, sve do kraja galerije transformatora. Vidimo da je prostor ispod montažnog platoa maksimalno iskorišten, a uz to je sve u blizini strojara. Sve je izvedeno uz majmanji potrošak cijevi za vodu, CO_2 i kabela.

Kućne turbine je moguće napajati sa bilo koje tlačne cijevi glavnih turbina, ispred kuglastih zatvarača. Odvod vode iz kućnih turbina je moguć bilo u odvodni tunel prve faze bilo u odvodni tunel druge faze. Na taj način su obuhvaćene sve moguće kombinacije u pogonu.

Na etaži strojarnice nisu smješteni nikakvi uređaji osim uzbudnika glavnih generatora.

Komandni trakt je sa komandnom prostorijom sasvim malo izdignutom iznad poda strojarnice. Komanda je izvedena veoma jednostavno, uglavnom sa registrirajućim instrumentima na ploči glavnih strojeva, a svim ostalim na pultu. Uređajima 0,4 kV se upravlja sa posebne ploče u komandnoj prostoriji. Uz komandnu prostoriju je relejni prostor, u katu niže prostor međureleja, VF-uređaja, telefonskih uređaja i ostalih pomoćnih naprava, dok je u najnižem katu kabelski prostor, izveden bez kabelskih polica. Na katu iznad komandne prostorije su kancelarije, zatim izlaz u kosi kabelski rov do vanjskog postrojenja izvoda 220 kV te pristup vodnom rezervoaru rashladne vode, koji je izveden u stijeni uz komandnu zgradu. Još jedan takav rezervoar će biti izveden u stijeni u dnu strojarnice iznad četvrtog agregata. Zahvat vode za crpke rashladne vode je izveden iz posebnog bunara u koji se dovodi voda iz odvodnog tunela pomoću posebne čelične ubetonirane cijevi, a ispred tog bunara je komora za umirenje vode. Jedna crpka snabdijeva dva agregata, baca vodu u spomenuti rezervoar, odakle gravitacijom ide na mjesto potrošnje. U slučaju nužde može se uzimati voda za hlađenje i iz tlačnih cijevi, naravno opet preko rezervoara rashladne vode.

Kao što je spomenuto montažni prostor je u sredini strojarnice. Na njemu je moguće sastavljati rotor generatora odnosno vršiti njegovu reviziju. Za to treba dignuti poseban poklopac te na određeni predviđeni oslonac u prostoru kućnih agregata pričvršćeni čelični, specijalno izrađeni, valjak sa prirubnicama na koji se osloni osovina rotora generatora. Na montažnom platou se sastavlja i glavni transformator, koji se zatim na svojim točkovima vozi u svoj trafo-boks.

Jama za reviziju transformatora nije izvedena, jer su naručeni i isporučeni transformatori sa zvonastim kotlom, koje je moguće podići na montažnom platou uz pomoć kuke glavne dizalice, što je također velika prednost ovog rješenja.

Dvije mosne dizalice svaka sa glavnom kukom nosivosti 175 tona, pomoćnom 25 t i pomoćnim vitlom 5 tona obavljaju sve poslove u strojarnici. Kroz ostavljene otvore kroz sve katne ploče zahvataju sve crpke, pomoćne uređaje, oklopljene ormare električnih uređaja bilo pomoću kuke 25 tona ili pomoćnim vitlom 5 tona. Za glavnu i pomoćnu kuku — dizanje i spuštanje, te uzdužnu i poprečnu vožnju — zahtijevano je veliko područje reguliranja brzine sa finim pristajanjima, što je u potpunosti zadovoljilo svim zahtjevima i poslovima prilikom montaže. Najveći teret, kompletan rotor generatora, diže se pomoću dviju dizalica i posebnog nosača. Posebno je studiran problem manipuliranja tim nosačem, što se obavlja pomoćnim kukama nosivosti 25 t, na koji je način postignuta mogućnost brzog rada uz smanjenje visine strojarnice. Isto je izvedeno i kod HE Grančarevo.

Napominjemo da je prilikom izgradnje strojarnice izveden i dio građevinskih radova u drugom njenom dijelu, zajedno sa kranskom stazom. Na taj način je prostor predviđen za agregate tri i četiri prilikom montaže prvih dvaju agregata služio kao prostor za sastavljanje rotora generatora i druge slične poslove, što je mnogo ubrzalo radove.

Galerija transformatora je izvedena u neposrednoj blizini strojarnice, i to nizvodno od nje kao proširenje pristupnog tunela. Desno su dva trafo-boksa za transformatore 1 i 2, a lijevo za transformatore 3 i 4. U produženju na desnoj strani su dva kućna transformatora 10/0,4 kV, a lijevo kompresori za rashladne klima-uređaje. Cijela galerija je relativno kratka i malog gabarita zahvaljujući odabranom rješenju i transformatorima.

Spoj 14,4 kV između generatora i pripadnih transformatora je ostvaren oklopljenim sabirnicama koje su vođene kroz sabirnički tunel zajednički za generator 1 i 2, a kroz isti takav će biti položene za spajanje generatora 3 i 4 sa njihovim transformatorima. Sabirnički tuneli su posebno ventilirani. Oklopljene sabirnice su odabrane kao najpovoljnije i pogonski najsigurnije rješenje, radi skoro nepotrebnog održavanja i sprečavanja utjecaja saliniteta, a sve to obzirom na velike snage agregata i izvanredno veliko iskorištenje agregata u prvoj fazi, kada je iskorištenje maksimuma 7.200 sati godišnje.

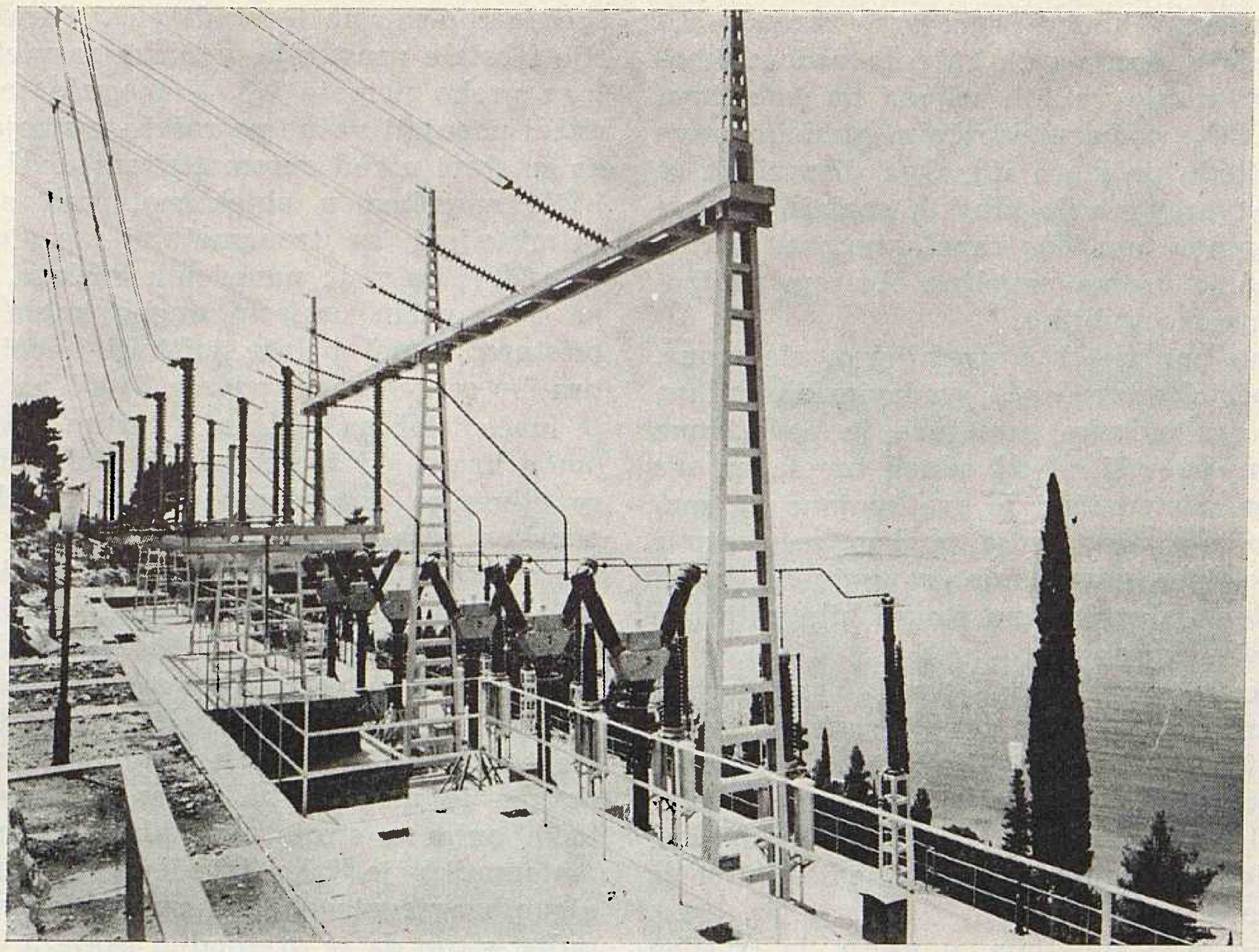
Transformatori 120.000 kVA, 14,4/242 kV, su trofazni, hlađeni vodom, sa kabelskim izvodima na strani višeg napona. Razmatrana je varijanta sa jednofaznim i trofaznim transformatorima, napravljeni su odgovarajući nacrti, proračuni i troškovnici te je konačno kao znatno povoljnije rješenje usvojena varijanta sa trofaznim. Naime sa trofaznim transformatorima je postignuta velika ušteda na građevinskim radovima, opremi i montaži te konačno na električnim gubicima kako u samim transformatorima tako i u kraćim spojnim vodovima od generatora do transformatora. Specifično je da su kabelski odvodi 220 kV na transformatorima okrenuti prema gore, što smo zahtijevali na temelju izrađene studije, na koji način je postignuta znatna ušteda na prostoru, a uz to je omogućeno da se kabeli 220 kV polože bez većih lomova. Naime, ti se kabeli iz trafo-galerije vode kroz kosi kabelski rov na postrojenje izvoda 220 kV, koje je vani na uzdignutom terenu, tako da je visinska razlika krajeva kabela oko 80 m. Kabelski rov je izveden pod velikim nagibom, služi i kao klimatizacioni i kao izlaz za nuždu. Trafo-galerija je izvedena samo sa jednom, zajedničkom jamom za hvatanje ulja. Eventualni odvod u more putem odvodnih tunela nije prihvaćen radi zagađivanja vode. Transformatori su sa izvedenom nultačkom, izoliranom za 110 kV, uzemljenom putem rastavljača i paralelno spojenom sa odvodnikom prenapona. Izvršen je proračun, koji je pokazao da nema efekta povišenja naponskog vala u kabelima 220 kV, dugim 400 m. Unatoč tomu su transformatori izolirani punom izolacijom, za ispitivanje udarnim naponom 1.050 kV.

Transformatori su izvedeni za zaštitu kotla, te su u vezi s tim postolja sa točkovima odijeljena od kotla izolacionim pločama od siverita, a odvojeno je i ostalo, da bi ta zaštita nesmetano funkcionirala.

Kabeli 220 kV imaju sličnu zaštitu, na istom principu kao zaštita kotla transformatora. Naime, vanjski plašt je izveden od PVC izolacije debljine 4 mm za napon 10 kV. Taj plašt je samo na jednom mjestu skinut te je na tom mjestu izvršeno spajanje metalnog plašta kabla na uzemljenje preko strujnih transformatora, na koje su spojeni releji zaštite. I metalni dio kabelskih vanjskih glava je odvojen od postolja izolatorima i odvodnicima prenapona za niski napon. Kod unutarnjih kabelskih glava također je vođeno računa da se izvrše potrebna odvajanja i osigura selektivnost rada zaštite kotla transformatora i kabela 220 kV.

Gašenje eventualnog požara transformatora je automatsko putem CO_2 i raspršenom vodom ručnim aktiviranjem.

U trafo-galeriji iznad pristupnog tunela su postavljeni klimatizacioni uređaji. Hladila su zatvorene izvedbe, što znatno smanjuju građevinske probleme uz manju potrošnju vode za hlađenje itd.



Sl. 2. HE Dubrovnik — postrojenje izvoda 220 kV

Klimatizacija i ventilacija je izvedena vodeći računa o salinitetu u zraku. Zato se zrak zahvaća na postrojenju izvoda 220 kV, čisti kroz sistem mehaničkih i elektro filtera, u kojima se odvoji so, a zatim kroz kabelski rov dovodi u prostorije strojarnice. Tu je izvedeno nekoliko posebnih krugova: za strojarnicu i komandnu zgradu, galeriju transformatora i sabirničke tunele, kućne transformatore, kabelski rov i kućne agregate. Izbjegnuta je potreba izvođenja posebnih klima-kanala u strojarnici na taj način što se svježi zrak u strojarnicu ubacuje iznad glavnih vrata kroz otvore na lijevo i na desno, a kroz poseban otvor između navedenih usisava nazad, dok se u komandni trakt ubacuje individualnim ventilatorima iz strojarnice. U prostoriji VF-uređaja postavljen je još jedan dodatni klima-uređaj. Svi klima-uređaji su automatizirani.

Kućni transformatori 10/0,4 kV nemaju uređaja za gašenje, punjeni su piralenom.

Vanjsko postrojenje izvoda 220 kV izvedeno je terasasto, sa minimumom aparata, zbog teškog, kosog i stjenovitog terena. Strujni transformatori 220 kV nisu klasični, već je prihvaćeno rješenje sa obuhvatnim strujnim transformatorima na jednofaznim kabelima 220 kV. Oni su omogućili ostvarenje ušteda kako na opremi tako i na skupom prostoru i građevinskim radovima. Primijenjeni su obuhvatni transformatori 0,4 kV s jednom jezgrom, tako da su odvojeni za zaštitu od onih za mjerenje.

Postrojenje je izvedeno tako da su na jednoj terasi postavljene kabelske glave 220 kV sa pripadnim vertikalnim njihovim noževima za uzemljenje, a neposredno uz njih odvodnici prenapona. Zatim su na istom nivou postavljeni prekidači snage 220 kV, a na višoj terasi rastavljači sa noževima za uzemljenje dalekovoda. Konačno, na kosom terenu su postavljeni naponski transformatori sa prigušnicama i kondenzatorima za VF-uređaje.

U toku razrade, a i poslije revizije projekta razmatrano je više rješenja izvoda 220 kV. Tako je studirano rješenje sa nabacivačima greške, s tim da bi prekidač bio u RP Trebinje, udaljenom 12,3 km. Veza između elektrane Dubrovnik i RP Trebinje se u svim varijantama predviđala pomoću dvaju dalekovoda 220 kV za sva četiri agregata, s tim da se već u prvoj fazi izgrade oba dalekovoda. Razmatrano je zatim rješenje sa po jednim prekidačem po dalekovodu, te konačno rješenje, koje je i ostvareno, sa po dva prekidača po dalekovodu (jedan uz hidroelektranu, a drugi u RP Trebinje).

Rješenje sa nabacivačima greške, iako privlačno na prvi pogled, odbačeno je, jer ne predstavlja uštedu, pogonski je nesigurnije, a zauzima više prostora, što je ovdje bilo od velikog značaja. Zato je i usvojeno najsigurnije, u principu najjednostavnije rješenje sa prekidačima na oba kraja voda.

Vratimo se još jednom na strojarnicu sa galerijom transformatora. Navedeno rješenje sa principom simetrije i smještajem kako je opisano pokazalo se kao veoma pogodno, pogonski ispravno i ekonomično. Montažni plato u sredini je pogodniji za manipulacije kod montaže i revizija, a pogotovo i s obzirom na smještaj trafo-galerije.

Centralni smještaj kućnih agregata, razvoda 0,4 kV, CO_2-uređaja, uređaja za gašenje vodom omogućilo je ostvarenje velikih ušteda na kabelima, cijevima za CO_2, vodu, električnim gubicima, sve uz veliku uštedu prostora itd. Ova dispozicija je omogućila ostvarenje vrlo kratkih spojnih vodova 14,4 kV od generatora do transformatora, dužine oko 30 m, što je veoma povoljno obzirom na troškove i električne gubitke.

Reći ćemo par riječi o uzemljenju elektrane. Od prvih početaka izvođenja građevinskih radova sva čelična građevinska armatura je povezivana zavarivanjem, počevši od odvodnog tunela pa sve do vodostana. Sistematski je sve spajano na magistralne vodove uzemljenja, a kao rezultat je veoma mali otpor uzemljenja, sa potpuno izjednačenim potencijalima, s tim što su bile potrebne male naknadne korekture.

Pred ulazom u pristupni tunel k strojarnici vani je postrojenje 35 kV u zgradi, sa transformatorima 35/10/0,4 kV. U objektima pred strojarnicom je i pomoćni dizel-agregat, radionica, skladište i ostale sporedne prostorije. Malo udaljeno je vani smješteno polu-ukopano skladište ulja za transformatore i turbine.

Pred odvodnim tunelima, u moru, je izveden valobran i mala luka za istovar opreme.

Jednopolna shema je jednostavna. Generator i transformator s kabelom 220 kV su u bloku, koji završava prekidačem snage 220 kV, da bi po dva bloka bila spojena na jedan vod 220 kV u snopu. Usvojena je takva shema koja predviđa povezivanje agregata 1 i 3 na jedan vod, a agregata 2 i 4 na drugi vod. To je prihvaćeno na temelju studije koja ukazuje na mogućnost znatnog smanjenja hidrauličkih i električnih gubitaka, što dolazi do izražaja poslije izgradnje druge faze, za oko 12,000.000 kWh godišnje.

Vlastita potrošnja riješena je sa dva kućna agregata — Pelton turbine i sinhroni generatori. Specifično je da su kućni agregati radi uštede na prostoru (da bi se mogli smjestiti u prostor ispod montažnog platoa) izvedeni, umjesto sa posebnim zamašnjakom i sa četiri ležaja, sa zamašnom masom ugrađenom u rotor generatora i osovinom turbine izvedbe sa lebdećim rotorom, pa su potrebna samo dva ležaja. Na taj način je smanjena ukupna dužina agregata.

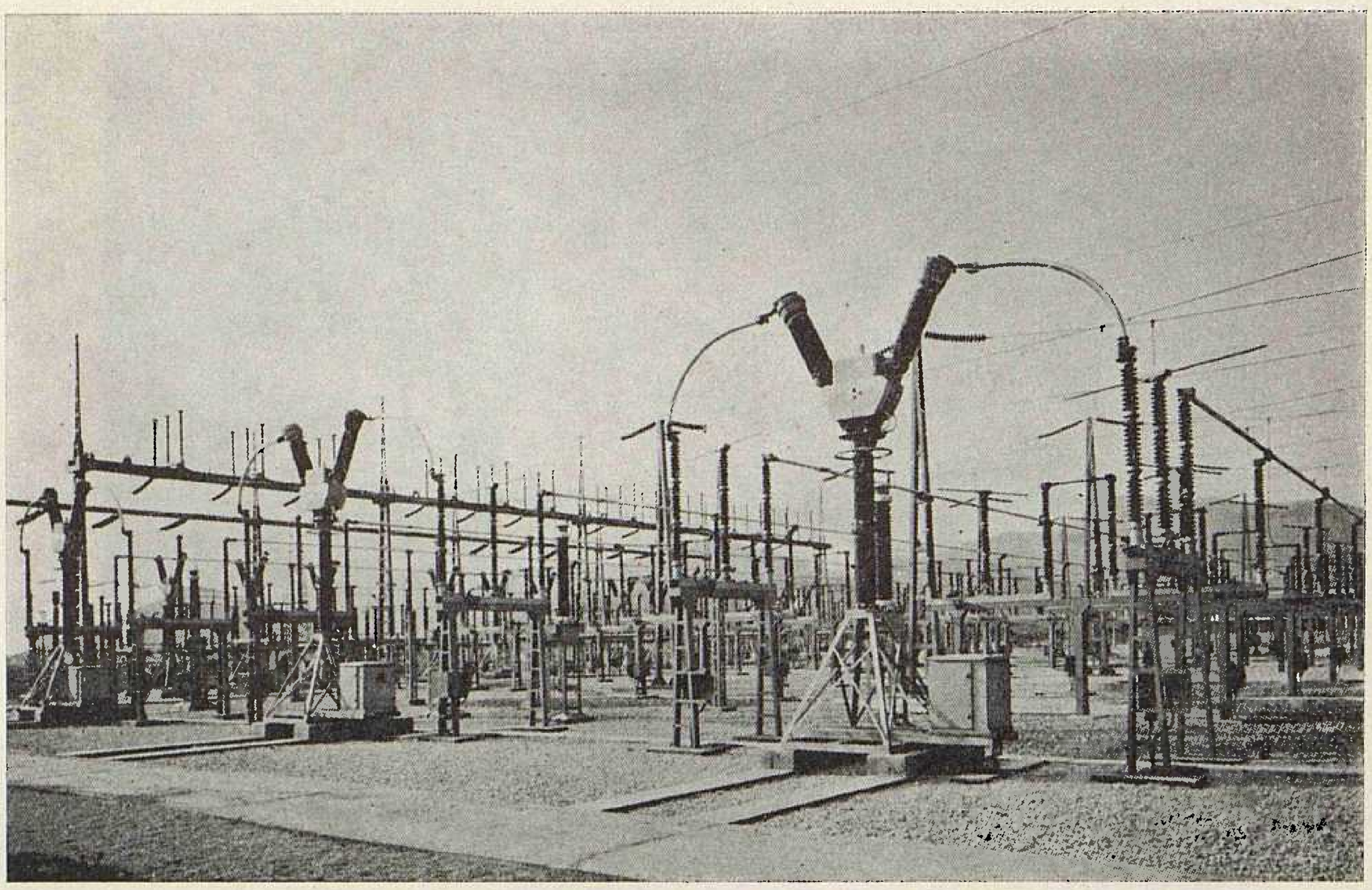
Za opću potrošnju elektrane može se upotrijebiti i napajanje iz mreže 35 kV. To napajanje je izvedeno na slijedeći način: Pred strojarnicom je u posebnoj zgradi razvodno postrojenje 35 kV koje je vezano na pogonski vod 35 kV i na vod do obližnje hidroelektrane Mlini. U tom postrojenju su postavljena dva tronamotajna transformatora 35/10/0,4 kV, snage 1600/1200/400 kVA. Naponom 10 kV je ostvarena veza putem odgovarajućih kabela sa transformatorima 10/0,4 kV, 1200 kVA, smještenim u trafo-galeriji uz strojarnicu, što je već bilo spomenuto. Kabelima 0,4 kV su ti transformatori povezani sa glavnim razvodom 0,4 kV pod montažnim platoom. Sa namota 0,4 kV tronamotajnih transformatora napajaju se potrošači pred strojarnicom — radionica, garaža, kancelarije i ostale prostorije, vanjska rasvjeta itd. Osim toga preko namota 0,4 kV moguće je u krajnjoj nuždi napajati važne potrošače u strojarnici, s tim da se stavi u rad automatizirani dizel-agregat 320 kVA, smješten u objektima pred strojarnicom. Primijenjeni su tronamotajni transformatori 35/10/0,4 kV, osim iz navedenih razloga, zato što se na ovaj način umjesto dugog kabla 35 kV kroz pristupni tunel polaže jeftiniji kabel 10 kV. Zatim što se galvanski odvaja 35 kV-na stranu, koja je inače izložena velikim i čestim prenaponima u ovom kraju, od postrojenja u strojarnici, a uz to se eliminira mogućnost pojave refleksije prenaponskog vala u kablu 35 kV. Uz sve to u cijeloj shemi uopće nema aparata 10 kV. Nadalje se omogućuje napajanje objekata pred strojarnicom bez posebne transformacije 35/0,4 kV. Opisana shema je u pogonu u potpunosti zadovoljila.

Na kraju nekoliko riječi o upravljanju ovom elektranom. Upravljanje svim strojevima i uređajima je moguće iz komandne prostorije, i to kako onim u strojarnici tako i onim izvan nje. Automatika je tako izvedena, da se pokretanje glavnih agregata obavlja putem jednog tipkala sa pulta, s tim da se prethodno ispitaju uvjeti pokretanja višestrukom preklopkom sa signalnom sijalicom. Kod ove elektrane, za razliku od elektrane Grančarevo, automatika agregata je ostvarena uz maksimalnu primjenu električnih elemenata. Možemo reći da su dosadašnja iskustva dobra. Ciklus automatskog pokretanja, u koji je uključeno sve od puštanja u rad uljnih crpki regulacije i otvaranja predturbinskog zatvarača do pune vrtnje, odnosno dovođenja generatora na puni napon, tj. od pritiska na tipkalo do navedenog stadija protekne 135 sekundi. Automatsko zaustavljanje sa kočenjem traje oko 10 minuta.

Razvodno postrojenje 220 kV Trebinje

Kao što je već navedeno, obje elektrane su osnovane sa izvodima 220 kV veoma pojednostavljenim, sa minimumom opreme, da bi se mogli smjestiti na skučenim prostorima. Kao zajedničko postrojenje za obje elektrane izgrađeno je postrojenje 220 kV u Mokrom polju kod Trebinja, na povoljnom mjestu za njegov smještaj i za rasplet vodova 35, 110, 220 kV i eventualno 380 kV. Izrađena je posebna studija koja je uspoređivala rješenje sa dva normalna razvodna postrojenja 220 kV uz elektrane s ovim rješenjem, koje je kao tehnički i ekonomski povoljnije i usvojeno.

Kod razrade ovog važnog čvornog postrojenja 220 kV studirano je izvođenje najprihvatljivijeg rješenja. Postavljen je uvjet velike pogonske sigurnosti, mogućnosti zamjene ili revizije svakog prekidača snage, bez prestanka rada dotičnog odvoda, odvajanja pojedinog dijela postrojenja radi revizije, preglednosti i manipulativne sigurnosti itd. Razmatran je niz varijanata od kojih su posebno uspoređivana rješenja sa dva glavna sistema i pomoćnim sabirnicama, sa tri glavna sistema te



Sl. 3. RP Trebinje — postrojenje 220 kV

konačno sa dva glavna sistema sa produžnim rastavljanjem i sa po pet rastavljača po pojedinom polju, koje je usvojeno i izvedeno kao tehnički i ekonomski najpovoljnije. Ta je izvedba sa dva sistema sabirnica sa miješanim fazama često izvođena u Francuskoj. Sabirnice su od aluminijskih cijevi, a nose ih trokoloni rastavljači. Svako polje ima pet rastavljača, od kojih su dva za odvajanje, izoliranje prekidača, a jedan služi za premoštenje pripadnog prekidača snage kada se na njemu radi ili ga je potrebno mijenjati i sl. Tada se putem rastavljača za premoštenje i prekidača snage u spojnom polju može zamijeniti prekidač snage bilo kojeg polja s tim što se i zaštita tog polja prebaci na prekidač snage u spojnom polju. Uz to su glavne sabirnice izvedene sa podužnim rastavljačem, što je uz odgovarajući raspored dovoda i odvoda pogodno za izvođenje beznaponske parcijalne revizije postrojenja. Daljnja je prednost ovog sistema što odvodi idu na obje strane, što u odnosu na uspoređivane zauzima mnogo manju površinu, što je pregledno, pogodno za posluživanje i održavanje. Izvedeno je sa relejnim kućicama, svaka za po dva polja.

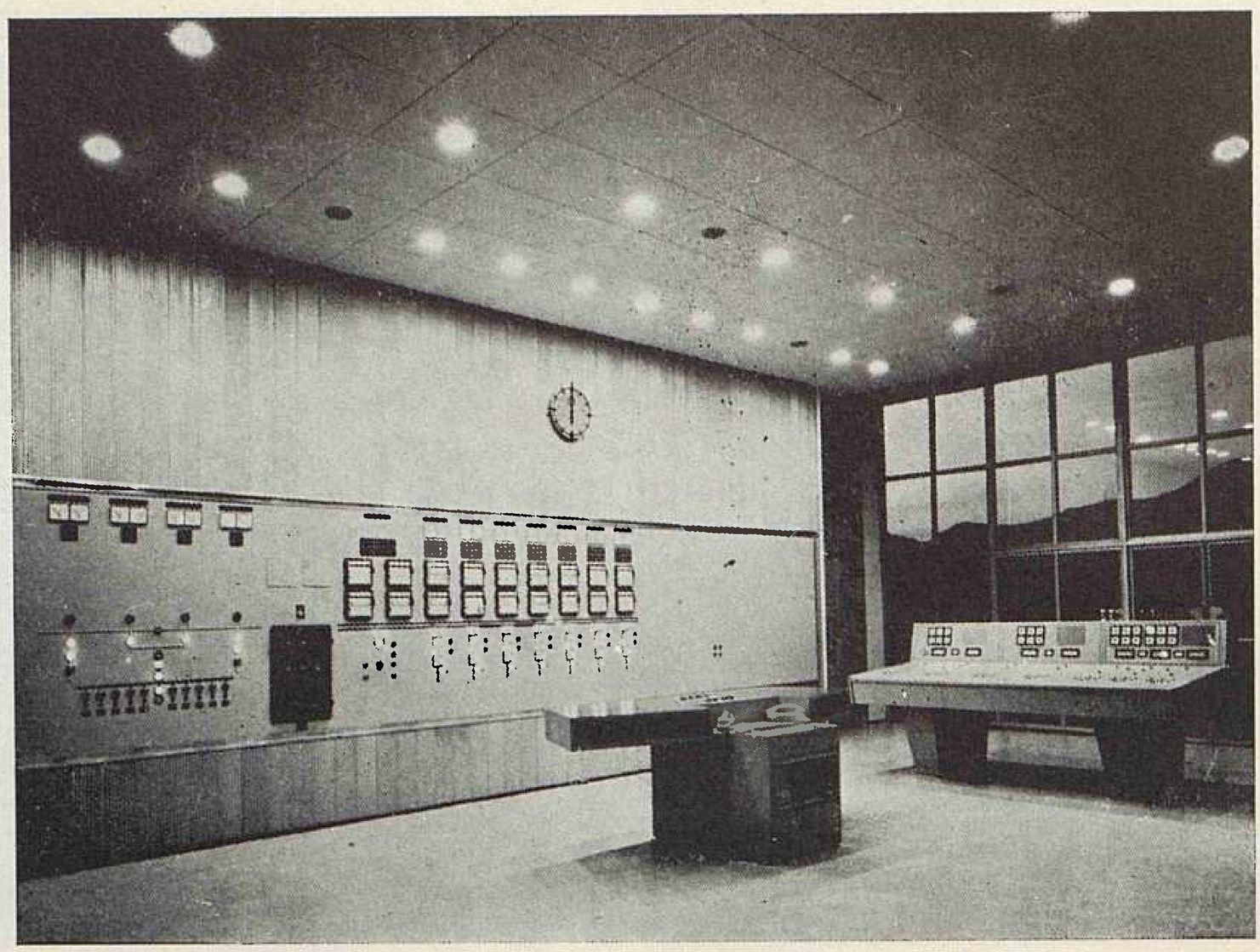
Uz postrojenje 220 kV je izgrađeno i vanjsko postrojenje 35 kV sa sklopkama na izvlačenje, veoma pregledno i jednostavno. Odavde na jednu stranu ide pogodni vod 35 kV do HE Dubrovnik, a na drugu do brane Gorica i, u produženju, do HE Grančarevo.

RP Trebinje je tako riješeno, da ga je moguće proširiti sa transformacijom 220/110 kV, uključivši razvodno postrojenje 110 kV sa transformacijom 110/35 kV. Osim toga je ostavljen prostor i dano osnovno rješenje za eventualni razvod 380 kV sa transformacijom 220/380 kV. Naime, treba imati na umu da će ovo u perspektivi biti čvorna tačka sistema elektrana na Trebišnjici, uključivši i elektrane na gornjim horizontima, a uz to i glavna napojna tačka potrošača ovog regiona.

Komandna zgrada je tako situirana da odgovara i perspektivnoj navedenoj izgradnji. Osim normalnih komandnih, mjernih, zaštitnih i signalnih naprava u njoj su smješteni i uređaji s pultom za daljinsko upravljanje agregatima HE Dubrovnik i HE Grančarevo. Sa tog pulta je moguće ispitati da li su uvjeti za pokretanje bilo kojeg agregata ispunjeni, te ga daljinski pustiti u pogon, s tim što osoblje iz elektrane daje prethodnu saglasnost za to, pomoću odgovarajuće preklopke. Kada je agregat u pogonu moguće je sa pulta daljinski djelovati na ograničenje otvora i na otvor turbine, na povišenje ili sniženje napona, moguće ga je daljinski zaustaviti. Da bi se to moglo pravilno obavljati, dovedene su na pult slijedeće mjerne veličine za svaki agregat: ograničenje otvora i otvor turbine, napon generatora, struja uzbude, radna i jalova snaga generatora. Dovedeni su sumarni signali — turbinska greška, električna greška i greška na dalekovodu. Na taj način, s tim što je dovedeno i pokazivanje vodostaja u kompenzacionom bazenu Gorica, moguće je ne samo korektno upravljati agregatima, nego i najracionalnije voditi režim njihovog rada, a u skladu sa zahtjevima dispečera. Prenosi svih mjernih veličina, signala i impulsa obavljaju se putem VF-kanala preko spojnih dalekovoda 220 kV, s tim što postoje i rezervni uređaji sa automatskim prekapčanjem na njih. U dosadašnjem pogonu ti uređaji rade bez zamjerke.

Osvrt na opremu

Iz specifičnih uvjeta kreditiranja, sva oprema je nabavljena od inostranih proizvođača. Za svu opremu su napravljeni veoma strogi tehnički uvje-



Sl. 4. RP Trebinje — komandna prostorija, pogled na komandnu ploču i pult za daljinsko upravljanje

ti kojima je trebalo udovoljiti. Ti uvjeti su temeljeni na iskustvima sa dosadašnjih naših postrojenja, sa novijih inostranih postrojenja, a osobito su korištena iskustva i tehnički uvjeti Elektroprivrede Francuske (EdF), napravljeni na temelju njihovog velikog iskustva. Za uvjete su korištene razne norme i propisi kako domaći tako i strani, npr. za turbine, generatore, transformatore, električne aparate, hidromehaničku opremu, metalurgijski propisi, propisi o ispitivanjima itd. Neki uvjeti su čak i strože postavljeni nego u tim stranim izvorima te su ugovorene strože tolerancije i garancije. Nadalje, niz tehničkih karakteristika je dobiven na temelju posebnih studija koje su radili naši eminentni stručnjaci kao i projektna organizacija, jer na žalost te podatke, unatoč pravovremenom traženju, nije bilo moguće dobiti od Zajednice jugoslovenske elektroprivrede. Tako su napravljeni proračuni i studije o stabilnosti HE Trebišnjice, o izboru parametara generatora, o izboru sistema za razvodno postrojenje 220 kV u Trebinju, broju vodova 220 kV, o valoriziranju pojedinih karakterističnih veličina kao što su gubici u transformatorima, generatorima i turbinama, gubici vode kroz brtvila pojedinih zapornih organa, gubici pada pritiska u pojedinim dovodnim hidrauličkim organima, izrađena je studija o salinitetu i njegovom utjecaju na pojedine materijale u blizini HE Dubrovnik i u samom moru itd. Kod razmatranja karakteristika opreme pojedinih ponuđača vodilo se računa o bitnim garancijama, što je također uzimano u obzir, npr. kavitacija, faktori sigurnosti konstrukcija i sl., ocjenjivana je konstrukcija, osobine obzirom na lakšu montažu, održavanje i pogon itd. Kao primjer navodimo da je dana prednost konstrukcijama generatora sa glavnom osovinom iz jednog dijela, sa što manjom potrebnom visinom dizanja glavne kuke dizalice, sa nosnim ležajem gore itd. Kao rezultat svega tog su proizišle karakteristike i uvjeti koji su dani u raspisu, kao što su uvjeti za turbinsku regulaciju, brzine zatvaranja pojedinih bitnih hidrauličkih organa, GD^2 generatora, reaktancije generatora, brzina odziva, napon kratkog spoja transformatora, visina izolacije nultačke transformatora, karakteristike prekidača snage 220 kV (npr. osim snage prekidanja, vrijeme prekidanja, ponovnog uklopa, prekidanje struje magnetiziranja transformatora, dalekovoda u praznom hodu itd.), vrste i osobine zaštitnih premaza itd. Sve ovo je uzrokovalo da su dobiveni strojevi i sva ostala oprema i uređaji veoma visokog kvaliteta, sa odgovarajućim karakteristikama, ugovoreni sa čvrstim garancijama uz primjenu strogih penala, a za vodne turbine, kao osnovne za rad agregata, predviđene su i premije.

Jedan od usvojenih principa je bio da se ide na opremu koja uvjetuje što manje montažnih radova. Kao rezultat toga, a i iz drugih već navedenih razloga, primijenjene su čelične obloge za nošenje generatora, oslonjene na turbine. Primijenjena je, gdje je to god bilo moguće, tehnika oklopljenih električnih postrojenja i uređaja do te mjere, da u elektranama praktički nema mjesta gdje se može čovjek izložiti opasnosti dodira dijelova pod naponom. Iz istog razloga su postrojenja 35 kV u RP Trebinje i na brani Gorica sa prekidačima snage na izvlačenje. Gdje je god bilo moguće za sva postrojenja su odabrani uređaji istih karakteristika i proizvodnje. Tako su od istih proizvođača istovjetni uređaji na svim objektima kao: oprema 220 kV, oklopljena postrojenja 0,4 kV, oklopljene sabirnice 14,4 kV, aparati za električna mjerenja, zaštitu, signalizaciju, elektromagnetski turbinski regulatori, regulatori napona generatora itd. Svi uređaji VF-tehnike za

prenos mjernih veličina, impulsa upravljanja, zaštite i signalizacije te govornih kanala su istovjetnih osobina, isporučeni od istog isporučioca. Sve to doprinosi sigurnijem i usklađenom radu postrojenja, lakšem održavanju, istovjetnim rezervnim dijelovima, kao i svim ostalim prednostima koje opravdavaju izbor jednoobrazne opreme.

Kao što je proizišlo iz spomenutih studija sva oprema je naručena sa potrebnim karakteristikama. Međutim, još je neispunjen uvjet iz studije o stabilitetu HE Trebišnjica, koji je iziskivao da se ove elektrane povežu sa elektroenergetskim sistemom osim veze 220 kV RP Trebinje — TS Titograd jednim vodom, sa najmanje još dva voda 220 kV od RP Trebinje do RP Mostar. Međutim, od Trebinja do Mostara izrađen je samo jedan vod 220 kV, pa u izvjesnim slučajevima dolazi do ispada HE Trebišnjice i dijela sistema, što se i predviđalo studijom o stabilitetu, iz kojeg razloga je nužno što prije ostvariti i tu drugu vezu, koja će doprinijeti boljem i stabilnijem radu ne samo HE na Trebišnjici nego i elektroenergetskog sistema kao cjeline.

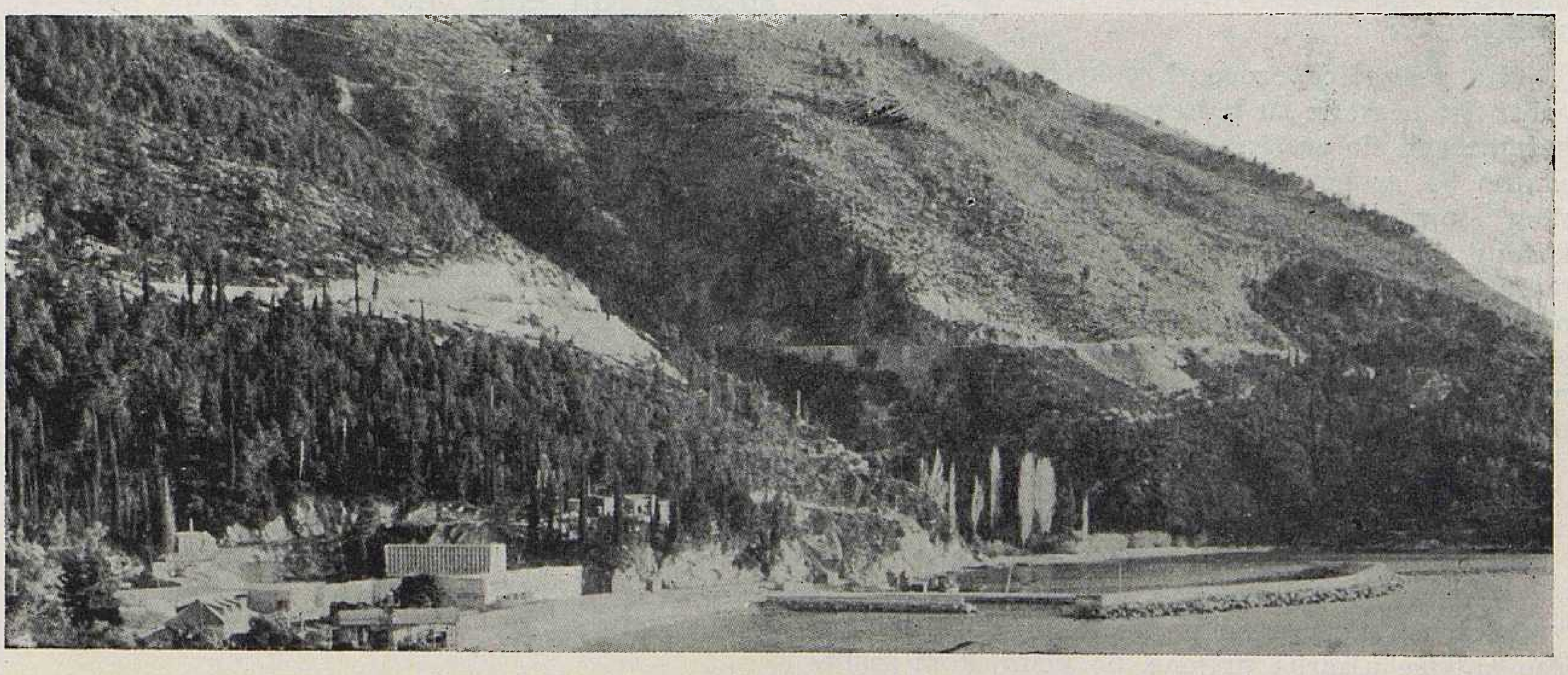
Zaključci

a) Izgradnjom i eksploatacijom niza elektroenergetskih objekata u našoj zemlji su već stečena značajna iskustva, koja treba sistematski srediti i analizirati. Ona bi mogla biti odlična podloga, uz inozemne, za izradu smjernica za projektiranje elektroenergetskih postrojenja. Te smjernice bi olakšale rad investitorima i projektantima, onemogućile nepotrebno ponavljanje pogrešaka te bi doprinijele da ubuduće izvodimo savremenije, ekonomičnije i pogonski sigurnije elektroenergetske objekte.

b) Osjeća se velika potreba da se izrade tehnički uvjeti za opremu elektroenergetskih postrojenja. Uvjeti treba da obuhvate turbine, generatore, transformatore, hidromehaničku opremu, električnu opremu itd., sa svim detaljima specifikacija, općih, tehničkih, tehnoloških uvjeta i uvjeta izrade, metalurgijske uvjete, uvjete preuzimanja, montaže, ispitivanja, pogona, održavanja itd. Ove uvjete bi izradili stručnjaci naše elektroprivrede, elektroindustrije, fakulteta i instituta koristeći naša i inozemna iskustva i propise. To bi mnogo olakšalo i usavršilo rad projektanata, investitora i isporučilaca opreme.

c) Da bi se pravilno odredili parametri opreme za nova elektroenergetska postrojenja, potrebno je da Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, kao vrhovni koordinacioni organ koji vodi brigu o perspektivama i razvoju elektroenergetike, pravovremeno razrađuje tu problematiku sa aspekta cijelog elektroenergetskog sistema uzimajući u obzir ulogu i mjesto svakog novog elektroenergetskog postrojenja u sistemu. Kao rezultat tog rada bi proizišle sve nužne karakteristike strojeva i cjelokupne glavne opreme za te objekte. Tim studijama i na vrijeme dobivenim podacima doprinijelo bi se da novi objekti budu u svemu usklađeni sa potrebama mreže, što bi omogućilo bolji i sigurniji rad cjelokupnog elektroenergetskog sistema.

Naslov pisca: Enes Hercegovac, dipl. ing.
HE Trebišnjica, Trebinje



HE Dubrovnik

ZNAČAJ RAŠKOG KAMENOG UGLJENA U ENERGETSKOJ BILANCI NAŠE REPUBLIKE

Jugoslav Bulat, Labin

Izneseni su podaci o zalihama, te kemijskom i petrografskom sastavu ugljena. Prikazana je situacija na tržištu ugljena, i perspektiva plasmana raškog ugljena. Nakon što je utvrdio da se tržište za raški ugljen smanjuje, autor vidi izlaz iz nastale situacije u povećanoj kemijskoj preradi ugljena. Potrebno je provesti još niz ispitivanja, kao i izgaranja ugljena u elektrani veće snage, na samom rudniku.

DK 620.91

1. Geografski položaj

Raški bazen kamenog ugljena pruža se uz istočnu obalu Istarskog poluotoka. Naslage ugljena idu paralelno s obalom tako da na krajnjem južnom dijelu ulaze u more, a prema sjeveru padaju pod planinu Učka.

Rudarenje prema zabilježenim podacima, traje već 160 godina. Ugljen iz bazena se odvozi morem i željeznicom, a eksploatira se na dubini od 600 metara ispod površine.

2. Rezerve ugljena i montangeološke prilike ležišta

Istarski poluotok bogat je mikrosinklinalnim ležištima kamenog ugljena. Raško ležište je najveće i najbogatije. Ukupne komercijalne rezerve cijene se na 30×10^6 tona u slojevima moćnosti iznad 0,7 metara. Kao rezultat najnovijih istraga predstoji kategorizacija novog polja Koromačno sa 12×10^6 tona ugljena u veoma moćnim slojevima. Ugljeno ležište starije tercijarne formacije, sastoji se od 10 eksploatabilnih slojeva na maloj vertikalnoj udaljenosti sloja od sloja (2—4 metra). Slojeve dijeli čvrsti kozinski vapnenac po čemu se i čitava ugljenosna slojna skupina zove kozina naslage.

Kao posljedica orogenih pokreta čitavog ovog područja, učestale su u bazenu pojave tektonskih poremećaja slojeva, po pružanju i padu. Interesantno je spomenuti specifičnosti prvog podinskog sloja, koji leži neposredno na krečnjaku kredne formacije. Ovaj kredni krečnjak je bio intenzivno erodiran prije pojave taloženja ugljenih slojeva, pa se kod eksploatacije moćnost ovog sloja mijenja. Također je i kemijski sastav ugljena u ovom sloju promjenljiv, i znatan je postotak pepela.

3. Kemijski sastav raškog kamenog ugljena, svojstva i kalorična moć

Iako bi raški ugljen po geološkoj starosti spadao najviše u mrke ugljene, po kemijskom sastavu ide u red kamenih ugljena. Tačna klasifikacija ugljena je malo teža zbog neuobičajenih karakteristika, a to su visok sadržaj hlapivih materija i organski vezanog sumpora. Po internacionalnoj klasifikaciji kamenih ugljena može se svrstati u CODE broj 635 do 834, već prema sloju iz koga je uzorak. Ova klasifikacija je prema koksnim osobinama.

Kemijski sastav ugljena je dan u granicama minimuma i maksimuma.

Vlaga rovnog ugljena	1 — 6 %	
vlaga — higro	0,3 — 0,9 %	
pepeo	7 —15 %	na čistu uglj. supstanciju
hlapive materije		48—54 %
fiksni ugljik		46—52 %
ugljik		70—80 %
vodik		5— 6 %
sumpor organski		10—12 %
dušik		1— 1,6 %
kisik		3—10,4 %
GKV		7100—6600 kcal/kg
DKV		7000—6000 kcal/kg

Po sadržaju higro-vlage, vodika, dušika i kisika raški ugljen spada u kamene ugljene. Sadržaj ugljika je nešto niži, ali je zato sadržaj sumpora organski vezanog na ugljenu supstanciju jedinstven. Niti jedna vrsta ugljena nema tako visok sadržaj sumpora uopće, a još manje organski vezanog. Ovo svojstvo je zapravo mana, koja se ne može odstraniti.

Sadržaj anorganski vezanog sumpora ne prelazi 1 %.

Pepeo raškog ugljena je isto tako kao i sam ugljen različit od ostalih ugljena. Kako su ugljeni slojevi istaloženi na vapnencu, a pokrovni slojevi su isto tako vapnenac, to je i u pepelu pretežni dio vapnenca uz primjese boksita, gline i tragova pirita. Sastav pepela kreće se u granicama:

SiO_2	0,2 — 13 %
Al_2O_3	1,43— 22 %
Fe_2O_3	1,3 — 26 %
CaO	18,6 — 54 %
MgO	2,6 — 28 %
SO_3	12,4 — 49 %

Ponašanje pepela na temperaturi:

mekšanje	1165 — 1385 °C
taljenje	1200 — 1500 °C
razlijevanje	1240 — 1500 °C

Garantirani kvalitet prodajnog ugljena

Tablica 1

	zrnatost Ø mm	vlaga %	pepeo %	DKV kcal/kg
komad	65	2	10	6770
kocka	30 — 65	2	10	6770
orah	20 — 30	3	9	6770
grašak	10 — 20	4	8	6770
sitni prani	0 — 10	6	8	6530
sitni neprani	0 — 10	5	13	6150

Petrografski sastav ugljena

Raški ugljen je pretežno vitrit, donji slojevi, kredni, su nehomogeni i uz vitrit nalazi se i vitrinertit, klarit i duroklarit; zatim srednji slojevi u kojima uz djelomično nehomogeni vitrit ima i klarita; gornji slojevi su homogeni i praktično sva ugljena supstancija je vitrit.

Anorganska primjesa u ugljenu je uglavnom kalcijev karbonat, malo boksita i gline te pirit. Postanak im je singenetski, izuzev kalcijevog karbonata koji je djelomično epigenetski. Zbog homogenizacije ugljene supstancije ne može se sigurno tvrditi iz kojeg materijala je nastao. Prema pretežnoj količini vitrita mogao bi biti iz drveća, ali prema ostacima spora i iz paprati i gljiva te konačno i alga.

Podjela po KI »B. Kidrič«

Tablica 2

donji slojevi — kredni	nehomogen — vitrit — vitrinertit — klarit — duroklarit	bitumenska tjelešca — prisutnost prirodnog asfalta — — pirit	sapropelitski ugljen
»prijelazni slojevi«	djelomično homogen — vitrit — vitrinertit — klarit		
gornji slojevi	homogen — vitrit		humusni ugljen

4. Potrošnja i deficitarnost ugljena u SR Hrvatskoj

Naša republika SR Hrvatska u cjelini je visoko deficitarna ugljenom. Kod kamenog ugljena potrošnja je znatno manja od proizvodnje, dok je nasuprot tome kod mrkog ugljena i lignita, u odnosu na potrošnju proizvodnja vrlo mala.

»U godini 1966. ukupno je u našoj republici proizvedeno 1,77 mil. tona ugljena. Od toga kamenog ugljena 0,76 mil. tona, mrkog ugljena 0,4 mil. tona i lignita 0,6 mil. tona.

Potrošnja je iste godine iznosila 3,9 mil. tona. Međutim, kada se uzme u obzir da je od ukupne proizvodnje kamenog ugljena potrošeno u republici samo oko 0,3 mil. tona, onda se vidi da ukupan deficit iznosi 2,6 mil. tona koji je dovezen iz drugih republika.

Potrošnja mrkog ugljena iste godine iznosila je oko 1,5 mil. tona, pa je iz ostalih republika dovezeno oko 1,1 mil. tona.

Za nas proizvođače raškog ugljena je interesantan ovaj podatak, a isto tako za planere i ekonomiste u republici. Deficit mrkog ugljena u njegovoj potrošnji mogao bi se nadoknaditi upotrebom i potrošnjom raškog kamenog ugljena.

Međutim, potrošači u našoj republici, industrija i ostali, nisu na to spremni. Uzrok je nepoznavanje kvalitete raškog ugljena, neadekvatna ložišta i pomanjkanje ekonomske računice o prednosti raškog goriva.

Zbog poteškoća u plasmanu raškog ugljena, dovoze se znatne količine mrkog ugljena, te se troši na transport i upotrebljava ugljen niže kalorične vrijednosti. Ovdje bi termičari trebali da odigraju svoju ulogu, čime bi sebi i zajednici uštedjeli znatne iznose. Niti u 1970. godini neće biti bolja situacija — prognoze predviđaju proizvodnju od 3,0 mil. — 3,3 mil. tona, a potrošnju od 5,7 mil. do 6,7 mil. tona, pa prema tome deficit od 2,4 mil. — 3,5 mil. tona.

5. Potrošnja kamenog ugljena u SFRJ — i perspektivna potrošnja 1970.

U godini 1963. ukupna proizvodnja ugljena u SFRJ iznosila je 27,4 mil. tona. Od toga proizvedeno je kamenog ugljena 1,28 mil. tona, u tome Raša 0,85 mil. tona. Prema srednjeročnom planu u 1970. proizvodnja ugljena doseći će 41,5 mil. tona, a proizvodnja kamenog ugljena porast će samo za 0,2 mil. tona. Raša je dakle najveći proizvođač ove vrste ugljena. Međutim, kod kamenog ugljena je nepovoljna struktura potrošača. Zapravo ona se iz dana u dan smanjuje. Neposredno iza oslobođenja bili su potrošači — željeznice, pomorsko i riječno brodarstvo, cementare, termocentrale, šećerane i jedan dio lake industrije. Taj se broj postepeno smanjuje, prelaskom ovih potrošača na druga goriva. Pomorsko i riječno brodarstvo je potpuno otpalo, željeznice su prepolovile svoju potrošnju i dalje postoji tendencija smanjenja, a cementare su djelomično prešle ili prelaze na mazut. Nove termoelektrane nisu građene za ovaj ugljen, a stare su dotrajale i smanjile rad i potrošnju. Novi potrošači nisu osvojeni i otuda poteškoće rudnika kamenog ugljena u zemlji, pa i u Raši. Sistematski bi trebalo raditi na pripremanju i povećanju njegovih potrošača, što je dug i skup proces. Trebalo bi pripremiti optimalna ložišta, osposobiti kadrove, dokazati njegovu prednost pred lošijim vrstama ugljena ili ga sagorjeti u termoelektranama.

Istovremeno bi trebalo pojeftiniti i modernizirati tehnološki proces u rudnicima kamenog ugljena, jer bi oni samo tako izdržali konkurenciju.

6. Ekonomičnost loženja raškog ugljena i kemijska prerada

Termoelektrane se podižu radi potrošnje manje kvalitetnih ugljena i sitnih asortimana kamenog ugljena. S obzirom na kemijski sastav raškog

ugljena i njegovu DKV — 6000 kcal/kg pita se da li je korisno i ekonomično njegovo trošenje loženjem. Prigodom podizanja koksare u Lukavcu računalo se s učešćem raškog ugljena u proizvodnji koksa iz domaćih lignita. Visok procenat sumpora navodno je uzrok da se zadnje dvije godine raški ugljen ne uzima uopće kao komponenta u mješavini. Nekada je godišnja isporuka iznosila i 60.000 tona ugljena iz Raše za koksaru. Prema planu ta potrošnja trebala je da se i uveća, što je stvaralo stalnu perspektivu da će se možda učešće raškog ugljena u budućnosti znatnije povećati u proizvodnji koksa. Jedino jeftino i efikasno uklanjanje sumpora iz raškog ugljena omogućilo bi njegovu sigurnu potrošnju i upotrebu u proizvodnji koksa.

Sve dok nema drugog kvalitetnijeg potrošača loženje ugljena ostaje kao jedini mogući vid potrošnje. Kemijska prerada raškog ugljena je područje, koje nije sistematski istraženo. Vršena su ispitivanja u zemlji i inozemstvu, na temelju kojih je utvrđena mogućnost proizvodnje kvalitetnog koksa za obojenu metalurgiju (Institut u Freibergu — prof. Gruzon).

Ali o pitanju karbonizacije na visokoj, srednjoj i niskoj temperaturi, hidrogenizacije i gasifikacije nije bilo ozbiljnih i temeljitih ispitivanja. U vezi ekstrakcije pod visokim pritiskom i u proizvodnji bezdimnih goriva iz raškog ugljena široke su mogućnosti, koje bi trebalo proučiti i ispitati. Danas je sve ove proizvode moguće dobiti iz nafte i plina, pa kemijska prerada ugljena dolazi u drugi plan. Ali i u naučnom interesu trebat će dovršiti započete radove i sistematizirati podatke o raškom ugljenu iz ovog područja s obzirom na njegov kemijski sastav.

7. Energetski objekti na bazi kamenog ugljena Raša i mogućnosti njihovog proširenja

Na užem području Istre postoje dvije termoelektrane koje koriste raški ugljen kao svoje gorivo: TE Vlaška (snage 10,5 MWa) i TE Rijeka (snage 7 MW-a). Povremeno kao potrošači raškog ugljena javljaju se i druge termoelektrane izvan ovog područja (TE Brestanica i TE Trbovlje).

U izgradnji se nalazi i TE Plomin I (snage 125 MW-a) sa mogućnošću proširenja, locirana u sjevernom dijelu raškog ugljenog bazena, kod mjesta Plomin. Dovršenje je bilo predviđeno za drugo polugodište 1967, ali izgradnja kasni za jednu godinu.

Izmijenjenom strukturom potrošača raškog ugljena u zadnjih 5 godina, postavlja se sve više problem plasmana sitnog ugljena. Učešće sitnog ugljena u ukupnoj proizvodnji rudnika iznosi 45 %, što na prosječnu proizvodnju od 0,8 mil. tona predstavlja količinu od 0,36 mil. tona.

Krupan asortiman ima osiguranu prođu, dok sitan nema, pa se 0,1 mil. tona ovoga godišnje izvozi u inozemstvo po nepovoljnim cijenama.

Periferan položaj rudnika, s obzirom na glavne potrošne i deficitarne industrijske centre ugljenom, izmijenjene željezničke prevozne tarife, onemogućavaju prevoz sitnog ugljena na veće udaljenosti. Ovim razlozima uvjetovana je izgradnja TE Plomin I, koja bi trebala trošiti 0,24 mil. tona sitnog ugljena, kroz predviđenih 5000 sati rada godišnje.

Već je u razmatranju izgradnja TE Plomin II (125 MW-a), koja bi utrošila ostatak sitnog ugljena. Konačna odluka o ovoj drugoj etapi bit će donesena na temelju situacije na tržištu, plasmana raškog ugljena uopće, te rekonstrukcije rudnika. Opća situacija sa plasmanom ugljena navodi na potrebu da se izrade studije o kompletnoj potrošnji raškog ugljena u ložištima termoelektrana, na osnovu čega bi moglo doći do izgradnje treće etape TE Plomin (snage 125 ili 200 MW-a).

Ova solucija dozvolila bi i promjene u tehnološkom procesu dobivanja ugljena, veću primjenu mehanizacije kao i ukidanje njegovog oplemenjivanja, ali bi tražila rješenja povezivanja ugljenokopa Pićan i budućeg ugljenokopa Koromačno sa termoelektranom, te transport ugljena na njenu glavnu deponiju.

Na kraju ovog procesa izgradnja TE Plomin I, II, III dostigla bi konačnu snagu od 375 odnosno 450 MW-a. S ovim svojim kapacitetom TE Plomin bi predstavljala solidnog partnera i značila znatno pojačanje za sjeverozapadni elektroenergetski sistem naše zemlje, a raški bi ugljen našao svoju stalnu potrošnju na mjestu proizvodnje.

8. Integracija rudnika ugljena i termoelektrana

Integracija rudnika i termoelektrana u državama sa kapitalističkim društvenim uređenjem, rješava se koncentracijom monopolskog kapitala u onim zemljama u kojima nije još nacionalizirana proizvodnja i raspodjela električne energije, te je integracija rudnika i termocentrala povedena kao optimalno i najekonomičnije rješenje za vlasnike.

Kod nas u socijalističkoj privredi te stvari reguliraju se društvenim planom razvoja naše zemlje. Naša se privreda stalno razvija i traži sve nove i bolje forme svoje organizacije.

Već ranije, pored postojanja centralne organizacije elektroprivrede, neki su rudnici posjedovali vlastite srednje moćne termoelektrane — Kostolac, Kolubara i kasnije rudnici lignita Kosovo.

Reorganizacijom i kvalitetnom promjenom u organizaciji elektroprivrednih poduzeća, za daljnju integraciju rudnika i termocentrala postoje još i bolji i realniji uvjeti.

Rudnici ugljena kao direktni proizvođači, s obzirom na niz objektivnih i subjektivnih razloga nisu u mogućnosti da reguliraju ravnomjernu proizvodnju zbog potrošača, i osiguraju plasman slabijih naslaga i sitnog ugljena.

Rad dijela termoelektrana nije stalan već se njihov rad usklađuje s radom hidroelektrana i

one ulaze u pogon prema određenom rasporedu, vodeći računa o stanju akumulacije vode, te potrošnje i ispada drugih objekata iz pogona.

Prekidi u proizvodnji odražavaju se i u isporuci ugljena od rudnika. Jedan znatan broj termoelektrana ne raspolaže s prostorom za uskladištenje ugljena. Neriješeno pitanje financiranja i kreditiranja stvorenih zaliha, još je jedan od razloga da svaki zastoj u radu termoelektrana uglavnom pada na teret rudnika.

Novom organizacijom elektroprivrede traže se i nova rješenja, jer su većina proizvodnih objekata električne energije postali samostalna poduzeća, koja se slobodno udružuju prema svojim interesima i regionalnoj podjeli.

Nameće se samo od sebe kao prirodno, da se takav jedan objekat na terenu udruži s proizvođačem njegove osnovne potrošne sirovine — rudnikom ugljena. Na taj bi se način postigla potpuna usklađenost u proizvodnji i potrošnji ugljena, a električna energija bi se predavala u jedinstveni elektroenergetski sistem, na osnovu jedinstvenog plana i ugovorene godišnje količine.

U ovako udruženom poduzeću vršilo bi se planiranje i investiranje u proširenje kapaciteta, udruženim snagama i udvostručenim sredstvima.

Na našem području postoji mogućnost udruživanja s poduzećem u izgradnji TE Plomin I, koja se termoelektrana podiže na planiranoj potrošnji raškog sitnog ugljena.

9. Osiguranje rada rudnika izvozom električne energije u susjedne zemlje

Danas u našoj republici i zemlji postoji nestašica električne energije. Rastu potrebe potrošnje električne energije, koje bez obzira na izgradnju novih kapaciteta, neće biti tako skoro zadovoljene. Srednjeročni plan to ne osigurava. Ali oskudica električne energije postoji i u drugim zemljama i stalno se povećava kao posljedica porasta industrijske i opće potrošnje. U takvoj situaciji teško je govoriti o izvozu električne energije. Izvoz i uvoz električne energije koji se vrši sa susjednim zemljama bolje je nazvati razmjena, jer to i jest. Sezonski, s obzirom na pojedine sisteme prebacuju se određene količine električne energije između susjednih zemalja (Jugoslavija, Austrija, Italija), te se na kraju kalendarske godine vrše bilanciranja. Postoji međutim mogućnost rješenja plasmana ugljena za Rašu i osiguranje kontinuiteta rada rudnika kroz izvoz električne energije u susjedne zemlje (Italija, Austrija), s obzirom na povoljan položaj.

Novi uvjeti privređivanja sužavaju mogućnosti plasmana raškog ugljena izvan područja, te traže njegovu potrošnju na licu mjesta.

Ograničena vlastita investiciona sredstva u zemlji onemogućuju brzu realizaciju takvog potrošača. Postavlja se pitanje, da li se u takvim uvjetima, u cilju održanja rudnika i neprodavanja ugljena u inozemstvo po nižim cijenama, može ići na aranžmane s nacionaliziranim poduzećima za proizvodnju električne energije u susjednim zemljama i njihovom učešću u ulaganja za izgradnju i proširenje termocentrala.

Vraćanje sredstava i anuiteta vršilo bi se kroz izvoz električne energije. Ugovorima bi se moglo osigurati da to vraćanje ne bude u punom obimu kapaciteta i proizvodnje nove termocentrale, te bi na taj način vlastita privreda u zemlji mogla koristiti dio proizvedene električne energije. Za ovakav način rješenja treba najprije osigurati partnera, a onda riješiti ostala pitanja koja proističu iz naših zakonskih propisa.

Zaključak

— Kameni ugljen će i dalje biti značajan faktor u proizvodnji energije u republici i zemlji.
— Raški ugljen treba da zadrži svoje mjesto i izgradnjom termoelektrana na svom području dobije sigurnog potrošača.
— Integracija rudnika i termoelektrane treba da bude korak koji će osigurati ekonomsku sigurnost rudniku.
— Ugljen u konkurenciji sa naftom ima svoje mjesto s obzirom na deficitarnost domaće proizvodnje nafte i značaj za nacionalnu privredu.
— Dovršiti i nadopuniti započeta ispitivanja o mogućnosti kemijske prerade raškog ugljena.
— Razmotriti mogućnost osiguranja stranog partnera za ulaganja u proširenja termoelektrane u slučaju nedostatka domaćih sredstava.

Literatura

1. *Problematika stanja i perspektivnog razvoja rudnika ugljena Hrvatske* Zagreb 1965 (materijali za savjetovanje).
2. *Upotreba niskokaloričnih ugljena u proizvodnji metalurškog koksa i drugih goriva.* Međunarodni simpozij, 1966. Tuzla.
3. *Savjetovanje jugoslavenskih naftaša,* 1965 Zagreb (plenarni referati i sadržaji referata u sekcijama).
4. *Energiewirtschaft und Energiepolitik in Gegenwart und Zukunft,* H. Schmidt, BWK, 1965 No 10, S 505. (Internationale Tagung der Sozialakademie Dortmund von 2. bis. 7. Juli 1965.)

Naslov pisca: Jugoslav Bulat, dipl. rud. ing., Istarski ugljenokopi, Raša, Labin

AUTOMATSKI PONOVNI UKLOP (APU) NA SREDNJEDALMATINSKIM OTOCIMA

Ante Franušić, Split

Članak obrađuje pogonska iskustva prije i poslije uvođenja automatskog tropolnog uklopa na radijalnoj vezi 30 kV koja međusobno povezuje tri najveća otoka srednje Dalmacije (Brač — Hvar — Vis).

DK 621.316.3

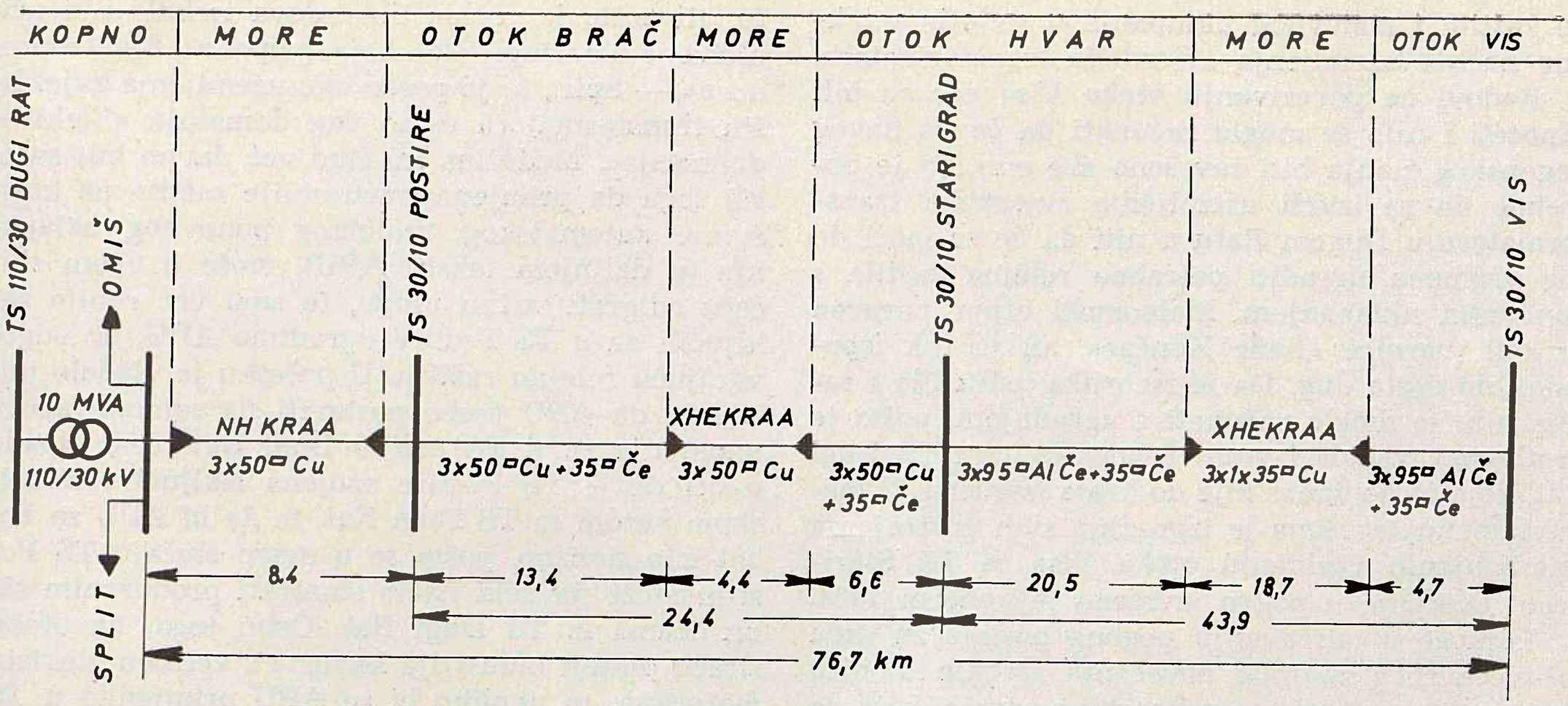
Koncem 1964. puštena su u pogon postrojenja izgrađena u svrhu spajanja otoka Visa s energetskim sistemom kopna. Na taj je način bila završena i posljednja etapa međusobnog povezivanja triju najvećih srednjedalmatinskih otoka s kopnom, od kojih je otok Brač ovu vezu dobio već 1955, a otok Hvar četiri godine kasnije tj. 1959. Čitav potez od kopna do otoka Visa izveden je kombiniranim kabelskim i zračnim vodovima na način kako je to shematski prikazano na slici 1, a geografski na slici 2.

Transformatorska stanica 30/10 Postire nalazi se na otoku Braču i njena instalirana snaga iznosi 2.5 + 2.14 MVA, zatim u nizu slijedi TS 30/10 Starigrad na otoku Hvaru s transformacijom od 2.14 MVA i posljednja TS 30/10 Vis s jednim transformatorom od 1.6 MVA. Osnovni podaci međuveza također su navedeni u slici 1.

TS 110/30 Dugi Rat na kopnu sa svojim transformatorom od 10 MVA predstavlja napojnu tačku za ovu prekomorsku vezu na naponskom nivou 30 kV. Osim toga ona snabdijeva omiški bazen u blizini Dugog Rata, dok jedna rezervna veza 30 kV ide do TS 30/10 Dujmovača u Splitu. Zvjezdište transformatora u TS Dugi Rat izolirano je na strani 30 kV. — Do 1959. tj. prije međusobnog povezivanja otoka Hvara s Bračom nije bilo većih teškoća u održavanju pogona. Istina, kako se iz slike 1 vidi, duga kabelska veza do otoka Brača uvjetovala je prilično visoku dozemnu kapacitivnu struju koja je kod dozemnog spoja bila veća od 30 A. Međutim, zbog male dužine nadzemnih vodova na kopnu (manje od 20 km) i njihove minimalne izloženosti atmosferskom pražnjenju, pogon je bio veoma stabilan. Pri tome se, naravno, misli na postrojenja 30 kV. Ovakova situacija trajala je dok otok Hvar nije bio povezan s otokom Bračom.

Tada je prekomorska veza kopno — Brač produžena do TS 30/10 Starigrad i to sa dvije dionice nadzemnog voda od kojih jedna na otoku Braču, a druga na Hvaru i kabelskom međuvezom preko mora (vidi sl. 1). Prva pogonska iskustva s ovakvim stanjem mreže bila su vrlo neugodna. Odmah u početku javljaju se česti proboji izolatora na zračnim dionicama veze Brač — Hvar. Razloga za učestale proboje izolatora bilo je više. Jedan od bitnih, za ovakvu situaciju, ležao je u trasi dionice nadzemnog voda na otoku Braču, koja po širini presjeca otok, prolazeći većim svojim dijelom preko visoravni čija je nadmorska visina iznad 700 m, a na kojoj lokalni meteorološko-topografski uvjeti pogoduju atmosferskom pražnjenju u periodu vremenskih nepogoda. Istina, na čitavoj trasi dalekovoda postoji zaštitno uže, ali zbog vrlo nepovoljnog i kamenitog terena u kome su postavljeni stupovi (željeznorešetkasti), nije se mogao postići takav prelazni otpor uzemljenja stupova koji bi spriječio povratne preskoke na vodu, a što je inače i u uvjetima boljeg terena vrlo teško ostvariti na naponskom nivou 30 kV, a da bi ekonomski bilo podnošljivo.

Na ovakvo stanje nadovezuje se i dozemna kapacitivna struja, koja je nakon priključenja otoka Hvara, posebno doprinosom kapaciteta prekomorske veze, sada već narasla kod zemljospoja na 50 A. Kod tako visoke dozemne struje većina povratnih preskoka nastalih kao posljedica atmosferskih pražnjenja izaziva na izolatorima električni luk, koji se ne može više ugasiti. Pojava luka između jednog faznog vodiča i zemlje, često se pretvara u višepolni kratki spoj te dolazi do aktiviranja zaštitnih uređaja. Kod ovoga je potrebno spomenuti jedan neobičan slučaj. Naime, dozemna kapacitivna struja veća je od pogonske struje opterećenja tako da je i dozemne spojeve isključivala zaštita. Pošto se radilo isključivo o sekundarnoj prekostrujnoj neovisnoj zaštiti u dvofaznoj izvedbi i ona je bila primijenjena na čitavom potezu (izuzev u TS 110/30 Dugi Rat u kojoj je ugrađen distantni rele »Siemens« tip RK 4a). Plan stepenovanja zahtijevao je vremensko udešenje od 1.5 sek. na dalekovodnom polju Starigrad u TS 30/10 Postire. Prema tome smetnje na vodu otklanjane su s relativno dugim vremenom, koje je bilo još duže kada je pogođena zemljospojem ona faza bez releja, te je u tom slučaju dolazilo do aktiviranja zadnjeg stupnja distantne zaštite u TS Dugi Rat, čije je vrijeme 2 sek. Kod jednopolnih smetnja s pojavom luka, u vremenskom intervalu do isključenja zaštite, nastajali su opasni tranzitni prenaponi izazvani paljenjem i gašenjem luka na premoštenoj stazi. Posljedice toga ugrožavale su postrojenje uvjetujući tako duge pogonske zastoje, koji su često bili i duži nego što je potrebno, zbog loših i neprikladnih telefonskih veza. Osim toga, luk je svojim termičkim djelovanjem oštećivao glazure na izolatorima (izolatori K3 bez zaštitne armature), te ukoliko odmah ne bi došlo do proboja, oštećeni izolatori predstavljali su mjesta oslabljene izolacije na vodu, čija je razina pogotovo bila snižena u odnosu na udarnu naponsku izdržljivost, te je prije ili kasnije dolazilo do proboja takovih izolatora i kod relativno nižih prenapona. Osim navedenih okolnosti javljaju se teškoće i sa taloženjem morske soli na izolatorima koja kod određenih meteoroloških uvjeta vrlo mnogo smanjuje nivo izolacije. Treba napomenuti



Slika 1

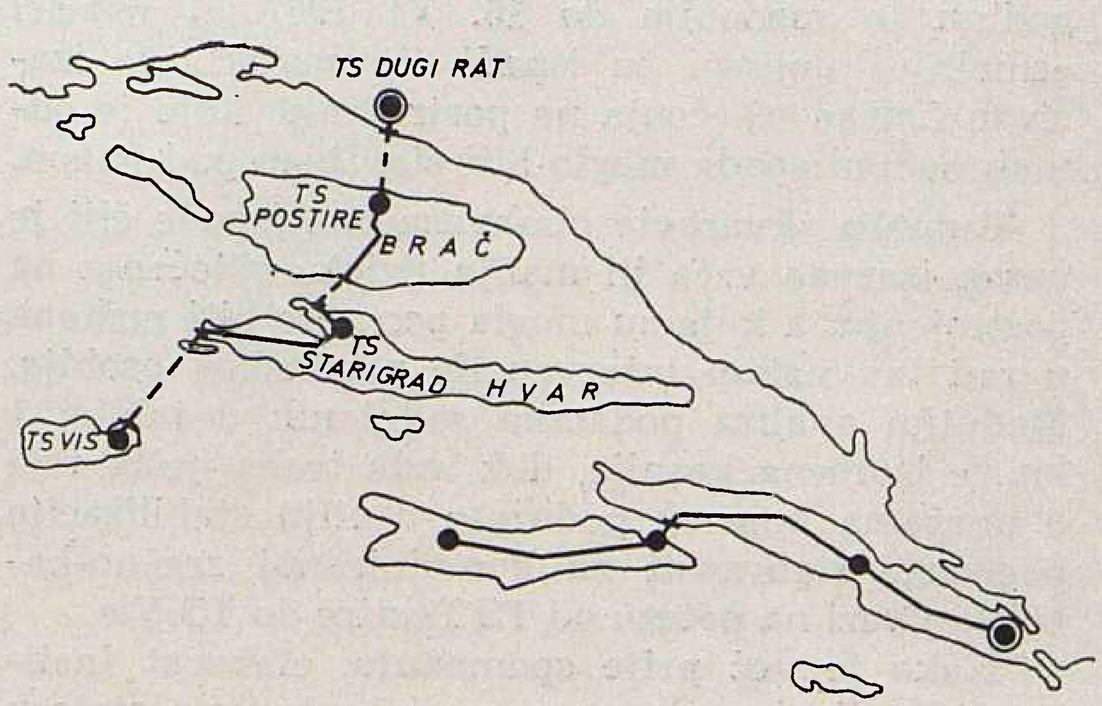
da su u razdoblju od 1959. do 1964. nastala 4 proboja kabelske glave u TS Postire i to na završetku prekomorske veze kopno — Brač, što je svakako bila posljedica prenaponskih pojava koje su dolazile sa strane zračnog dijela dionice na otoku Braču.

Pošto su bile uočene sve prije opisane pojave, za što je trebalo da prođe duže vremensko razdoblje, odlučili smo da poduzmemo potrebno kako bi poboljšali pogonske karakteristike tih kritičnih zračnih dionica na oba otoka, od kojih je ona na otoku Braču bila više u pitanju, a znatno je i duža od one na Hvaru.

Osnovna izolacija obih zračnih dionica sastoji se od 2 komada izolatora K3 bez zaštitne armature (rogova). Zbog toga naš prvi zahvat bio je usmjeren na opremanje najkritičnijih dionica voda zaštitnim armaturama i to na dijelovima za koje je iskustvo pokazalo da su najviše ugrožene. Nakon ove mjere, stanje u pogledu oštećenja izolatora znatno se poboljšalo, ali time naravno problem nije mogao biti riješen do kraja.

Poslije ovoga počeli smo se baviti mišlju o mogućnosti kompenzacije visoke dozemne kapacitivne struje i to pomoću prigušnice. U tom cilju poduzete su i mjere, te je u Split dopremljena jedna stara prigušnica tvrtke AEG, koja je ranije bila postavljena u zagrebačkoj termoelektrani. Predviđalo se da prigušnica bude ugrađena u zvjezdište transformatora na strani 30 kV u TS 110/30 Dugi Rat. Međutim ova zamisao nije se uspjela ostvariti pošto je u to vrijeme postalo aktuelno pitanje međusobnog povezivanja otoka Visa s Hvarom (1962.) i to opet naravno prekomorskom kabelskom vezom. Doduše, bili su u alternaciji naponi 30 i 10 kV, ali ideja o vezi 10 kV bila je brzo napuštena. Jasno je bilo da će kabelska veza 30 kV u tolikoj mjeri povećati dozemnu kapacitivnu struju da bi prigušnica, čija je regulacija u stepenima od 22 do 50 A, bila i suviše nedovoljna za pogonsko stanje u kome će dozemna kapacitivna struja narasti na cca 100 A. Zbog toga je zamisao o kompenzaciji bila definitivno napuštena. Kada je pala konačna odluka o načinu priključenja otoka Visa, bili smo svjesni da će takav priključak još više pogoršati pogonsku sigurnost napajanja srednjedalmatinskih otoka.

Takova situacija zahtijevala je čim prije potrebu definiranja zvjezdišta na izvoru ovog sistema 30 kV. Zbog toga je posao oko pronalaženja optimalnog tehničkog rješenja, kojih inače u alternaciji ima više, povjeren Institutu za elektroprivredu u Zagrebu. Čitav taj problem shvaćen je ozbiljno i na koncu je izrađen elaborat pod naslovom »Rješenje uzemljenja zvjezdišta u transformatorskim stanicama 110/30 (35) kV (Konkretna primjena na TS 110/30 Dugi Rat)«. Elaborat je obradio uporedno sve mogućnosti uzemljenja zvjezdišta, dajući konačno prednost uzemljenju preko rezistencije dimenzionirane tako da jednopolnu struju kratkog spoja ograniči u najnepovoljnijem slučaju na 300 A. Elaborat sadrži i posebni prilog koji tretira pitanje primjene odgovarajuće relej-



Slika 2

ne zaštite i ponovnog uklapanja u uvjetima takvog načina uzemljenja zvjezdišta transformatora.

Radovi na povezivanju otoka Visa već su bili započeti i nije se moglo računati da će do novog pogonskog stanja biti završeno sve ono što je potrebno da se izvrši uzemljenje zvjezdišta transformatora u Dugom Ratu a niti da će se moći do tog vremena ugraditi potrebna relejna zaštita s ponovnim uklapanjem. Maloomski otpor naručen je kod tvornice »Rade Končar«, ali je rok isporuke bio dosta dug. Da je isporuka uslijedila i ranije nije se moglo računati s ugradnjom, pošto je prethodno trebalo izvršiti rekonstrukciju TS Dugi Rat, koja ni do danas nije do kraja izvršena. U međuvremenu završena je izgradnja svih postrojenja namijenjenih vezivanju otoka Visa sa TS Starigrad. Puštanje u pogon izvršeno je koncem 1964.

Teškoće u održavanju pogona postale su sada još veće zbog znatnog povećanja zračnih dionica dalekovoda i visoke zemljospojne struje koja je porasla na cca 100 A, te velike izloženosti zračne dionice dalekovoda na otoku Braču, a djelomično i Hvaru, kao i sezonskog taloženja morske soli na izolatore. Radi dobivanja uvida u pogonska zbivanja nakon priključenja otoka Visa, dan je u tablici 1 prikaz o broju smetnji i trajnim kvarovima na dionici od TS Postire do TS Vis i to po mjesecima.

Tablica 1

Mjesec	Broj polaznih smetnji i trajnih kvarova					
	1965.		1966.		1967.	
	prolazni	trajni	prolazni	trajni	prolazni	trajni
I	4	2	6	2	1	1
II	6	1	—	—	—	—
III	2	—	—	—	1	1
IV	6	2	2	3	—	—
V	3	—	1	—	—	1
VI	3	—	1	—	—	—
VII	4	1	3	2	—	—
VIII	3	1	1	—	—	—
IX	3	1	2	1	—	—
X	—	1	3	—	—	—
XI	5	—	1	1	—	—
XII	5	1	—	—	—	—
Ukupno:	44	10	20	9	2	3

Ovo razdoblje obuhvaća čitavu 1965. i 1966. godinu te razdoblje do 15. VI 1967. U rubrici »smetnje« uneseni su ispadi čiji uzrok nije izazivao fizička oštećenja na postrojenju, koje je odmah nakon ispada moglo biti stavljeno pod napon.

Rubrika »kvarovi« obuhvaća one ispade čiji je uzrok izazvao veća ili manja fizička oštećenja na postrojenju, a koja su mogla ponovno biti puštena u rad tek nakon intervencije pogonskog osoblja. Međutim analiza podataka sadržanih u tablici 1 bit će izvršena kasnije, dok sada treba nešto reći o mjerama koje su poduzete u cilju stabilizacije pogonske sigurnosti na kombiniranoj zračno-kabelskoj vezi na potezu od TS Postire do TS Vis.

Kako je već prije spomenuto, elaborat Instituta obradio je uglavnom sva pitanja koja stoje u tijesnoj vezi sa poboljšanjem uvjeta rada ove mreže, ali pošto je većina tih radova trebala biti učinjena u TS Dugi Rat, koja pripada »Elektroprenosu« — Split, to je posao oko uzemljenja zvjezdišta transformatora ostao van domašaja »Elektrodalmacije«. Međutim, mi smo već davno bili svjesni toga da primjena kvalitetnije zaštite uz korištenje automatskog tropolnog ponovnog uklapanja (u daljnjem tekstu APU), može u ovom slučaju odigrati važnu ulogu, te smo već ranije zaključili da u TS Postire ugradimo APU, uz odgovarajuću relejnu zaštitu. U početku je vladalo mišljenje da APU treba postaviti na samom izvoru napajanja tj. u TS 110/30 Dugi Rat. Ipak upada u oči da je TS Postire spojena isključivo kabelskom vezom sa TS Dugi Rat, te da bi APU za kabel bilo suvišno, pošto se u ovom slučaju TS Postire može na neki način smatrati produženim sabirnicama iz TS Dugi Rat. Osim toga, na otoku Braču postoji industrija kamena s velikim elektromotorima, te ukoliko bi se APU primjenilo u TS Dugi Rat, trebalo je pribjeći dodatnim mjerama kod takovih potrošača (zadržavanje elektromagnetskih sklopki u beznaponskoj pauzi itd.). Daljnji razlog za primjenu APU u TS Postire bio je taj što će takova automatika služiti isključivo postrojenjima »Elektrodalmacije«, te je normalno da se nalazi u njenom objektu, kad i onako svi tehnički razlozi upućuju na takovu lokaciju. Zbog toga je TS Postire definitivno određena za APU, te je u skladu s tim učinjeno slijedeće:

1. Na vodnom polju Starigrad zamijenjena je postojeća hidromatska sklopka s malouljnom sklopkom »Energoinvest« tip HPR 7/9, 35 kV 630 A, 500 MVA i elektromotornim pogonom tip BNR 2M, 220 V, 50 Hz.
2. Napajanje motora vrši se iz transformatora vlastite potrošnje u TS Postire, a što je jedino i bilo moguće pošto je pomoćni istosmjerni napon u stanici 24 V prenizak za elektromotorni pogon sklopke.
3. Ponovnim uklapanjem obuhvaćene su višepolne i jednopolne smetnje. Višepolne isključuje distantni relej »BBC« tip LG1 sa produženim osnovnim stepenom za čitav potez od TS Postire do prelaza nadzemnog voda u kabel za Vis, dok se u beznaponskoj pauzi vrši prekapčanje osnovnog stepena na 85% dionice TS Postire — TS Starigrad, a ostatak od 15% štićen je drugim odnosno konačnim stepenom distantne zaštite. U TS Starigrad na vodnom polju Vis ugrađen je za višepolne smetnje nadstrujni sekundarni relej »Iskra« tip RI3, čije je vrijeme niže od drugog stepena distantne zaštite u TS Postire. Na taj način osigurana je puna selektivnost kao i isključenje višepolnih smetnji u osnovnom stepenu distantne zaštite (0.12 sek) na gotovo svim zračnim dionicama izuzev onog kraćeg dijela na otoku Visu (vidi sl. 1) što nije bilo moguće zbog velike dužine kabela do Visa, te velike razlike u karakteru konstanti vod — kabel.

Za isključenje jednopolnih smetnji upotrebljen je u TS Postire vatmetarski relej »Iskra« tip RS2 b u spoju sin-fi, polariziran s nultom komponentom struje i napona. Ovdje je bila nužna primjena takovog releja zbog visoke zemljospojne struje, koja bi u slučaju neusmjerenog releja mogla izazvati neselektivne ispade kod dozemnih spojeva na drugim dijelovima mreže. Isti takav relej postavljen je u TS Starigrad i oba su vremenski stepenovana zbog selektivnih ispada kod nastupa trajnog kvara. Inače relej RS2b ugrađen u TS Postire vrši isključenje svih jednopolnih smetnji na čitavom potezu od Postira do Visa i to bez vremenskog zatezanja, a koje nastupa tek u beznaponskoj pauzi sa jednim vremenskim stepenom više nego u TS Starigrad. Za vremensko stepenovanje zemljospojne zaštite korišteni su vremenski releji »Iskra« tip CRm10a, 110 V, 50 Hz, a koji su priključeni na otvoreni trokut naponskih transformatora 30/0.1 kV i to preko međutransformatora s prenosnim odnosom 100/120—200 V. Ovo je bilo potrebno zbog toga da se u svim slučajevima dozemnog spoja osigura dovoljno visok napon za rad sinhronog motora u releju.
Ovakvom kombinacijom relejne zaštite postigao se osnovni cilj: sve smetnje na postrojenju isključuju se najkraćim vremenom, dok je u slučaju definitivnih ispada osigurana puna selektivnost za sve vrste kvarova.

4. Za beznaponsku pauzu određeno je vrijeme od 0.4 sekunde.
5. Bilo je predviđeno da se za brzo tropolno ponovno uklapanje upotrijebi relej »Iskra« tip RU55, ali pošto je u međuvremenu obustavljena proizvodnja ovog releja, nabavili smo odgovarajući relej »Siemens« tip R9H480 za pomoćni istosmjerni napon 220 V. Pošto takav napon nismo imali na raspolaganju, to smo ga osigurali tako da je napon 100 V iz mjernog transformatora podignut preko međutransformatora na 220 V, te je na njega priključen kondenzatorski isklopni uređaj »Iskra« tip NC200, a iz njega smo dobili potreban istosmjerni napon.
6. Prekapčanje distantnog releja s produženog na normalni zaštitni opseg, postignuto je sa 3 jednofazna auto-transformatora čiji se napon može regulirati u stepenima od po jedan volt u području od 0 do 110 V. Na taj način su naponske grane distantnog releja dobivale različite napone prije i poslije ponovnog uklopa, a time se je mijenjao i domet mjerenja određene komponente otpora u releju.

Nakon što je sve montirano i ispitano, čitav slog je stavljen u pogon dne 27. X 1966. Od tog dana pa do 15. VI 1967. registrirana su na brojaču 63 ponovna uklopa. U tablici 2 dan je pregled ponovnih uklapanja za taj period po mjesecima.

Tablica 2

Vrst ponovnih uklopa	Broj ponovnih uklopa po mjesecima u razdoblju od 27. X 66. do 15. VI 67.									Ukupno	Procent.
	1966.			1967.							
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI		
Uspješni	5	26	—	—	—	5	—	2	18	56	89
Neuspješni	—	—	—	2	—	2	—	1	—	7	11

Ponovna uklapanja razdijeljena su u dvije kategorije i to »uspješna« i »neuspješna«. Kao uspješno ponovno uklapanje smatra se ono kada sklopka radi u ciklusu: »isključenje — beznaponska pauza (0.4 sek.) — ponovno uključenje«. U tom slučaju potrošači gotovo i ne osjete tako kratki interval prekida pošto je pogon normalno nastavljen. Neuspješno ponovno uklapanje je ono kad sklopka s radnim ciklusom »isključenje — beznaponska pauza — uključenje — isključenje« definitivno ostaje isključena. Kako se iz tablice 2 vidi, bilo je ukupno 56 uspješnih i 7 neuspješnih ponovnih uklapanja, što procentualno daje odnos 89 : 11% u korist uspješnih uključenja. Ovo se u svakom slučaju može smatrati vrlo povoljnim omjerom, koji stoji u granicama rezultata dobivenih u drugim zemljama. Međutim, neuspješno ponovno uklapanje može se opet svrstati u dvije grupe; prvu kada je na štićenom dijelu postrojenja došlo do fizičkih oštećenja pa je potrebna intervencija pogonskog osoblja i drugu kada nije nastupilo oštećenje postrojenja, te se je nakon ponovnog uključenja poslije nekoliko minuta pogon mogao normalno nastaviti. Od 7 neuspješnih ponovnih uklopa 4 pripadaju prvoj, a 3 drugoj grupi.

Na bazi dobivenih rezultata bilo bi svakako korisno izračunati za koliko su umanjeni pogonski zastoji za dano razdoblje nakon uvođenja APU u odnosu na raniju situaciju, kao i odrediti u kojem vremenu se mogu amortizirati uložena sredstva utrošena za ugradnju APU. Premda bi takova analiza pružila više uvida u ekonomski aspekt ovog pitanja, ipak u ovom slučaju to nije učinjeno, pošto smatramo da je suviše kratko vrijeme praćenja, te se rezultati koji bi se dobili ne bi mogli smatrati dovoljno pouzdanima. Osim toga, svrha članka nije ni bila da obrađuje ovo pitanje s ekonomskog stanovišta, već da posluži kao informacija čisto tehničkog karaktera. Usprkos toga nameće se potreba vršenja nekih nužnih uspoređenja kako bi se na neki način ipak dobio uvid u korisnost primjene APU. Za ta uspoređenja uzet je u obzir samo broj ispada za razdoblje sa i bez APU. Radi toga vratit ćemo se ponovno na tablicu 1. Vidimo da su u toku 1965. na ovom postrojenju bile 44 prolazne smetnje i 10 kvarova, dok je taj broj u 1966. nešto opao i to pogotovo prolazne smetnje, dok su u prvoj polovini 1967. tj. do 15. VI bile 2 prolazne smetnje i 3 kvara.

Uspoređujući ovako broj ispada sa i bez APU vidimo da je nakon postavljanja APU situacija znatno povoljnija iako se podaci za 1967. odnose na samo jedno polugodište. Međutim kada se uzme

u obzir da period praćenja obuhvaća vrijeme kad nastaju sezonske nepogode, kojih je u tom razdoblju bilo neobično mnogo na što svakako ukazuje i broj od 63 ponovna uklopa, onda još više dolazi do izražaja napredak koji je tom mjerom učinjen u smislu pogonske sigurnosti. Istina, podaci o broju grmljavinskih dana na tom području u periodu vršenja ovih uspoređenja, vrijednije bi reprezentirali naše konstatacije, ali na žalost takovim podacima nismo raspolagali. Treba svakako napomenuti da od 7 neuspješnih ponovnih uklapanja 3 spadaju u kategoriju prolaznih smetnji, pošto je nekoliko minuta nakon tih ispada pogon ponovno normalno nastavljen. Prema tome ukupna bilanca biva još bolja. Osim toga, potvrđeno je da prvi ponovni uklop tj. jedna beznaponska pauza eliminira najveći broj prolaznih smetnji, dok bi eventualnom primjenom dvostepenog APU tj. sa jednom kraćom i jednom dužom uzastopnom beznaponskom pauzom, u drugoj pauzi bio uklonjen samo manji broj smetnji. Neka inozemna iskustva govore da od 100% ukupnog broja uspješnih ponovnih uklapanja u prosjeku 80% otpada na prvu beznaponsku pauzu, a svega 20% na drugu. Ako bi taj odnos htjeli primijeniti u našem primjeru, taj bi stajao 56 : 3, dakle još povoljnije.

Upravo ovakva iskustva već su ranije ukazala da se ne isplati upotreba dvostepenog APU, pošto ovakva primjena znatno komplicira i poskupljuje sam uređaj, dok se istovremeno postavljaju veći zahtjevi i na sklopku, a sama efikasnost drugog stepena jedva je evidentna. Upravo iz tih razloga pogotovo u srednjonaponskoj mreži danas je u primjeni APU sa samo jednom beznaponskom pauzom.

Uvođenje APU na ovo postrojenje nije zahtijevalo nikakove dopunske mjere kod potrošača, budući da je njihova struktura bila vrlo povoljna. Na otoku Hvaru i Visu nema veće industrije prema tome ni snažnih elektromotornih pogona, kod kojih bi bile potrebne posebne mjere da u beznaponskoj pauzi ne bi ispali iz mreže.

Na koncu treba još reći nekoliko riječi o samoj sklopci. Kako je najveći broj smetnji na nadzemnim vodovima jednopolnog karaktera koje u našem slučaju zaštitni uređaji isključuju, smatrali smo da će sklopka biti u stanju izvršiti bez izmjene ulja veći broj isključenja, nego što je slučaj kod višepolnih smetnji sa visokim strujama kratkog spoja. Osim toga, odabrana je sklopka sa većom nominalnom strujom i rasklopnom snagom nego što bi to možda trebalo s obzirom na stanje u mreži. Uzimajući u obzir da proizvođač sklopke propisuje izmjenu ulja poslije 6 isključenja struje kratkog spoja, smatrali smo da nećemo ugroziti proces prekidanja, ako dopustimo da sklopka izvrši još više isključenja, pogotovo, što je bilo očekivati, da će pretežno biti isključivane jednopolne smetnje. U svakom slučaju teško je bilo naći pravi kriterij za izmjenu ulja, jer brojač ponovnih uklopa registrira samo broj izvršenih uključenja, a da pri tome ne može razlikovati kakova je bila smetnja, pošto se kod uspješnih ponovnih uklopa ne vrši nikakova signalizacija. Osim toga bilo je također neizvjesno do koje mjere mogu nastupiti pogonski prenaponi izazvani gašenjem luka u sklopci. Kada su svi navedeni faktori bili uzeti u obzir, odlučili smo sasvim proizvoljno dopustiti 30 isključenja bez izmjene ulja. Sticajem okolnosti dogodilo se da je sklopka isključila 45 puta bez izmjene ulja. Kada smo nakon toga ispustili ulje iz sklopke ustanovili smo da je ono u sva 3 pola dosta i podjednako nagoreno, dok je stanje kontakata i fiksnih i pomičnih bilo zadovoljavajuće. Poslije ovoga nismo mogli ipak zaključiti tj. odrediti nakon koliko ponovnih uklopa treba izvršiti izmjenu ulja. Međutim ostaje činjenica da su kontakti bili u dobrom stanju, te prema tome vjerujemo da i nakon 45 ponovnih uklopa nije dolazila u pitanje uspješnost gašenja luka u sklopci.

Da bi došli do još pouzdanijih zaključaka o ovom pitanju, ponovno smo izvršili izmjenu ulja nakon 18 ponovnih uklopa. Ispušteno ulje gotovo da je bilo jednako nagoreno kao i prvi put, a i stanje kontakata također slično kao ranije. Budući da sada ne postoji takova mogućnost registracije, koja dopušta utvrditi posebno broj jednopolnih i posebno broj višepolnih smetnji, i dalje ostaje otvoreno pitanje kada izvršiti izmjenu ulja. Ovo ćemo pokušati riješiti ugradnjom dvaju brojača od kojih će jedan registrirati svako proradivanje zaštite za jednopolne, a drugi za višepolne smetnje. Na taj način ćemo dobiti tačnu sliku o broju i vrstama smetnji koje sklopka isključi, a na osnovu toga bit će stvoren kriterij za izmjenu ulja i reviziju sklopke. Do tada odlučili smo vršiti zamjenu ulja i kontrolne preglede kontakata nakon svakih 20 isključenja.

Zaključak

a) Dosadašnja iskustva sa APU u kombinaciji sa prije opisanim zaštitnim uređajima iako u relativno kratkom vremenu, potvrđuju uspješnost njihove primjene u praksi.

b) Upotreba vatmetarskih releja za isključenje jednopolnih smetnji omogućuje isključenje na čitavoj trasi sa najkraćim mogućim vremenom, što je neobično važno pošto se time preventivno eliminiraju sve one posljedice izazvane električnim lukom na premoštenoj stazi. Kod trajnih kvarova vremensko stepenovanje ove zaštite omogućava punu selektivnost (TS Postire 0.8 sek, TS Starigrad 0.4 sek). Naša predviđanja u tom smislu praksa je potpuno potvrdila.

c) Uvođenjem APU smatramo da problem pogonske sigurnosti na dotičnim postrojenjima nije riješen do kraja. Istina, to predstavlja veliki napredak u odnosu na ranije stanje, ali teškoća u konkretnom slučaju još ima kao npr. problem taloženja morske soli na izolatorima u nekim periodima godine isto tako otežava pogonsku situaciju, pogotovo u određenim meteorološkim uvjetima. U ta-

PILOTSKE VEZE ZA ZAŠTITU I NEKA ISKUSTVA SA KORIŠTENJEM TIH VEZA U SLOVENIJI

Rasto Močnik, Ljubljana

Navedeni su razlozi zbog kojih se uvode pilotske veze, uvjeti za njihovo izvođenje, kao i prednosti i mane takvih veza. Opisana je ukratko izvedba pilotskih veza u Sloveniji telefonskim i signalnim kabelima.

DK 621.398

Porast izgradnje elektroenergetskih mreža doveo je do zgušćivanja mreže, smanjivanja dužina prenosnih dalekovoda, primjene kabela i do potrebe za traženjem racionalnijih rješenja priključka proizvodnih jedinica i velikih potrošača na prenosnu mrežu. Sve to u mnogim slučajevima stavlja naročite zahtjeve na zaštitu mreže, koje nije moguće ispuniti uobičajenim sredstvima, a kojima je moguće udovoljiti jedino uvođenjem pilotskih veza za zaštitu. Pilotska veza predstavlja fizičku (ili drugu) pomoćnu vezu između oba kraja štićenog dalekovoda, koja služi za prenošenje zaštitnih signala između oba releja dotičnog dalekovoda. Obično koristimo kao pomoćnu vezu signalne ili telefonske kabele (tj. fizičke vodove), visokofrekventnu vezu preko dalekovoda visokog napona i rjeđe UKV-vezu.

Potreba za uvođenjem pilotskih veza javlja se uglavnom u slijedećim slučajevima:

— Zbog poboljšanja stupnjevanja distantne zaštite u slučaju jako različitih dužina vodova ili posebne konfiguracije mreže (vrlo kratak vod između dugih vodova), gdje se uvođenjem pilotske veze na kratkom vodu postiže zaštita čitave dužine tog voda s prvim stupnjem distantne zaštite, a što olakšava stupnjevanje susjednih distantnih releja,
— zbog uvođenja ponovnog ukapčanja u kruto uzemljenim mrežama, koje se može usavršiti upotrebnom pilotske veze, čime se postiže isključenje svih trajnih kvarova na čitavoj dužini voda u vremenu prvog distantnog stupnja i kod kvara i kod slijedećeg ponovnog uključenja, što nije slučaj kod uobičajenog načina sa trajnim produženjem prvog stupnja,
— zbog skraćivanja vremena isključenja zaštite u čitavoj mreži na vrijeme prvog distantnog stupnja, što nije izvedivo običnom distantnom zaštitom bez pilotske veze, a koje se može zahtijevati npr. radi poboljšanja stabiliteta, povećanja dozvoljenih napona dodira i koraka u nepovoljnim uvjetima uzemljenja i sl.,
— radi smanjivanja troškova izgradnje ili drugih okolnosti (npr. ušteda sklopke kod konzumatora ili proizvodne jedinice u slučaju kada je taj priključen na mrežu preko vrlo kratkog dalekovoda — obično oko 10 km ili manje, odnosno nedostatka prostora, npr. kod transformatora u gradovima),
— konačno možemo ovamo ubrojiti i razne izvedbe diferencijalnih zaštita vrlo kratkih dalekovoda ili transformatora u bloku sa kratkim DV.

Izvođenje pilotskih veza

Tehnički uvjeti

Postoji opasnost, da korisnici odnosno projektanti kod uvođenja pilotskih veza ne uvažuju u dovoljnoj mjeri specifične zahtjeve zaštite, nego izvode te veze po kriterijima, koji važe za daljinsko upravljanje. Stoga neće biti na odmet navesti tehničke zahtjeve, kojima moraju udovoljiti pilotske veze za zaštitne svrhe.

Prvi preduvjet je apsolutna (100%) sigurnost tih veza u pogonu i to čak u najtežim uvjetima. Taj je zahtjev razumljiv, ako imamo pred očima činjenicu, da se radi o zaštiti mreže, od koje tražimo besprijekoran rad, jer može svaki nedostatak izazvati teške posljedice za pogon mreže i za opskrbu potrošača električnom energijom. Taj je

---

kvim slučajevima APU može malo pomoći, pošto su za to potrebne druge mjere (povećanje osnovne izolacije uz odgovarajući razmak iskrišta, silikonske masti itd.).

d) Prenaponske pojave nakon uvođenja APU nisu nam zadavale neke posebne teškoće iako je zvjezdište transformatora na strani 30 kV i dalje ostalo neuzemljeno. Zbog toga će biti interesantno utvrditi kakove će razlike nastupiti poslije ugradnje rezistancije u zvjezdište transformatora u TS Dugi Rat. Kad se to izvede ne predviđamo bilo kakove izmjene u relejnoj zaštiti na našim postrojenjima. Jedina promjena mogla bi eventualno nastati kod vatmetarskih releja koji se u tom slučaju mogu vezati u spoju cos-fi.

c) Treba nastaviti praćenjem ovakove vrste pogona, kako bi nakon dužeg vremenskog razdoblja došli u posjed velikog broja podataka važnih da se stvore konačni zaključci. Posebno će to biti važno nakon uzemljenja zvjezdišta transformatora, jer na koncu možda ćemo se moći upitati da li je u svim slučajevima neophodno riješiti uzemljenje na taj način.

Naslov pisca: Ante Franušić, »Elektrodalmacija«, Split, Radničko šetalište 40.

zahtjev tim teže ispuniti, jer mora pilotska veza funkcionirati baš u trenutku kvara na mreži, tj. u trenutku, kada je obično ispostavljena utjecajima smetnji sa strane postrojenja visokog napona, a koje mogu prouzrokovati bilo pogrešan rad, bilo zatajenje djelovanja pilotskih veza.

Drugi preduvjet je velika brzina djelovanja tih veza; u tom pogledu postoji razlika među signalnim i telekomandnim vezama, gdje se dopušta vrijeme prijenosa signala čak do nekoliko sekundi. Pilotske veze upotrebljavamo uz brze zaštite (distantnu, za zaštitu dalekovoda odnosno za ponovno ukapčanje; diferencijalnu, Buchholz, statorsku i sl. ako prenosimo zaštitni impuls do udaljene sklopke), gdje ne smije vrijeme prijenosa zaštitnog signala preko pilotske veze prouzrokovati bitno produženje isklopnog vremena zaštite, a pogotovo u slučaju, kada uvodimo pilotsku vezu radi skraćivanja vremena distantne zaštite. Iz toga razloga nije dopustivo bilo kakvo vremensko kodiranje zaštitnih signala kod prenošenja preko pilotske veze, a čime se obično postiže sigurnost djelovanja kod veza za telekomandne svrhe; u obzir dolazi jedino frekventno kodiranje, čime se postiže vlastito vrijeme prijenosa zaštitnog signala do oko 15 ms.

Pilotske veze preko fizičkih linija

Kao fizičke linije za korištenje pilotskih veza mogu doći u obzir telefonski, signalni niskonaponski kabeli i specijalni kabeli.

Telefonski kabeli

Često se želi za pilotsku vezu iskoristiti već položeni telefonski kabel bilo da se radi o PTT kabelu ili o telefonskom kabelu elektroprivrednog poduzeća. Takve se želje javljaju naročito kad se radi npr. o vrlo kratkom dalekovodu ili kabelu (dužine nekoliko km) koji se ne može štititi običnom distantnom zaštitom, ili o priključku elektrane ili transformatora na mrežu preko vrlo kratkog dalekovoda, pri čemu se želi uštedjeti sklopka kod elektrane ili transformatora, ili se želi obuhvatiti diferencijalnom zaštitom dalekovod zajedno sa transformatorom ili blokom generator-transformator. Ako postoji na toj trasi ili u njezinoj neposrednoj blizini telefonski kabel za govornu vezu ili za telekomande, naravno je, da se želi eventualno slobodne parice kabela iskoristiti za pilotsku vezu, ili se već kod projektiranja predvide potrebne parice za pilotsku vezu. U tom slučaju čini se, da je zadatak rješiv na jednostavan način tako, da se preko telefonskih parica prenose između releja na oba kraja voda (odn. do sklopke na suprotnom kraju voda, ako se radi o prenosu zaštitnog isklopnog impulsa) zaštitni signali jednosmjerne struje napona, koji je dozvoljen za telefonske kabele (do 60 V). Treba međutim upozoriti, da je takvo rješenje moguće samo u iznimnim slučajevima, kada smo potpuno sigurni, da nema nikakvih utjecaja smetnji na telefonski kabel, a što gotovo nikada nije slučaj. Prije svega u kruto uzemljenim mrežama javljaju se u TT kabelu inducirani naponi kod jednopolnih kratkih spojeva u visokonaponskoj mreži, a u izoliranim mrežama kod dvostrukih dozemnih spojeva, koji su u takvim mrežama dosta štetni. Nadalje ne možemo ni u kom slučaju izuzeti mogućnost udara groma u blizinu kabelske trase, zbog čega može doći do pojave osjetnog napona u TT kabelu. Od spomenutih utjecaja TT kabeli su obično zaštićeni posebnim mjerama — izolacionim transformatorima (translatorima) za ograničavanje induciranog uzdužnog napona, i plinskim odvodnicima za zaštitu kabela od proboja između parica i između parica i plašta. Zbog tih zaštitnih mjera — koje su kod TT kabela neophodne — gore spomenuto rješenje s upotrebom jednosmjernog napona za pilotsku vezu ne dolazi u obzir. Upotreba translatora naravno sprečava korištenje jednosmjernog napona, pa se zato obično kao idući korak predviđa za prijenos signala preko pilotske veze izmjenični napon. Napajanje izmjeničnim naponom 50 Hz od vlastite potrošnje ne dolazi u obzir, pošto kod kvarova u mreži taj napon osjetno padne, zato je potreban poseban oscilator izmjenične frekvencije (obično se uzimaju tonske frekvencije, određene za telefoniju i telegrafiju). Time se čini problem riješen, pogotovo ako se na zaštitne parice TT kabela ne priključe plinski odvodnici. Treba naime naročito naglasiti, da se parice pilotske veze ne smiju štititi plinskim odvodnicima, jer bi bila u slučaju kvara na dalekovodu, koji uzrokuje pojavu visokog napona u TT kabelu zbog prorađivanja odvodnika pilotska veza blokirana (parice su kratko spojene preko zemlje). Osim toga nije dozvoljena upotreba plinskih odvodnika ni kod ostalih parica TT kabela, jer može u slučaju prorade odvodnika doći do proboja između pilotske parice — koja je izolirana od zemlje — i parice, čiji je odvodnik i koja se zbog toga nalazi na potencijalu zemlje. Iz toga dakle proizlazi, da kao pilotsku vezu za zaštitu nipošto nije moguće upotrebiti jedan dio parica TT kabela, koji istovremeno služi i za govorne veze, ako su te — a što je pravilo, ako je TT kabel pod utjecajem visokonaponskih postrojenja u kruto uzemljenim mrežama — zaštićene plinskim odvodnicima. Moguće je upotrijebiti jedino kabel, čija je izolacija između parica međusobno i prema zemlji dovoljno visoka, da prenaponi zbog utjecaja postrojenja jake struje ni u kom slučaju neće ugroziti kabel.

Ako smo dakle povoljno riješili gore spomenute probleme, upotreba izmjeničnog napona pilotskog signala još uvijek ne omogućuje traženu apsolutnu sigurnost veze, pogotovo ako se emitiranje jednostavne tonske frekvencije u slučaju prorade pilotske veze vrši sa dota malenom snagom. U tom slučaju naponi smetnje radne frekvencije već kod vrlo malih iznosa (nekoliko stotina mV) mogu izazvati nepotrebnu proradu pilotske veze (a to u mnogim slučajevima znači nepotreban ispad sklopke!). Kod električnih lukova (kratki spojevi na dalekovodima, udari groma) se pojavljuje čitav spektar frekvencija, od kojih može biti jedna do-

voljno blizu radne frekvencije pilotske veze i dovoljnog napona, da dovodi do aktiviranja prijemnog releja i do nepotrebnog djelovanja pilotske veze. Da bismo izbjegli takve pojave, neophodno je kodiranje zaštitnog izmjeničnog impulsa. Kao što je već spomenuto, vremensko kodiranje ne dolazi u obzir, pa je potrebno frekventno kodiranje pomoću barem dvije frekvencije (frekvency-shift princip). Jedna mirovna frekvencija trajno je prisutna u pilotskoj vezi, a koja ujedno služi za trajnu kontrolu ispravnosti pilotske linije i uređenja. U slučaju rada zaštite, ta frekvencija prestaje i emitira se druga — radna — frekvencija, koja aktivira prijemnik na suprotnoj strani voda. Prijemnik radi jedino, ako mirovna frekvencija izostane, a pojavi se druga (radna) frekvencija. Na taj način možemo eliminirati utjecaj smetnji na rad pilotske veze, a može se frekventna koda još upotpuniti. Iz gornjih izlaganja možemo zaključiti, da telefonske linije u pravilu nisu upotrebive za pilotske veze. Poznato je međutim, da u Velikoj Britaniji široko primjenjuju telefonske linije za pilotske veze po raznim principima, koji međutim autoru nisu u potankosti poznati pa ih stoga na tom mjestu ne navodimo (o tome vidi izvještaj ing. A. Kurnika: »Osvrt na neka rješenja zaštitnih problema u Velikoj Britaniji«).

Signalni niskonaponski kabeli

U slučaju, kada je prepreka za upotrebu telefonskog kabela za pilotsku vezu jedino nedovoljna izolaciona otpornost PTT kabela, a ostale okolnosti omogućuju upotrebu kabela, u tu svrhu može se upotrijebiti niskonaponski signalni kabel, čiji je ispitni napon između žila kao i prema plaštu veći nego kod TT kabela. Naravno da takvo rješenje dolazi u obzir samo na vrlo malim udaljenostima (nekoliko stotina metara do nekoliko km) zbog većih troškova. Takvo bi rješenje dolazilo u obzir na prijenos pilotskog telekomandnog signala relativno visokog napona (npr. 220 V ili 500 V izmj), ako bi time postigli sigurno djelovanje pilotske veze zbog dovoljnog razmaka od postojećih napona smetnji. Obično se niskonaponski kabeli žele upotrijebiti za diferencijalnu zaštitu vrlo kratkih vodova ili za diferencijalnu zaštitu transformatora u bloku sa vrlo kratkim dalekovodom.

Specijalni kabeli za pilotsku vezu

U područjima jakih utjecaja visokonaponskih postrojenja na pomoćne ili TT vodove gore spomenuto rješenje obično ne zadovoljava, pošto su naponi smetnji veći od ispitnog napona niskonaponskih kabela. U takvim okolnostima jedini je izlaz upotreba specijalnih kabela sa pojačanom izolacijom. Poznata je izvedba takvog kabela firme Siemens, koja sadrži 3 žile za diferencijalnu zaštitu i 3 parice za prijenos zaštitnih komandnih signala, a čiji ispitni napon iznosi 3 kV. Ti su kabeli vanredno simetrirani (što nije slučaj kod običnih niskonaponskih kabela), tako da omogućuju samo 1‰ nesimetrije između žila, a to je vrijednost, koja se postiže kod TT kabela.

Pilotske veze preko VF sprege

Spomenute tehničke poteškoće kod upotrebe fizičkih vodova za pilotsku zaštitu otpadaju kod upotrebe visokofrekventnih uređaja za prijenos zaštitnih signala preko dalekovoda. Prema podacima njemačke literature takva je izvedba čak jeftinija od polaganja kabelske veze već kod odstojanja od 12 km. Razumljivo je, da moraju VF uređaji za pilotsku vezu omogućavati stopostotnu sigurnost rada zaštite, pa ćemo stoga nabrojiti zahtjeve, kojima moraju udovoljavati takvi uređaji. Prvi je preduvjet apsolutna neosjetljivost za smetnje, koje se pojavljuju u pogonu na vodovima visokog napona. Te smetnje ne smiju ni u kom slučaju utjecati na sigurnost rada uređaja i VF veze. Kao izvor tih smetnji nastupaju električni lukovi na dalekovodima prilikom kratkih spojeva, atmosferskih pražnjenja, manipulacija u postrojenjima (zatvaranje i otvaranje prekidača i rastavljača). Frekvencije, koje se javljaju u najrazličitijim spektrima kod tih lukova, ne smiju utjecati na rad VF uređaja niti u smislu (nepotrebnog) aktiviranja niti u smislu zatajivanja rada. Naprotiv, pilotska veza mora pouzdano raditi baš u tim uvjetima, tj. kod kvara na vodu, a što nesumnjivo predstavlja vrlo oštar zahtjev, koji je međutim savremena tehnika uspješno savladala. U tu svrhu po pravilu se za pilotsku vezu upotrebljava dvofazni spoj VF uređaja na dalekovod, tako da je visokofrekventni signal dovoljno jak čak kod kvara (npr. dozemnog spoja, tj. uzemljenja) jednog od upotrebljenih faznih vodiča. Štaviše, nekim pokusima bilo je utvrđeno, da postoji dovoljno jak signal čak kod dvofaznog spoja obiju spojenih faza. Uvjet za besprijekoran rad je nadalje dovoljno velik razmak između nivoa signal — šum, koji osigurava dovoljnu rezervu čak i kod spomenutih najtežih uvjeta. Neosjetljivost na smetnje poboljšava se upotrebom frekventne modulacije i primjenom velike predajne snage (npr. 40 W pa čak više). Kada se za pilotsku vezu koriste kombinirane aparature za govor i zaštitu, u slučaju prorade zaštite isključi se govorni dio i sva razpoloživa snaga koristi se za predaju pilotskog signala. Postoje i odvojeni VF uređaji, koji su namijenjeni samo za zaštitne svrhe, što donosi određene prednosti (npr. kraće vlastito vrijeme prijenosa impulsa), a što međutim znači ujedno zauzimanje jedne od raspoloživih frekvencija za VF telefoniju u mreži. Bitno poboljšanje sigurnosti rada predstavlja kodiranje pilotskog impulsa, koje ne utječe na produživanje vlastitog vremena djelovanja. Kodiranje se obično postiže upotrebom već spomenutog »frequency-shift« principa, čime se ujedno postiže i trajna kontrola ispravnosti uređaja i pilotske veze, što je također jedan od bitnih zahtjeva za sigurnost rada.

Drugi je preduvjet velika brzina djelovanja VF pilotske veze, koja se kreće kod separatnih zaštitnih VF uređaja do oko 15 ms, a kod kombiniranih govorno-zaštitnih uređaja oko 25—35 ms, pri čemu je mišljeno vrijeme od zatvaranja proradnog kontakta u predajniku do zatvaranja kontakta prijemnog releja u prijemniku. Razumljivo je, da

su zbog toga kod uređaja sa elektronkama npr. cijevi morale biti stalno zagrijane, dok je kod suvremenih tranzistoriziranih uređaja taj uvjet lakše ispuniti.

Neposrednu vezu s gornjim zahtjevom predstavlja napajanje VF uređaja. Napajanje aparatura uređaja za zaštitu nije moguće iz mreže 380 V vlastite potrošnje, pošto u slučaju pada napona te mreže, tj. kod kvarova na dalekovodima, nije dopustiv gubitak vremena od nekoliko sekundi zbog prekapčanja na napajanje iz akumulatorske baterije, preko pretvornika. Ako se radi o cijevnim VF uređajima, treba dakle napajanje izvesti stalno iz akumulatorske baterije preko pretvarača. I taj problem otpada kod tranzistoriziranih uređaja.

VF pilotske veze obično nalaze svoju primjenu kod zaštite dalekovoda za usavršavanje sistema ponovnog ukapčanja, za prijenos zaštitnih komandnih impulsa i za upotrebu u specijalnim sistemima zaštite, npr. kod kombinirane dalekovodno-sabirničke zaštite po »blocking« principu ili za zaštitu na principu uspoređenja faze.

Kod ponovnog ukapčanja impuls distantnog releja, koji je radio u prvom stupnju djeluje preko pilotske veze bilo neposredno na isključenje sklopke na suprotnom kraju dalekovoda, čime se postiže traženi sinhronizam isključenja kvara, bilo na produženje prvog stupnja suprotnog distantnog releja, koji zbog toga isključuje kvar na suprotnom kraju voda također u vremenu prvog stupnja. U oba slučaja na taj način postižemo isključenje kvarova na čitavoj dužini dalekovoda u vremenu prvog stupnja, i to također kod trajnih kvarova, što nije izvedivo običnom distantnom zaštitom, bez pilotske veze.

Kombiniranom dalekovodno-sabirničkom zaštitom postižemo zaštitu i dalekovoda po cijeloj dužini i sabirnica s vremenom prvog distantnog stupnja na taj način, da distantni releji kod kvara ujedno sa proradom odmah produžuju prvi stupanj od 80% na 120% dužine dalekovoda, isključuju dakle kvarove na dalekovodu i na sabirnicama susjednog rasklopnog postrojenja u vremenu prvog stupnja. Selektivnost osiguravaju blokirni impulsi, koje posreduje pilotska veza svim relejima, koji se ne trebaju iskopčati, te time sprečava njihov rad. Zaštite na principu poređenja faza upotrebljavaju se na vodovima najviših napona, a i kod njih pilotska veza predstavlja bitan element sistema zaštite. Pilotska veza za prijenos komandnih impulsa zaštite putem VF upotrebljava se umjesto kabelske veze, kad bi ta iz već spomenutih razloga bila preskupa ili tehnički neizvediva. Kao što je već napomenuto, takva veza ne smije se zamjenjivati sa daljinskim posluživanjem. U tom slučaju pilotska veza doduše služi za prijenos isklopnih komandi, ali pouzdanost ne možemo postići vremenskim kodiranjem, pošto prenosi impulse vrlo važnih i brzih zaštita (Buchholz, diferencijalne, brze generatorske i sl.). Potreba za takvom vezom javlja se npr. kod priključka elektrane na neko čvorište mreže na udaljenost od približno 10—15 km, u kojem je slučaju namještena samo u čvorištu, a generatorska zaštita radi na tu sklopku, ili kod priključka većeg transformatora na toj udaljenosti na mrežu, kad želimo uštedjeti visokonaponsku sklopku kod transformatora (naročito u gradovima) i sl.

Potrebno je napomenuti, da je u ekonomskom pogledu pilotska veza vanredno povoljna, ako upotrebljavamo kombinirane govorno-zaštitne uređaje. U svakom slučaju na dalekovodu po pravilu postoji VF govorna veza (tj. uređaj), pa ako se radi o savremenim uređajima — koji moraju naravno udovoljavati gore spomenutim zahtjevima — dodatak u uređaju zbog potreba zaštitne pilotske veze prouzrokuje dosta mali trošak (koji se obično kreće ispod cijene jednog distantnog releja). Specijalni separatni VF uređaji samo za zaštitu su naprotiv jako skupi, reda veličine 4—5-strukog iznosa jednog distantnog releja.

Dosadašnja iskustva sa pilotskim vezama u Sloveniji

A. Pilotske veze preko telefonskog kabela

Na sektoru gornje-dravskih elektrana, između Maribora i Dravograda postojale su poteškoće u stupnjevanju distantne zaštite zbog malih dužina dvostrukih dalekovoda. Da bi otklonili postojeće neprijatnosti i omogućili normalno stupnjevanje, prišlo se upotrebi pilotskih veza preko postojećeg telefonskog kabela. Iako je već kod planiranja telekomunikacija bio određeni broj parica predviđen za zaštitne svrhe, nije bilo na svim sektorima na raspoloženju dovoljno parica, pa je stoga na tim sektorima bio primijenjen princip kanalne telegrafije tako, da je na pojedine parice bilo priključeno više uređaja međusobno različitih radnih frekvencija od 420 do 2580 Hz, dakle tonskih frekvencija. Najduža relacija pilotske veze iznosila je oko 30 km, a najkraća oko 7 km. Tonfrekventne prijemne i predajne aparature bile su domaće proizvodnje u cijevnoj izvedbi, a napon za anodu i grijanje bio je uzet od akumulatorskih baterija elektrana. Zaštita je isprva bila izvedena po sistemu istovremenog isključenja obiju sklopki dalekovoda na taj način, da je impuls za isključenje onog distantnog releja, koji je isključio u I stepenu, djelovao preko pilotske veze na isključenje sklopke na suprotnom kraju voda. Međutim, tokom probnog pogona ubrzo se je pokazalo, da je takva pilotska veza veoma osjetljiva na napone smetnji, koji se pojavljuju u TT kabelu kod jednopolnih kratkih spojeva u 110 kV mreži, zbog čega je dolazilo do nepotrebnog prorađivanja prijemnika i do ispadanja 110 kV sklopki. Potrebno je napomenuti, da su sve parice — uključivo zaštitne — TT kabela zaštićene plinskim odvodnicima i izolacionim transformatorima. Smatra se, da je do prenošenja napona na sekundarnu stranu izolacionih transformatora (a time naravno i do prijemnika) dolazilo bilo zbog neistovremene prorade plinskih odvodnika u slučaju pojave napona smetnje, bilo zbog postojećih nesimetrija u kabelu

ili zbog kapacitivnog sklopa translatora kod vrlo visokih frekvencija napona smetnji (tako je npr. bio zabilježen pogrešan rad pilotske veze kod udara groma u 35 kV dalekovod, koji se nalazi u neposrednoj blizini trase TT kabela, što je prouzrokovalo ispad sklopke 110 kV u najbližoj elektrani), jer je prijemni signal za proradu prijemnika kod navedenih tonskih frekvencija iznosio svega nekoliko stotina mV. Zbog uočenih nedostataka, koji su onemogućavali upotrebu takve veze za zaštitu, sistem sa prijenosom impulsa za isključenje sklopke bio je napušten i princip zaštite promijenjen u tom smislu, da zaštitni signal onog distantnog releja, koji je isključio u prvom stupnju, djeluje preko pilotske veze na produženje prvog stupnja suprotnog distantnog releja, čime se isto tako postiže zaštita čitave dužine dionica sa vremenom prvog stupnja. Dosadašnja višegodišnja iskustva pokazuju, da uz spomenute nadopune pilotska veza radi zadovoljavajuće. Premda još dolazi do nepotrebnog aktiviranja prijemnika pilotske veze, ipak to ne prouzrokuje pogrešan rad distantne zaštite. Međutim, zbog navedenih nedostataka, kao i zbog tehničkog stanja aparatura, tu zaštitu sa pilotskom vezom ne možemo smatrati osnovnom zaštitom mreže, nego samo dopunskom zaštitom, koja omogućuje skraćivanje vremena isključenja, dok selektivnost zaštite i nadalje u krajnjem slučaju osiguravaju distantni releji.

B. Pilotske veze preko signalnih kabela

Osim gore navedenog primjera zaštite pomoću telefonskog kabela, u Sloveniji je u pogonu i diferencijalna zaštita preko signalnog niskonaponskog kabela dužine 2 km između HE Mariborski otok i TS Pekre. Ta zaštita obuhvaća »u bloku« transformator u elektrani i dalekovod 110 kV do TS Pekre. Kabel je položen u trasi dalekovoda 110 kV i do sada nije dolazilo niti do pogrešnog rada diferencijalne zaštite niti do kvarova (proboja) na kabelu. Potrebno je međutim napomenuti, da je na tom dalekovodu zbog vrlo malene dužine do sada registriran vanredno malen broj kvarova, u posljednjih 8 godina npr. nijedan, pa zbog toga signalni kabel za diferencijalnu zaštitu praktički nije bio izložen naponima smetnji, koji bi mogli ugroziti rad zaštite.

Na osnovu gore iznijetih iskustava možemo zaključiti, da praksa potvrđuje nemogućnost upotrebe telefonskog kabela za pilotske veze u slučajevima, kada je kabel izložen perturbacijama sa strane postrojenja visokog napona, a naročito ne neposrednog prijenosa signala za isključivanje sklopki. Niskonaponski signalni kabeli mogu se koristiti u određenim slučajevima, dakako pod uvjetom, da naponi smetnje ne ugrožavaju izolaciju kabela.

Sa pilotskim vezama pomoću VF sprege do sada u slovenskoj mreži nemamo iskustava, ali se za zaštitu budućih 220 kV dalekovoda predviđa upotreba kombiniranih govorno-zaštitnih VF uređaja za prijenos zaštitnih signala.

Literatura

Bergman, Born, Geise: *Tonfrequenzgeräte für Netzschutz,* Siemens Zeitschrift 1965, H. 7

Geise, Vogl, Schultze: *Hilfskabel für Netzschutz in Hochspannungsnetzen,* Siemens A TS 12 B2 4938 od 20. VII 1961

Močnik: *Zaščita dravskih daljnovodov z uporabo daljinskega prenosa izklopnih impulzov,* Avtomatika 1961 br. 6

Naslov pisca: Rasto Močnik, dipl. ing., Poslovno združenje energetike, Ljubljana, Hajdrihova 2.

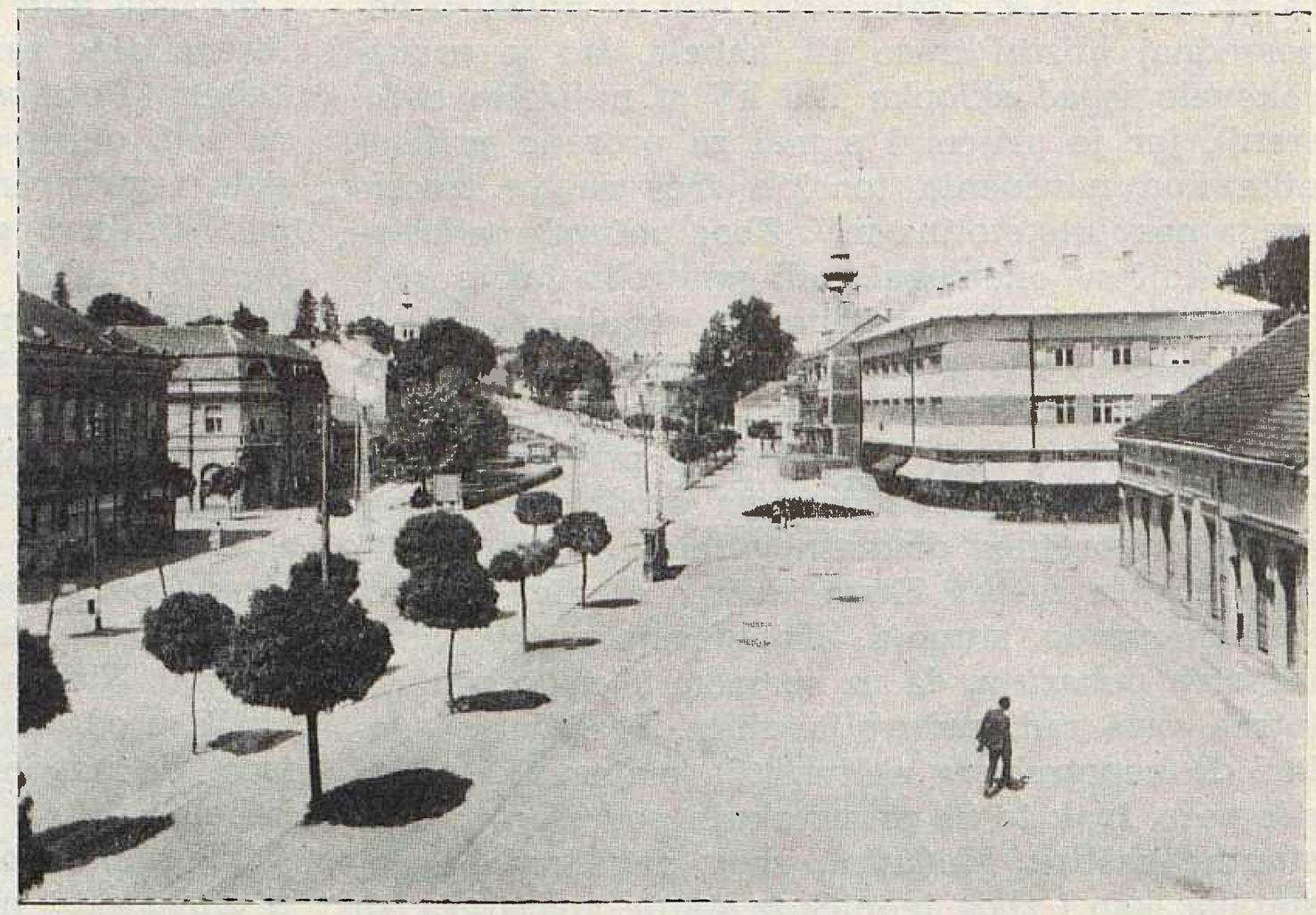
PODUZEĆE ZA IMPREGNACIJU DRVA I PROIZVODNJU KOMPRIMIRANIH PLINOVA KARLOVAC

Na skladištu raspolaže dovoljnim količinama impregniranih stupova-četinjara (jela-smreka) u svim dužinama.

Zahvaljujući izvršenoj rekonstrukciji pogona, impregniranje (kemijska zaštita) vrši se po najsuvremenijim metodama na način kotlovske impregnacije solima. Upotrebom najnovijih tipova soli omogućuje se najkvalitetnija zaštita u vijeku trajanja i protiv požara.

Za sve isporuke kupcima se dostavlja atest kvaliteta.

60-GODIŠNJICA ELEKTRIFIKACIJE DARUVARA



Daruvar, centar, prije kabliranja

Tačno prije 60 godina dana 11. svibnja 1907. u 11 h zasjale su u Daruvaru prve električne žarulje. Početak je bio skroman; svega je 36 domaćinstava imalo uvedene električne instalacije, ali za početak dovoljno jer je za tadašnje uvjete i to bio krupan rezultat.

Početak radova na elektrifikaciji i koncesija za snabdijevanje trgovišta Daruvar električnom energijom, utvrđeni su ugovorom između općine trgovišta Daruvar i Daruvarske dioničke pivovare od 16. prosinca 1906. Tim, rukom pisanim, ugovorom na 24 stranice veoma su opširno i detaljno obrađeni svi uvjeti pod kojima je dobavljač električne energije morao vršiti dobavu. Koncesija je izdana na 20 godina.

Zanimljivo je i spomena vrijedno, da su u navedenom ugovoru mnogi paragrafi gotovo identični s današnjim odredbama Pravilnika o isporuci električne energije.

Iz ugovora se, nadalje, može vidjeti, da je tadašnji Daruvar bio vrlo dobro osvijetljen, jer se javna rasvjeta sastojala od 106 rasvjetnih mjesta sa žaruljama od 32 W i 6 rasvjetnih mjesta s lučnim žaruljama od po 1000 W.

Prva mreža koja je bila izgrađena stajala je na hrastovim stupovima, ali su oni bili obojeni uljenom bojom. Kako izgleda, električarske penjalice u to vrijeme nisu bile poznate, jer se gradnja i održavanje vršilo uz pomoć drvenih ljestava.

Da bismo mogli sagledati pedantnost sastavljača ugovora citirat ćemo, kao jedan od kurioziteta, paragraf 8:

»Poduzetnik će proizvoditi u munjari jednoličnu struju po dvovodnom sustavu, te će napetost u mreži morati biti 220 Volta.

Napetost električne struje u provodnoj mreži mora biti jednomjerna i stalna ni na ma kojem mjestu mreže ne smije promjena napetosti struje iznad ili ispod normale biti veća od 5% (pet po sto).

Za kontrolu ovih razlika dužan je poduzetnik o svom trošku namjestiti u zgradi općinskog poglavarstva voltmetar koji će, u paragrafu 41 spomenuto poglavarstvo, u svako doba smjeti rabiti.

Općini pristoji nadalje pravo, pomoću fotometra o svom trošku vazda kontrolirati jakost svjetla javnih žarulja. Sam fotometar imade poduzetnik nabaviti o svom trošku.«

Ovakvih i sličnih detalja ugovora ima veoma mnogo. Vjerujemo, da se »poduzetnik« morao tada i pridržavati primljenih obaveza, jer su sankcije, navedene u posebnom poglavlju ugovora, za slučaj nepridržavanja uvjeta ugovora bile veoma rigorozne.

Iz ugovora je nadalje vidljivo, da je struja bila istosmjerna, a centrala smještena u pogonu pivovare.

Za pogon dinamo strojeva snage 40 kW služili su u početku parni strojevi, a kasnije generatori na upojni plin. Za snabdijevanje grada i pivovare energijom kod nižih opterećenja, kao i za rezervu služila je akumulatorska baterija.

Za javnu rasvjetu je karakteristično, da je ona već tada bila »doponoćna« i »cjelonoćna«, tj. da se u ponoć gasio jedan dio žarulja.

Kao opće značajno u pogledu godine uvođenja električne rasvjete u Daruvaru treba spomenuti i to, da je Zagreb električnu rasvjetu dobio punih 6 mjeseci iza Daruvara. Susjedni Pakrac, međutim, dobio je električnu rasvjetu godinu dana prije Daruvara.

Usprkos tome, što je Daruvar, u odnosu na druge gradove, dobio električnu rasvjetu veoma rano, daljnji napredak i razvoj elektrifikacije nakon toga je prilično stagnirao, vjerojatno zbog vrlo visoke cijene. Tako je električna mreža obuhvaćala usko područje trgovišta i Donji Daruvar, dok okolna naselja nisu sve do poslije Drugog svjetskog rata imala mogućnost koristiti električnu energiju.

Spomenuli smo, da je Pivovara imala 20-godišnju koncesiju i potkraj isteka tog roka tj. 1927. pristupilo je općinsko poglavarstvo trgovišta Daruvar razmatranju mogućnosti izgradnje vlastite električne centrale. Međutim, ova inicijativa nailazila je na snažan otpor dotadašnjeg dobavljača. Poznati su i slučajevi pokušaja podmićivanja općinskih odbornika, da bi općinski odbor odbacio zamisao o izgradnji općinske elektrane — čak je postojala i intervencija velikog župana, no koncesija ipak nije produljena.

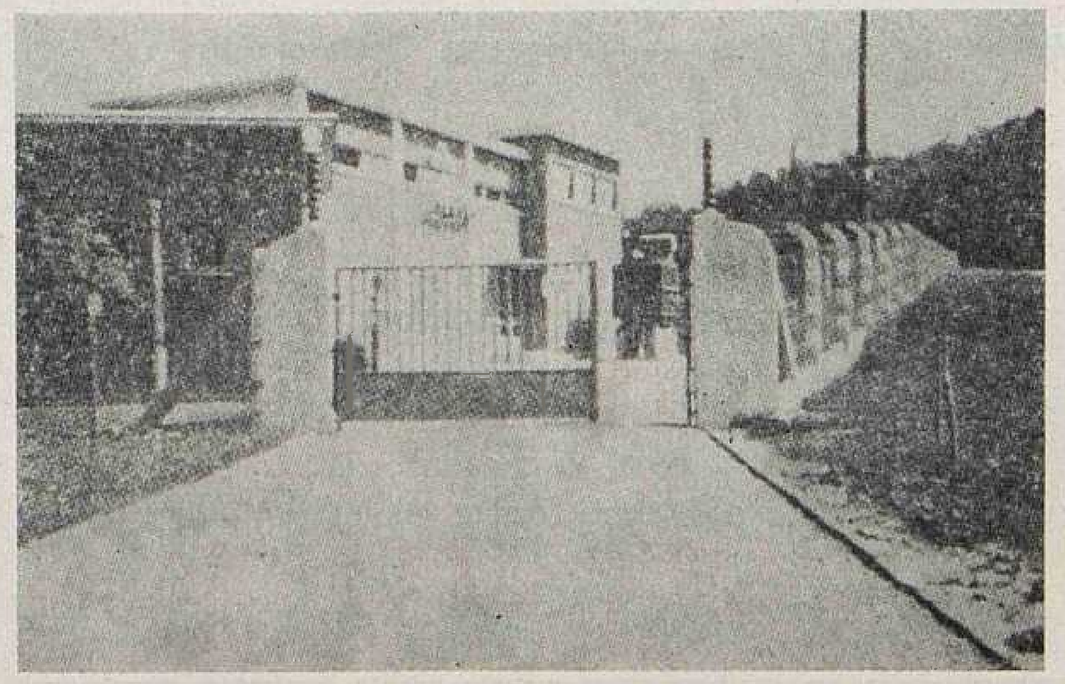
Tako je uz trošak od 1,724.039,91 tadašnjih dinara izgrađena nova centrala, smještena u zgradi današnje prodavaonice namještaja »Jugodrvo« u Mihanovićevoj ulici. Ova centrala puštena je u pogon 11. 2. 1928. u 11 sati.

Nova centrala imala je u projektu predviđena tri dizel-motora, no u prvoj etapi u pogon su stavljena samo dva. Treći agregat nije nikada nabavljen. Snaga pogonskih strojeva bila je 120 + 80 KS, a snaga generatora 80 + 40 kW.

Ovako mali kapacitet centrale uzrokovao je visoku cijenu električne energije, i kao posljedicu malu potrošnju i slab razvoj elektrifikacije. Ovu činjenicu uočili su mnogi nadležni, pa je uskoro nakon oslobođenja sa strane nekolicine građana, a posebno sa strane uprave centrale bilo poduzimano niz koraka, kako bi se Daruvar povezao s jedinstvenim zemaljskim elektroenergetskim sistemom. Kao i 1927., ponavlja se isti otpor provođenju ove akcije, a rezultat je, da je Daruvar dobio jeftinu i gotovo neograničenu količinu električne energije tek 28. 11. 1959.

Kao kuriozitet razdoblja od 1928. do 1959. treba spomenuti, da je u cijelom razdoblju malim kolektivom daruvarske električne centrale rukovodio uvijek isti čovjek: Ferdo Lokotar. Njemu velikim dijelom pripada i zasluga, da su strojevi izdržali u radu punu 31 godinu.

Iako je visoka cijena električne energije (1928. god. 7 dinara za rasvjetu i 3 dinara za industriju) uzrokovala stagnaciju elektrifikacije okolnih sela, ipak se broj potrošača od 1928. do 1959. povećao sa 428 na 1912. U tom su razdoblju elektrificirana samo najbliža okolna sela (Ljudevit-selo 1953, Daruvarski Vinogradi 1954. i Batinjani 1956. godine).



Transformatorska stanica u Daruvaru

Dugogodišnji rukovodilac
Ferdo Lokotar

Za sve vrijeme postojanja gradske električne centrale nije zabilježen niti jedan smrtni slučaj uzrokovan udarcem električne struje, što dokazuje da je mreža bila u vrlo dobrom stanju.

Razdoblje od 28. 11. 1959. do danas karakterizira neobično intenzivan razvoj elektrifikacije Daruvara i okoline. Kad kažemo elektrifikacije Daruvara, mislimo na to, da je zbog naglog porasta potrošnje električne energije nakon vezanja mreže na jedinstveni elektroenergetski sistem Jugoslavije trebalo rekonstruirati cjelokupnu niskonaponsku mrežu i izgraditi desetak trafostanica u gradu. Ovako naglo povećanje potrošnje posljedica je niže cijene energije dobivene iz elektroenergetskog sistema. Odnos prema cijeni iz lokalne centrale bio je 1 : 5.

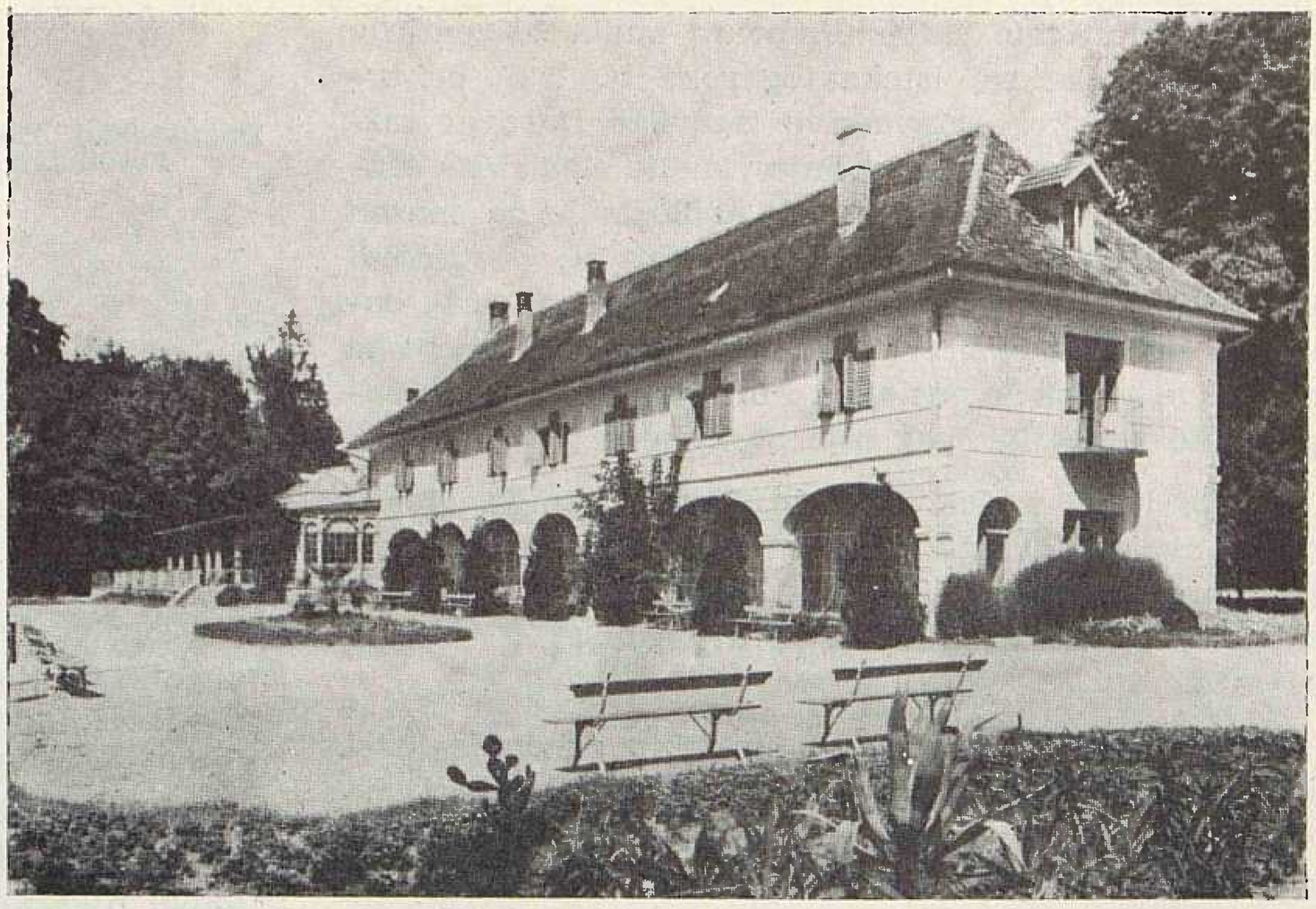
Budući da su i veći potrošači u gradu — »Dalit« i Pivovara — imali također vlastite izvore električne energije s vrlo visokom proizvodnom cijenom i malim kapacitetom, oba su se poduzeća odmah priključila na novoizgrađene dalekovode.

Jasno je, da su već spomenuta visoka cijena i mali kapacitet lokalnih izvora električne energije bili kočnica razvoja daruvarske privrede i elektrifikacije okolnih sela. Čini nam se, gledajući s tog aspekta, da je i sadašnja relativna nerazvijenost privrede u Daruvaru posljedica ovako kasnog dovođenja jeftine energije u Daruvar. Nemamo namjere ocjenjivati ničiji rad, ali je činjenica da je električna energija mogla biti dovedena u Daruvar i desetak godina ranije, pa bi privreda bila na znatno višem nivou, jer je dovoljna količina energije prva osnova razvoju svakog područja.

Danas se Daruvar snabdijeva električnom energijom putem voda 110 kV Sisak — Međurić, voda 35 kV Međurić — Daruvar i vodova 10 kV Daruvar — Miokovićevo. Za sam grad postoji mogućnost dvostranog napajanja kako na visokonaponskoj strani, tako i na niskonaponskoj, jer su i visoko i niskonaponska mreža kružno povezane kabelskim ili zračnim vodovima. Uskih grla u dobavi energije za sada nema. Postoji još samo nepovoljna okolnost, da se dovod energije do Daruvara, ne vrši putem dvaju dalekovoda 35 kV, jer bi se na taj način dulji prekidi dobave električne energije znatno smanjili. Naime, ovim bi se dvostranim napajanjem omogućilo, da se radovi na održavanju i otklanjanju kvarova vrše na jednom dalekovodu, dok bi drugi normalno snabdijevao grad energijom.

Postoji načelni plan, da se do 1970. godine izgradi dalekovod 35 kV V. Grđevac — Daruvar, čime bi se taj problem riješio.

Daruvar — Arkadia (kupalište)



Na kraju treba spomenuti i razvoj elektrifikacije od 1959. do danas na području Općine Daruvar.

Do sada je elektrificirano ukupno 46 sela sa 6917 domaćinstava. Ostala su neelektrificirana još 22 sela. Prema tome postotak elektrifikacije iznosi oko 69%.

O dobavi električne energije i održavanju postrojenja od 1907. do danas brinuli su se:

od 1907. do 1928. godine Daruvarska dionička pivovara
od 1928. do 1960. godine Daruvarska električna centrala, i
od 1960. do danas »Elektra«.

Početkom 1960. osnovano je samostalno distributivno poduzeće »Elektra« u Daruvaru, no već 1. 2. 1960. iz objektivnih razloga ovo se poduzeće spaja s »Elektrom« Križ.

1. 7. 1963. »Elektra« Križ pripaja se »Elektri« Zagreb i čini jedan od 7 pogona sa samostalnim obračunom.

Za područje Općine Daruvar (osim Uljanika) te za jugoistočni dio područja općine Grubišno Polje formirana je u Daruvaru područna jedinica »Elektre« Križ, pod nazivom mjesni ured Daruvar. Kolektiv ove područne jedinice broji sada 39 članova, koji je dovoljno opremljen da svojim vlastitim snagama izvrši gotovo sve potrebne intervencije u slučaju kvara na postrojenju i njegovim održavanjem omogućuje da u domove potrošača redovito dolazi električna energija.

Stjepan Nemak

„NIKOLA TESLA"

Tvornica telekomunikacionih uređaja, Zagreb

Krapinska 45 — Telefon 565222 — Telex 21416 — Telegram: Teslatelefon

PROJEKTIRA — PROIZVODI — MONTIRA:

Automatske telefonske centrale s koordinatnim sklopkama (crossbar) za javni, kućni i elektroprivredni saobraćaj.
Automatske telegrafske centrale za javni saobraćaj.
Specijalne uređaje komutacione tehnike prema željama kupaca.
Svjetlosno signalne uređaje za ručno, automatsko i detektorsko upravljanje cestovnog saobraćaja.

CIJENE, TROŠKOVI ŽIVOTA, PRIMANJA I PROIZVODNJA

U razdoblju od svibnja do srpnja kod promatranih grupa proizvođača nisu zabilježene promjene u cijenama, osim što su kod grupe elektroindustrije snižene za jedan poen. U odnosu na isto razdoblje u prošloj godini može se primijetiti da su cijene grupe obojene metalurgije niže u srpnju nego u svibnju, što znači da je u tom razdoblju 1966. došlo do porasta cijena. Obrnuti je slučaj kod grupe elektroindustrije. Trend kretanja cijena između 1967. i 1966. za ostale grupe proizvođača je ravnomjeran.

Tablica 1

Indeksi cijena proizvodača	1966 / 1965	srpanj 1967 / 1965	srpanj 1967 / srpanj 1966	srpanj 1967 / siječanj 1967	srpanj 1967 / svibanj 1967
Proizvodnja el. energije	111	111	100	100	100
Proizvod ugljena	108	108,8	101	100	100
Proizvod nafte	97	97	100	100	100
Crna metalurgija	120	120	100	100	100
Obojena metalurija	125	132,6	105	103,9	100
Elektroindustrija	107	110,6	104	101	99
Kemijska industrija	108	111,8	104	102	100
Ind. građ. materijala	113	126	111	111	110
Proizv. i prer. papira	104	104	100	100	100

Dok su cijene električne energije, drva za ogrjev i električnih štednjaka u posljednja dva mjeseca ostale nepromijenjene, za lignit su snižene za jedan poen s razloga što potražnja u ljetnoj sezoni opada a zalihe rastu. Značajnije je sniženje cijena frižiderima, što se ne podudara s kretanjima cijena grupe proizvođača elektroindustrije, a to navodi na zaključak da se radi o politici cijena u ovisnosti o potražnji, stanju zaliha i dr.

Tablica 2

Indeksi cijena na malo	1966 / 1965	srpanj 1967 / 1965	srpanj 1967 / prosinac 1966	srpanj 1967 / svibanj 1967
Električna energija	128	124,3	94,2	100
Drvo za ogrjev	111	111	100	100
Lignit	123	121	94,1	99
Električni štednjak	110	110	99	100
Hladionik	107,5	99	92	92

Indeksi troškova života pokazuju da je u vremenu od svibnja do srpnja došlo do sniženja ukupnih troškova za 1,9 poena. Po elementima u strukturi troškova to sniženje je nastalo kao rezultat snižavanja troškova ishrane za 2,8 poena, te troškova u grupi saobraćaja i PTT za 1,8 poen. Do laganog porasta troškova došlo je u međuvremenu u grupi troškova »stanarina, voda i dr.« za 0,8 poena, a kod »kultura i razonoda« za 0,8 poena.

Troškovi »robe« su također niži za 1,8 poena, dok su cijene »usluga« ostale nepromijenjene.

Tablica 3

Indeksi troškova života	1966 / 1965	1965 / srpanj 1967	srpanj 1967 / 1965	srpanj 1967 / srpanj 1966	srpanj 1967 / siječanj 1967
Ukupni	123	109,5	133,5	105,9	101,9
Ishrana	120	107,7	126,3	101,9	100,0
Duhan i piće	137	117,8	153,6	110,9	111,0
Odjeća i obuća	125	106,6	128,8	109,9	102,8
Stanarina, voda i dr.	131	124,6	161,9	123,0	100,8
Ogrjev i osvjetljenje	121	125,8	118,0	99,0	96,2
Pokućstvo	118	107,7	126,2	107,2	102,0
Higijena	129	144,6	152,7	119,0	109,1
Kultura i razonoda	126	106,6	142,6	116,4	107,5
Saobraćaj i PTT	125	106,6	133,8	106,0	102,0
Roba	122	109,2	130,6	104,9	102,0
Usluge	129	114,8	150,0	117,0	103,6

Pozitivna tendencija snižavanja troškova života koja je uglavnom došla do izražaja kod grupe »ishrana« ovisna je o povećanoj ponudi prehrambenih proizvoda u promatranom razdoblju.

Nominalna primanja u svibnju, iako su viša za 10 % od prosječnih primanja u 1966., u odnosu na mjesec ožujak su nešto niža, to jest za jedan poen. Niža nominalna primanja su u istom omjeru registrirana kod privrede i neprivrede. Najveći pad nominalnih primanja nastao je u poljoprivredi, dok je lagani porast ostvaren u industriji, šumarstvu, građevinarstvu i zanatstvu.

Realna primanja su u svibnju pala na nivo prosjeka iz 1966., što od ožujka predstavlja sniženje od 3 poena koje je uslijedilo već u travnju. Ovo sniženje više je zahvatilo privredu u kojoj su realna primanja u travnju zabilježila pad od četiri poena u odnosu na ožujak, dok su kod neprivrede bila u porastu za jedan poen. U svibnju došlo je kod privrede do porasta za jedan poen, dok su realna primanja kod neprivrede opala za četiri poena.

Količina novca u opticaju je u svibnju bila smanjena prema travnju za 9,5 %, dok je u lipnju ponovno porasla, međutim u odnosu na travanj još uvijek je bila niža za 1,7 %.

Energetska proizvodnja je u svibnju za dva poena viša od proizvodnje u travnju, zadržavajući isti nivo i u lipnju. Proizvodnja elektroenergije je u svibnju porasla od 107 na 109 poena (1966 = 100), a u lipnju je ponovno iznosila 107. Proizvodnja ugljena je od travnja (81) bila u porastu, te je u svibnju iznosila 84, a u lipnju 88 poena. Proizvodnja i prerada nafte također je bila u porastu, te je od 105 poena u travnju, narasla na 109 u svibnju i 106 u lipnju.

U odnosu na isto razdoblje elektroenergije (svibanj 11,2, a lipanj 12,8 %), proizvodnja grane ugljena i koksa je niža (svibanj —10,6, a lipanj —12 %), a proizvodnja i prerada nafte je u svibnju bila viša za 16 %, dok je u lipnju bila jednaka.

Ukupna industrijska proizvodnja u svibnju je imala nivo prosjeka iz 1966., a u lipnju je bila viša za 3 %. U usporedbi sa istim mjesecima u 1966. godini u svibnju je bila viša za 3 % a u lipnju niža za 1 %.

B. Tilić

Značenje momentane rezerve u pogonu modernih mreža i mogućnost uspostave njene spremnosti

Mnogi ispadi prouzrokovani udarcima u našoj mreži sigurno bi bili izbjegnuti, da su agregati elektrana dovoljno brzo reagirali. Problem momentane rezerve biva modernizacijom mreže i kod nas sve aktuelniji, pa je zbog toga interesantno razmotriti članak o tom pitanju koji je pod gornjim naslovom izišao u časopisu Elektrizitätswirtschaft br. 6 od ove godine.

U normalnom pogonu nekog elektro-energetskog sistema potrošak i proizvodnja moraju biti u svakom momentu međusobno u ravnoteži. Promjena opterećenja izaziva odgovarajuće djelovanje regulatora u cilju ponovnog uspostavljanja ravnoteže. Ako su pak u sistemu izvori preopterećeni slijedi sniženje broja okretaja strojeva, a time pad frekvencije, a i napona. Zbog pada frekvencije usporuju se motori i smanji oduzimanje snage. Kod termičkih potrošača sniženje napona izaziva smanjenje snage. Na taj se način ponovno uspostavlja ravnoteža između proizvodnje i potrošnje. Takva je bila situacija pred nekih 10 do 15 godina. Računalo se da efekt samoregulacije iznosi 5 % pada snage kod sniženja frekvencije od 1 Hz. U međuvremenu prilike su se znatno izmijenile. Velik broj regulacionih transformatora učinio je da potrošači budu neovisni o promjenama napona, a moderni regulatori brzine, da motori budu neovisni o promjeni frekvencije.

Najpovoljnija mjerenja u jednoj velikoj mreži su pokazala da efekt samoregulacije iznosi samo 2 % Hz. Smatra se da će daljnjim tehničkim razvojem ovaj postotak još dalje padati i time efekt samoregulacije potpuno izgubiti na značenju.

Jedino što može biti odlučujuće za održanje pogona jest dovoljna rezerva u proizvodnim jedinicama odnosno, bolje rečeno, mogućnost da ta rezerva bude što brže aktivirana.

Prilikom poznatog velikog ispada u USA 9. XI 1965. područje New York-a imalo je ukupno opterećenje od 4800 MW kod angažirane snage strojeva od 5600 MW, ali ti strojevi nisu mogli dovoljno brzo prihvatiti momentano povećanje opterećenja od 1000 MW.

Za postizavanje ravnoteže u sistemu prilikom promjene opterećenja od odlučujuće su važnosti brzine promjene. One su naročito brze kod ispada generatora, transformatora i vodova, gdje mogu iznositi samo dio sekunde.

Sve promjene koje se dešavaju tokom dana u normalnom pogonu ne mogu danas uobičajene blok-jedinice slijediti bez daljnjega. Zbog toga se već dulje vrijeme za pokrivanje dnevnih vrhova upotrebljavaju pumpne akumulacione elektrane, plinske turbine i slični uređaji. Možda bi se na temelju toga moglo pomisliti da se tim vršnim elektranama mogu svladati promjene opterećenja i kod kvarova. Međutim to nije slučaj. Normalne se promjene mogu predvidjeti po veličini i momentu nastajanja, dok kod promjena uslijed kvara to nije moguće. Kod nastupa kvara sistem je nepripravan. Vršne elektrane stavljaju se u pogon samo u doba vršnih opterećenja, a tada su djelomično ili potpuno opterećene, te je raspoloživo malo rezervne snage. U doba pak niskih opterećenja vršne se elektrane obustavljaju, pa njihova eventualna pomoć dolazi prekasno. Trajni pogon vršnih elektrana s obzirom na njihovu svrhu je besmislen i ekonomski izvan diskusije.

Osim navedenih razloga ima i tehničkih poteškoća da vršne elektrane odmah preuzmu opterećenje. Kod hidroelektrana je u pitanju nekoliko minuta, a kod termoelektrana znatno duže vrijeme da neopterećeni strojevi preuzmu pun teret.

Rezerva snage za slučaj kvara, momentana rezerva, može biti iz tehničkih i ekonomskih razloga osigurana samo na taj način da sve proizvodne jedinice vezane na mrežu, preuzmu u slučaju potrebe dio opterećenja u odnosu svoje snage.

Postavlja se međutim pitanje kolika treba da bude momentana rezerva u sistemu. Na ovo se može odgovoriti zapravo samo na temelju iskustva. Princip, da se momentana rezerva uzima prema snazi najvećeg agregata koji može ispasti, nije potpuno na mjestu, jer npr. uslijed kratkog spoja na sabirnicama neke rasklopne stanice, može doći do ispada snage koja više puta prelazi snagu najvećeg agregata.

Nije moguće bez daljnjega utvrditi udio svakog stroja u držanju momentane rezerve. Visokoekonomične jedinice i jedinice koje rade sa skupim gorivom, drže se iz ekonomskih razloga na punom opterećenju pa njihov udio u pomoći kod naglog porasta opterećenja može ići samo na račun preopterećenja.

Potrebno je da se omogući da svaki blok u slučaju kvara može bez usporenja preuzeti 10 % svoje nazivne snage. Osim toga da u takvim slučajevima može dati raspoloživu snagu u mrežu najmanje brzinom od 5 do 6 %/min.

Hidroelektrane nisu naročito pogodne za davanje momentane rezerve. Kod visokotlačnih elektrana, zbog zaštite hidrauličkih uređaja i zbog stabiliziranja regulacije, turbinski je regulator usporen posebnim uređajem (uljnom kočnicom). Ovo usporenje može trajati 20 do 30 sek. i više. Također i pojava kavitacije može sprečavati regulacionu sposobnost vodnih turbina. Samo kod malih padova može se računati sa direktnim neusporenim djelovanjem turbinskog regulatora.

Kod elastične vožnje hidroelektrana može se ipak dobiti dosta momentane rezerve premda za kratko vrijeme. No s tom kratkotrajnom rezervom može se prebroditi vrijeme koje je potrebno da opterećenje prihvate visokotlačne elektrane i termoelektrane.

Kod visokotlačnih i srednjetlačnih elektrana može se regulacija poboljšati ugradnjom uređaja koji djeluju na regulator u ovisnosti o promjeni tlaka u cjevovodu. Takvi su uređaji kod mnogih elektrana već godinama u upotrebi. Na turbinskim su jedinicama postignute brzine od 25 do 60 sekundi za potpuno otvaranje.

Općenito uzevši, usprkos tome što je ovdje izneseno, može se od velikog dijela zapadnoevropskih hidroelektrana očekivati da mogu pridonijeti svoj udio momentanoj rezervi.

Kod termoelektrana poteškoća leži u regulaciji kotlova, dok današnji turboagregati mogu slijediti vrlo brze promjene opterećenja. Npr. promjene od 10 % nazivne snage turbine, mogu uslijediti u vremenu od 0,1 do 0,2 s.

Moderni kotlovi s prisilnom cirkulacijom nemaju praktički nikakve direktne rezerve pare. Promjena snage može nastupiti tek nakon izvjesnog vremena (mrtvog vremena kotla) koje iznosi 20 do 200 i više sekundi, u prvome redu zbog procesa loženja. Kod čvrstih goriva računa se da porast može iznositi 2,5 do 9 %/min. Budući da se mnogo češće nailazi na duga mrtva vremena kotlova nego kratka, mora se naći načina kako da se to mrtvo vrijeme premosti. Jedan od načina jeste taj da se iskoristi akumulaciona sposobnost kotla kod ograničenog sniženja tlaka. Drugi je pak način, no ne sa tako opsežnim djelovanjem, regulacija snage na strani kondenzata. Različitim oduzimanjem kondenzata mijenja se naime snaga turbine.

Uspoređujući obje metode regulacije, treba primijetiti da se kod regulacije s akumuliranom parom dodatna snaga dobije odmah u punoj veličini, dok kod regulacije kondenzatom, prema dosada raspoloživim iskustvima, tek nakon vremena od 30 do 50 sekundi. Dakle, samo postupkom prema prvospomenutoj metodi moguće je premostiti mrtvo vrijeme kotla. U danom slučaju može dobro poslužiti kombinacija obiju metoda.

Zahtjevi programa velikih mrežnih sistema tražili su brzu regulaciju turbinskih blokova pa su se počeli provoditi pokusi da se ustanovi mogućnost brzog prilagođivanja promjeni snage. Do nedavno, gledajući blok u cjelini, problem brzine promjene opterećenja ležao je na turbini za koju se tražilo da promjena ne pređe 1 %/min. Međutim, uvođenjem novih regulacionih i mjernih uređaja dopuštene su na turbinama vrlo brze promjene, kako je već navedeno, pa je problem regulacije prebačen na kotao.

U posljednje vrijeme pravljeni su pokusi regulacije na velikom broju kotlova na smeđi ugalj. Pokazalo se da su za pogon mreže od bitne važnosti slijedeće tri komponente: mrtvi hod kotla, kotlovski gradijent i mogućnost akumulacije snage.

Moguće je da se u praksi za sve ove tri komponente postignu zadovoljavajuće vrijednosti. Zadatak tehnike regulacije kotla bit će, nadalje, u tome da se zajedničko djelovanje sviju utjecajnih veličina optimizira.

U svakom slučaju, iz tehničkih i ekonomskih razloga može se momentana rezerva ostvariti samo djelovanjem sviju agregata priključenih na mrežu.

(Prema: Stühlen: *Die Bedeutung der Momentanreserve für den Betrieb von modernen Versorgungsnetzen und die Möglichkeiten zur ihren Bereitstellung,* Elektrizitätswirtschaft 1967, br. 6.)

(*Energy 3/1967*) *Lj. B.*

Jugoslavija vjeruje u industrijalizaciju

O Jugoslaviji i njenim naporima da se što prije potpuno izvuče iz naslijeđene zaostalosti, pisalo se i piše se i danas mnogo u svijetu. Interesantno je stoga upoznati se sa člankom koji je štampan pod gornjim naslovom u uglednom stručnom mjesečnom časopisu »POWER«, a autor je René J. Bender, savjetodavni urednik, čiji prijevod dajemo gotovo u cijelosti:

Energetska politika, koja razumno koristi prirodna bogatstva i rastuća industrijska sposobnost, postojano mijenjaju sliku nerazvijenih područja.

Prilikom nedavne posjete Jugoslaviji razgovarao sam sa službenim predstavnicima, u čiji zadatak spada briga o tome da se osigura dovoljno energije za ekonomski napredak zemlje. Imao sam sreću da sam mogao intervjuirati Vinka Hafnera, pomoćnika sekretara za industriju, R. Markovića, generalnog direktora Udruženja jugoslavenskih proizvođača i distributera električne energije, i D. Čučkovića, direktora razvojnog odjela energetike i odjela za odnose sa inostranstvom istog Udruženja.

Iz tih intervjua i mnogih razgovora sa financijskim stručnjacima i industrijalcima stiče se sveopća impresija, da će se razvoj Jugoslavije tokom nekoliko idućih godina postići u osnovi putem intenzivnije industrijske aktivnosti. »Industrijalizacija«, rekao je Branko Čolanović, generalni direktor Poslovne banke SR Srbije, »je jasno dokazala da je ona osnovni put za brži razvitak nerazvijenih područja, i tako mora ostati i u budućnosti. Glavne slabosti, koje smo međutim ustanovili, su nedovoljna industrijska specijalizacija, suvišna teritorijalna rascjepkanost i nedovoljna koordinacija u razvoju industrijskih pogona, infrastruktura zemlje i tržišta.«

Druga ozbiljna poteškoća, koju su spomenuli predstavnici Udruženja proizvođača električne energije, je periodično osciliranje između kompletne centralizacije u rukama centralne vlade i intenzivne decentralizacije u korist republika ili čak i komuna, što čini vrhunsko planiranje teškim.

Glavni predmeti o kojima se diskutiralo prilikom intervjua mogu se ukratko sažeti ovako:

1) Proizvodnja električne energije u 1965. je iznosila 16 milijardi kWh, što u usporedbi sa 1964. predstavlja porast od 12,6 %. Očekuje se da će proizvodnja 1970. dostići 31 milijardu kWh, što predstavlja prosječni godišnji porast od preko 18 %.

2) Veći dio te energije (65%) dolazi iz hidroelektrana i očekuje se da će voda kroz mnoge godine pokrivati većinu potreba za energijom. Energetski potencijal vode je procijenjen sa 60 milijardi kWh godišnje, od čega se danas koristi samo 18 %.

3) Osim nekoliko termoelektrana na pogon ložnim uljem, koje upotrebljavaju ložno ulje iz Rusije, Irana i Afrike, osnovno pogonsko gorivo predstavlja mladi lignit sličan ugljenu koji se koristi u Ruhru. On sadrži 45 do 50 % vlage i oko 15 % pepela. Ustanovljene rezerve toga ugljena iznose oko 8 milijardi tona, a leže većinom u nerazvijenim područjima Jugoslavije.

4) Jugoslavija troši godišnje oko 12,6 milijardi kubnih stopa prirodnih plinova, a ustanovljene rezerve plina iznose oko 840 milijardi kubnih stopa.

5) Proizvodnja električne energije u industriji iznosila je manje od 1,5 milijardi kWh, a većinom u pogonima gdje se upotrebljava para (tekstilna, šećerna i papirna industrija).

6) Napon prijenosne mreže je 110 i 220 kV, razrađeni su planovi za neke linije od 400 kV, ali ti još nisu realizirani.

7) Još uvijek je u razmatranju projekt proizvodnje električne energije na dalmatinskoj obali i prijenos energije podvodnim kabelima ispod Jadrana u Italiju.

8) Jedan mnogo smjeliji projekt koji dobiva svoje obrise je nazvan SUDEL, odgovarajući skandinavskom NORDEL-u; on će povezivati Jugoslaviju s Austrijom i Italijom.

9) Pošto raspolaže dovoljnim zalihama vode i ugljena Jugoslavija danas ne razmatra izgradnju nuklearnih elektrana. Govori se da bi planiranje takve elektrane moglo započeti 1968., sa 1972. kao godinom početnog stavljanja u pogon. Postoji aktivna jugoslavenska komisija za nuklearnu energiju, koja pažljivo prati razvoj u inostranstvu i pazi na dan kada će proizvodnja nuklearne električne energije biti ekonomičnija od proizvodnje na klasični način. Predstavnici USA (Walker Cisler od firme Detroit Edison Co., Ralph Bloor od USA Svjetske banke i predstavnici komercijalnih proizvođača) su u stalnom kontaktu s Beogradom.

10) U Jugoslaviji nema klimatizacije. Prostorije se zagrijavaju ugljenom, najjeftinijim pogonskim gorivom, no upotreba električne energije za kuhanje i zagrijavanje vode je u stalnom porastu. Uvedene su privlačne tarife za upotrebu električne energije u toku noćnih sati i ranih popodnevnih sati: 6,4 d umjesto 12,8 d za kWh.

11) Saveznim zakonom od 7. srpnja 1965. regulirano je pitanje onečišćenja zraka od strane industrije, ali se u sadašnjem trenutku smatra da ne bi bilo uputno industriju opteretiti teškim teretom investicija za separatore prašine ili elektrostatskih filtera. Ostaje stoga na tome da republike ili komune odluče kada će biti spremne da sprovedu te zakonske propise.

12) Izmjena električne energije se sprovodi između Jugoslavije i susjednih zemalja, bez obzira na to da li se one nalaze u istočno-socijalističkom bloku ili u Zapadnoj Evropi. Ljeti, kada hidroelektrane daju malo energije, kupuje se energija iz Austrije po 11 mills po kWh.

Premda se Jugoslavija na geografskoj karti nalazi na granici zemalja koje tvore SEV ona nije dio te grupe. Ona je federacija 6 socijalističkih republika, sa polaganim ali stalnim napretkom u smjeru ekonomskog razvoja počev od svog prvog petogodišnjeg plana (1947.—1951.).

Zajedničko sa većinom komunističkih zemalja je želja Jugoslavije da povuče nerazvijena područja svoje teritorije u smjeru ekonomske normalizacije, a ta njena nastojanja pokazuju značajni progres. Ta nerazvijena područja čine skoro 2/3 površine zemlje sa pučanstvom od 10,5 milijuna, što predstavlja polovicu stanovništva. Nekoliko činjenica može ilustrirati koliko su još 1962. godine ta područja bila nerazvijena. Dok je u Sloveniji i Hrvatskoj, bolje razvijenim dijelovima Jugoslavije, potrošnja električne energije za potrebe domaćinstava iznosila 217,4 odnosno 135,5 kWh po glavi stanvnika, ona je bila manja od 70 kWh u osjenčanim dijelovima na karti, a u Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini čak svega 25,8 kWh.

Činjenica je da Jugoslavija jako napreduje u razvijanju vlastite industrije energetske opreme. Ona sada proizvodi kotlove kapaciteta do 200.000 lb pare na sat. U međuvremenu ona kupuje ono što joj treba, bilo iz Rusije ili sa zapada, zavisno o najpovoljnijim financijskim uvjetima.

Kako se vidi iz ovog prijevoda, već u ovako kratkom prikazu (koji je svojstven časopisu »POWER«) ima dosta interesantnih podataka, premda ima i grubih grešaka, kao npr. ne spominje da imamo i vlastitu naftu.

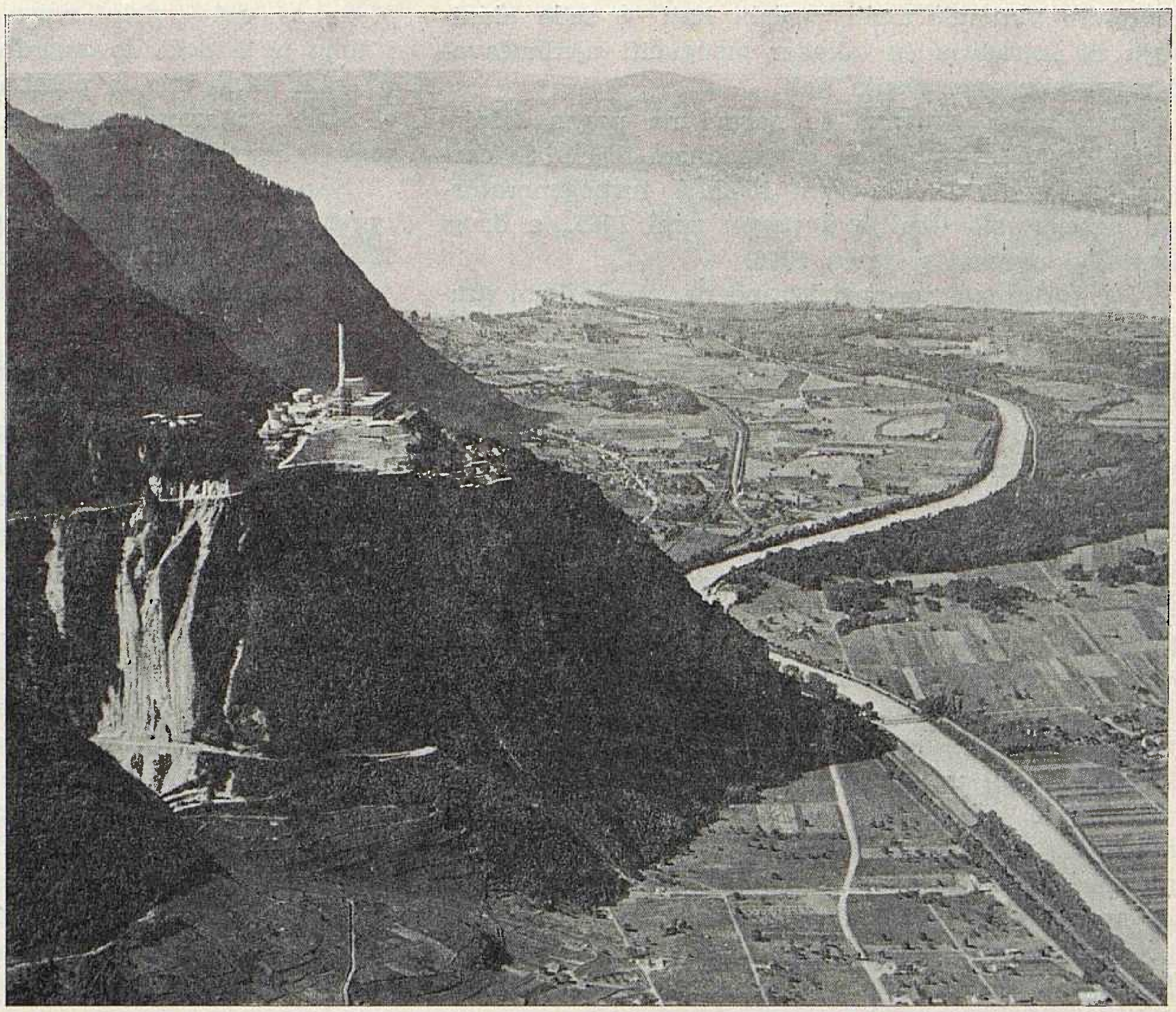
(*Power* 12/1966) *Lj. B.*

Švicarska prelazi na termoelektrane

Elektrana Vouvry je prvi primjer činjenice da se u Švicarskoj odigrava korjenita promjena. Ona uključuje povezivanje jedne termoelektrane sa susjednom rafinerijom nafte čije teško ulje, proizvedeno kao nusprodukt, služi kao pogonsko gorivo za parne kotlove.

Švicarska je krov Evrope sa kojeg vode teku u četiri pravca: prema Sredozemlju, Jadranu, Sjevernom moru i Crnom moru. Zemlja raspolaže s relativno najvećim hidroelektričnim potencijalom od svih industrijski razvijenih zemalja, i to kako u pogledu na specifičan potencijal po glavi stanovnika, tako i po kvadratnom kilometru svoje površine. Vodena energija, koja se često naziva i »bijeli ugljen« u početnim fazama njenog razvoja, je jedini izvor energije koja se nalazi u Švicarskoj u značajnim količinama; to je uglavnom i jedino prirodno bogatstvo kojim zemlja raspolaže. Jeftina električna energija proizvede-

Neuobičajena lokacija termoelektrane



na iz »bijelog ugljena«, tj. energija iz hidroelektrana služila je za osnovu za podizanje visoko razvijene industrije. Mašinogradnja, kemijska industrija i proizvodnja aluminija — da spomenemo samo nekoliko industrijskih grana — bile su u stanju da postanu konkurentne na međunarodnom tržištu usprkos visokih plaća i skupih sirovina, zbog visokih transportnih troškova, zahvaljujući sve do nedavna obilnoj snabdjevenosti jeftinom hidrauličkom energijom.

U zemlji koja je protivna svim vidovima državne kontrole, snabdijevanje električnom energijom je osigurano od strane otprilike dvanaestak kompanija koje su organizirane kao nezavisne ekonomske organizacije. Te kompanije su s uspjehom izgradile dobro funkcionirajući sistem elektrana na rijekama i akumulacionim kapacitetima koji su omogućavali — izuzev u nekoliko godina sa izrazito niskim padavinama — da se pokrije potreba za električnom energijom kako pučanstva, tako i industrije Švicarske. Razlike u proizvodnji električne energije između kišnih i sušnih godina se kompenziraju izmjenom električne energije sa susjednim zemljama. To se postiže slobodnom kooperacijom između zainteresiranih proizvođača električne energije bez uspostavljanja jedne centralne kontrolne organizacije.

Tri su osnovna razloga koji pridonose činjenici da od početka šezdesetih godina hidroenergija počinje da gubi svoj monopol na švicarskom tržištu električne energije:

— Stalno rastuća potražnja električne energije od strane industrije i domaćinstava
— Rapidni rast troškova izgradnje hidroelektrana
— Važnost koja se pridaje sačuvanju prirodnih ljepota i uvjetima koji bi mogli biti ugroženi prestjeranim korištenjem vodenog potencijala.

Cijena bi mogla biti previsoka da se realiziraju svi preostali projekti za korištenje potencijalne vodene energije, i to kako materijalno, uslijed povećanih troškova izgradnje, tako i u pogledu na štete koje bi se nanijele hidrološkim prilikama zemlje. Švicarski proizvođači električne energije stoga prelaze na podizanje termičkih (a i nuklearnih) elektrana, s posebnim osvrtom na ova dva glavna zahtjeva:

— Proizvodnja energije tokom zime kroz 2.000 do 3.000 sati u vrijeme niskog vodostaja rijeka i nedovoljne proizvodnje energije u hidroelektranama
— U budućnosti kao dodatna proizvodnja temeljne energije tokom cijele godine.

U sadašnjem trenutku se prvi zahtjev može ekonomično ispuniti samo od strane termoelektrana; drugi zahtjev će u budućnosti biti vjerovatno zadatak atomskih centrala.

Termoelektrane na klasično gorivo imaju zadatak da snabdijevaju bazično opterećenje u stanovito doba godine i mogu se izgraditi kao moderne elektrane s velikom efikasnošću. To je potrebno i zbog činjenice, da je ložno ulje skupo zbog dugačkog transporta dovlačenja i što će ove elektrane raditi punom snagom kadgod budu u pogonu, i tako proizvoditi razmjerno veliku količinu kWh. Vršno dnevno opterećenje tokom zime će još kroz mnogo godina podmirivati skoro isključivo veliki akumulacioni pogoni. Nekoliko

pumpnih akumulacionih pogona koji se sada planiraju ili izgrađuju će također omogućiti ujednačavanje krivulje opterećenja ljeti.

Prva termoelektrana te naravi na pogon ložnim uljem je sada izgrađena u zapadnom dijelu Švicarske u kantonu Valais. Prvi 150 MW turbogeneratorski agregat stavljen je u pogon zimi 1965., a drugi identični agregat u jesen 1966.

Lociranje ove termoelektrane na planinskom grebenu 400 metara iznad nivoa doline rijeke Rhone je prilično neuobičajeno i traži objašnjenje. Termoelektrana je predviđena da upotrebljava proizvode ronske rafinerije koja se nalazi blizu gornjeg kraja Ženevskog jezera i trebala bi stoga da je izgrađena blizu ove rafinerije. Dolina Rhone, koja je okružena visokim planinama, nije jako pogodna za smještaj jedne termoelektrane zbog toga što vrlo često tokom zime, u vrijeme kada termoelektrana treba da radi punim pogonom, dolazi do meteoroloških uvjeta nazvanih inverzija. To je inverzija temperatura pri kojoj su topli slojevi zraka na velikim visinama položeni povrh hladnog sloja zraka koji puni dno doline. Prilikom takovih uvjeta stvara se magla u dolini, dok više regije imaju blago i bistro vrijeme. Plinovi iz dimnjaka se ne mogu dizati više nego što je razina plohe koja razdvaja hladni i topli zrak, i uslijed toga bi koncentracija ispušnih plinova u zraku u dolini premašila dozvoljene granice u vrlo kratko vrijeme. Da bi se izbjegla ta opasnost termoelektrana je smještena na većoj visini nego što je horizont inverzije i time neće doći do zagađivanja atmosfere u dolini dimnim plinovima, a posebno sumpor-dioksidom koji se stvara izgaranjem ulja sa visokim sadržajem sumpora iz spremišta.

Kao što je ranije spomenuto, termoelektrana je opremljena sa dva turbogeneratorska agregata od po 150 MW. Dva protočna parna kotla, kapaciteta od po 460 tona pare/sat pod pritiskom od 190 kg/cm² i 540 °C temperature izlazne pare sa ponovnim zagrijavanjem na 540° C. Napon na stezaljkama generatora nazivne snage 175 MVA je 14,5 kV.

Voda za hlađenje kondenzatora konstruiranih za vakuum od 0,038 atmosfera hladi se u tornjevima sa prisilnom cirkulacijom. Voda za dopunu sistema hlađenja i parnih kotlova mora se pumpama dovući sa dna doline (rijeka Rhona), a to se odnosi i na potrebno ložno ulje.

Termoelektrana je građevina iz čelične konstrukcije. Zidovi su pokriveni prefabriciranim elementima Oni se sastoje iz vanjske aluminijske obloge, izolacionog sloja i oplate sa unutrašnje strane.

Prilaz do termoelektrane bio je težak — morala se izgraditi nova cesta uklesana u planinsku stijenu — ali uprkos nepogodnih klimatskih uvjeta, koji su usporavali izgradnju, bilo je potrebno samo 26 mjeseci od trenutka prvog početka radova do početka rada prvog generatorskog agregata.

(*Energy* 3/1967) *Lj. B.*

Ekonomska usporedba nuklearne elektrane sa elektranom na ugljen

Udruženje Tennessee Valley Authority (TVA — Oblast doline Tennessee) dalo je narudžbu poduzeću General Electric (GE) da do 1970/71 god. sagradi jednu nuklearnu elektranu 2200 MW sa dva termalna reaktora hlađenja i moderirana vodom sa isparivanjem (SWR — Siederwasserreaktor), u Browns-Ferry, Alabama. Za razliku od novo postavljene elektrane na ugljen od nuklearne se elektrane očekuje ušteda od 400 milijuna DM samo za prvih 12 godina pogona. Predviđeno mjesto gradnje leži u području niskih cijena američkih ugljena, pa je davanju narudžbe prethodila naročito kritička ekonomska usporedba. Pored dviju ponuda za nuklearnu elektranu od General Electric i Westinghouse dane su i tri ponude za elektranu na ugljen također od General Electric i Westinghouse kao i od Brown Boveri i Cie. Razmatralo se davanje narudžbe za cjelokupno dovršenje, ali se TVA ipak odlučila da planiranje i gradnju provede u vlastitoj režiji. Odgovornost za reaktor sa kućištem kao i druge važne dijelove postrojenja preuzimaju odgovarajući isporučioci. Potrebno je upoznati se sa nekoliko pretpostavaka i rezultata ekonomske usporedbe.

Za slučaj izbora elektrane na ugljen predvidjelo se kao mjesto gradnje Cumberland City, Tennessee. Cumberland City leži u području niskih cijena ugljena, povoljnih transportnih puteva kao i velike potrebe za električnom energijom. U obzir se uzelo snagu elektrana od 868 MW do 1260 MW. Kod uspoređivanja pojedinih dijelova postrojenja uzete su u obzir samo najpovoljnije ponude. Djelomično su bile korištene optimalne cijene jedne izvedene elektrane. Kotao i turboagregat bili su ponuđeni odvojeno. Elektrana bi trebala raspolagati sa dva bloka. Predviđeni su bili kotlovi s prirodnom cirkulacijom zraka, s jednostavnom komorom sagorijevanja, s loženjem ugljene prašine i mlinovima za ugljen na svakoj strani komore za sagorijevanje. Troškovi za turbinsku halu, uređaj za ugljen, mjernu i regulacionu opremu, zalihe rezervnih dijelova i drugi građevinski uređaji, nisu smjeli prekoračiti nužnu mjeru. Nadalje je bio pla-

Tehnički podaci za usporedbene elektrane

Tablica 1

	Elektrana sa SWR	Elektrana sa DWR	Elektrana na ugljen
Broj jedinica	2	2	2
Električna bruto snaga po jedinici MW	1098	1033	1117
Električna neto snaga po jedinici MW	1065	995	1103
Spec. potrošak topline (neto) kcal/kWh	2661	2658	2254
Stanje pare ispred turbine			
— Apsolutni pritisak at	68	52	245
— Temperatura °C	283	265	550/550

SWR — Siederwasserreaktor = Termalni reaktor hlađen i moderiran vodom sa isparivanjem
DWR — Druckwasserreaktor = Termalni reaktor hlađen i moderiran vodom pod pritiskom

niran elektrofilter. Ugljen bi se morao dopremati tračnicama. Pretpostavilo se da se u odnosu na temperaturu rashladne vode kod povratnog voda ne postave ograničavajući zahtjevi. Blok 1 bi trebao ići u pogon 1970. godine, a blok 2 jednu godinu kasnije. Čvrste ponude za ugljen osiguravane su za 10 do 12 godina.

Kao mjesto gradnje za nuklearnu elektranu bio je odabran Browns Ferry Alabama na abalama rijeke Tennessee. Izvođač nuklearne elektrane trebao je zbog sigurnosti ponuditi nuklearni kao i konvencionalni dio postrojenja. Ponude su bile tražene za DWR i SWR. Da bi se omogućila usporedba sa elektranom na ugljen, trebalo je, gdje je to moguće, odrediti kriterij za tehničke podatke koji odgovaraju jednom konvencionalnom postrojenju. Kod nuklearne elektrane nije se dalo pretpostaviti ograničenje rashladne vode. U slučaju izbora SWR bila bi oba reaktora smještena u jednoj zgradi. Neto toplinska snaga kotla odgovarala bi u svako vrijeme garantiranoj snazi turbine. Za nuklearno gorivo utvrđena je garantirana cijena za prvih 12 godina pogona do 1982. godine.

Usporedba cijena proizvodnje za prvih 12 godina pogona

Tablica 2

		SWR	DWR	Ugljen
Neto električna snaga	MW	2129	1989	2206
Cijena goriva	DM/Gcal	1,88	2,09	3,00
Cijena postrojenja	DM/KW	464	485	468
Cijena proizvodnje				
— Amortizacija cijene postrojenja (35 god. 4,5%)	Pf/kWh	0,356	0,372	0,360
— Gorivo	Pf/kWh	0,500	0,556	0,676
— Pogon i održavanje	Pf/kWh	0,076	0,072	0,096
— Nuklearno osiguranje	Pf/kWh	0,016	0,016	—
Zbir cijena	Pf/kWh	0,948	1,016	1,132

Osobine elektrane na ugljen jako se razlikuju od osobina nuklearne elektrane, pa je bila moguća usporedba samo na bazi cijene proizvedene struje. K tome treba dodati da se pojedine elektrane u manjoj mjeri razlikuju i po snazi. Snage reaktora odgovaraju vrijednostima proizvođača, a moguće povišenje snage nije uzeto u obzir. DWR dostiže iz tehničkih razloga tek nakon 6 mjesečnog rada svoju najveću snagu. Za otpis postavljeno je 35 godina, 4,5% kamata i faktor iskorištenja od 85%.

Cijena nuklearnog goriva stalno se smanjuje s obzirom na napredak nuklearne tehnike. Prema obavještenju TVA iznosila bi npr. cijena za nuklearno gorivo GE 2,37 DM/Gcal u 1970. godini i smanjila bi se na 1,66 DM/Gcal do godine 1982. Ovo smanjenje je uzeto u obzir, pa je za vremensko razdoblje od 1970—1982. utvrđena srednja vrijednost cijene goriva u visini 1,88 DM/Gcal. Kod DWR bilo je isto tako postupljeno. TVA zadržala si je ipak pravo da bilo kada odstupi od ugovora za kupnju goriva u slučaju dobivanja jeftinije ponude od druge strane. Cijena goriva za prvu jezgru prvog SWR iznosila bi 133 916 000 DM. K tome treba dodati 8,0 mil. DM kamata. Prva jezgra drugog SWR zahtijevala bi 131,576.000 DM i jedan isto tako veliki iznos kamata. Odgovarajuće vrijednosti za DWR iznosile bi 99,788.800 DM i 99,251.200 DM, kao i po 6 mil. DM za kamate.

Iako je početna cijena jezgre SWR veća, ipak su specifične cijene po jedinici topline manje, jer je snaga jezgre SWR veća od snage DWR. Specifična cijena goriva po kWh koleba kod SWR između 0,628 Pf u 1970. godini i 0,436 Pf krajem 1982. godine. Odgovarajuće vrijednosti DWR leže 1970. god. kod 0,712 Pf i 1982. godine kod 0,500 Pf.

Elektrana na ugljen treba kod pogona sa punim opterećenjem 6,5 Mil. t ugljena godišnje. Poduzeća ugljenokopa i željeznica zahtijevaju kod uvođenja specijalnih vlakova 3,00 DM/Gcal. Cijena pogona i održavanja konvencionalne elektrane procijenjena je na 0,096 Pf/kWh, kod SWR 0,076 Pf/kWh, i 0,072 Pf/kWh kod DWR.

Najniže proizvodne cijene prvih 12 godina pogona postižu se sa SWR. One su niže oko 0,068 Pf/kWh od onih kod DWR i oko 0,184 Pf/kWh ispod cijena proizvodnje elektrana na ugljen. To daje godišnju uštedu od 10,8 odnosno 29,2 Mil. DM. Konačne usporedbene vrijednosti svih troškova za prvih 12 godina pogona, tj. za razdoblje garantirane isporuke goriva, kao i za vrijeme od 25 godina sa najpouzdanijim postojećim podacima sadrži tablica 3. Na osnovu 12 godina pogonskog razdoblja ušteda za SWR iznosi 54 DM/kW prema DWR i 122,0 DM/kW prema elektranama na ugljen.

Prikaz vrijednosti investicija i usporednih vrijednosti troškova proizvodnje danih u DM/kW

Tablica 3

	12 godina			25 godina		
	SWR	DWR	Ugljen	SWR	DWR	Ugljen
Troškovi postrojenja elektrane	464,0	485,0	468,0	464,0	485,0	468,0
Suma troškova godišnje proizvodnje (4,5%)						
— Cijena goriva	331,2	368,4	446,8	478,0	541,2	773,6
— Pogon i održavanje	51,2	47,2	63,2	84,4	76,6	99,2
— Nuklearno osiguranje	9,6	9,6	—	15,2	15,2	—
Ukupna cijena	856,0	910,2	978,0	1041,6	1117,8	1304,8

S izvođačima postrojenja za nuklearnu energiju raspravljalo se o mogućnosti povećanja snage. Kod polaganja reaktora i turbogeneratora dogovoren je negarantirani 10 postotni porast snage. U slučaju DWR bio bi moguć 4 postotni porast na 1074 MW. S time bi bila smanjena specifična cijena postrojenja za oko 19,2 DM/kW. Kod SWR je moguće 5 postotno povećanje snage na 1152 MW. Budući da postrojenje može biti u pogonu i bez najviših predgrijača napojne vode moguće je daljnje povećanje snage turbine na 1188 MW. To bi odgovaralo ukupnom povećanju snage od 8% i smanjenju cijene za oko 35,2 DM/kW.

Na izbor mjesta nuklearne elektrane utjecali su konačno i troškovi mreže. Oni su iznosili 0,008 Pf/kW za nuklearno postrojenje u Brown Ferry i 0,028 Pf/kWh za elektranu na ugljen u Cumberland City. Za 12 godina pogona to daje razliku oko 20 DM/kW.

(Prema: »Atom und Strom«, Januar 1967.)

M. Jeras

Toplana Frankfurt — Niederrad*

Poduzeće »Die Stadtwerke Frankfurt« gradi Toplanu Frankfurt-Niederrad za pokrivanje potrošnje električne energije i topline koja je u stalnom porastu. Težišta potrošnje topline su naselja Niederrad, Goldstein i Zračna luka Rhein-Main.

Pokrivanje sve većih potreba energije traži dalekovidnu i svrsishodnu energetsku politiku. U Frankfurtu je prije dvije godine izrađen program s glavnim smjernicama za buduću energetsku politiku grada. U tom programu predviđena je na prvom mjestu izgradnja prve etape Toplane Niederrad sa jedinicom 62 MW. (Cijena oko 63 mil. DM). Druga etapa gradnje trebala bi uslijediti prema tom programu već u 1972. Postrojenje srednjetlačnog kotla bit će gotovo u proljeće, a postrojenje visokotlačnog kotla u jesen 1967. Područja u Niederradu i Goldsteinu su veliki potrošači topline, pa se je mogla izgraditi neobično velika i ekonomična toplana. U konačnoj izgradnji bit će proizvodnja topline 342 Gcal/h.

Toplana treba opskrbiti pet naselja, zatim nebodere, univerzitetske klinike, istraživačke institute i zračnu luku Rhein-Main, koja sama troši 40% proizvedene energije.

Topla voda od 130° C vodi do potrošača u četiri dvostruka voda za odlaz i povrat (sa 50 do 70 cm promjera). U ljetu kod visokih vanjskih temperatura bit će polazna temperatura tople vode 70° C. Ukupna dužina mreže za daljinsko grijanje iznosila bi u konačnoj gradnji 25 km, koje bi cijena bila 40 mil. DM. Za sada je položena oko polovica predviđene toplovodne mreže.

Načinjen je plan izgradnje toplovoda od Toplane Niederrad prema zračnoj luci sa svim potrebnim uređajima i izračunata je veličina troškova. Do jeseni 1967. treba biti položen cca 8 km dugi toplovod do zračne luke. Potreba topline zračne luke vrlo je velika. Za usporedbu, potrebna toplinska snaga zračne luke dvostruko je veća od potpunog osiguranja topline i potrošnje tople vode za sjeverozapadni dio Frankfurta koji broji 20.000 stanovnika. Tako velika potrošnja opravdava cijenu toplovoda od 21 mil. DM. Osim toga osigurana je ekonomičnost opskrbe toplom vodom zračne luke sa visokim brojem sati iskorištenja. Samo od tog toplovoda (Toplana Niederrad — Zračna luka) očekuje se nakon konačne izgradnje prihod od preko 10 mil. DM. godišnje.

Kod osiguranja električnom energijom jednog grada veličine Frankfurta, velik značaj pokraj ekonomičnosti postrojenja ima i pitanje mjesta postavljanja. Sa svojom razmjerno velikom električnom snagom u konačnoj gradnji, bit će toplana Niederrad treći osnovni nosilac osiguranja Frankfurta strujom uz dvije već postojeće elektrane. Ova tri pogona povezana su 110 kV vodom koji se vodi dijagonalno kroz gradsko područje.

Ekonomičnost toplane ovisi o visini specifične cijene gradnje i u velikoj mjeri o cijeni goriva. Toplane na bazi ložnog ulja ili zemnog plina su danas već sposobne da konkuriraju toplanama na ugljen. Ova nova energetsko-politička spoznaja bila je primijenjena već kod Toplane Niederrad, pa će kao gorivo za ovaj pogon biti upotrebljen zemni plin (u pogonu osnovnog opterećenja) i ložno ulje (u zimskom i vršnom pogonu). U vrijeme kada raste potrošnja plina, toplana će raditi na ložno ulje. Na taj način bit će postignuto ravnomjernije opterećenje plinskog dalekovoda, čime se postizava veća ekonomičnost.

Ukupna površina toplane sa sporednim postrojenjima iznosi 20.000 m². Osnovne mjere za kotlovnicu, strojarnicu i komande su: dužina 90 m, širina 70 m i visina 43 m. U prvoj etapi gradnje ugradilo se cca 18.500 m³ armiranog betona i 1.500 t čelika.

U konačnoj etapi bit će montirana dva visokotlačna kotla, dva srednjetlačna kotla i dva turboagregata sa ukupnom snagom 125 MW. Njima se može proizvesti 600 GWh što je cca polovica sadašnje potrošnje električne energije grada Frankfurta. Generatorima može se proizvoditi električna energija kada potrošnja topline, na primjer u ljetnim mjesecima, nije dovoljno velika. Potrebna količina od 14.000 m³/h rashladne vode dobavlja se iz Maine s dva kanala promjera 2,2 m.

Visokotlačni kotao proizvodit će 230 t/h pare pritiska 175 at i temperature 535 °C. Postrojenje radi s međupregrijavanjem. Visokotlačni kotao ima građevinsku visinu 40 m, a ukupna dužina čeličnih cijevi ugrađenih u kotao iznosi 62,8 km.

Srednjetlačni kotao imat će proizvodnju pare 130 t/h pritiska 17 at i temperature 250 °C. Dužina cijevi iznosit će 31 km. On će raditi samo u zimskom razdoblju kada je potrošnja topline naročito visoka.

Toplana će biti građena potpuno zatvoreno, s prigušenjem zvuka. Time će uznemirivanje susjedstva biti sa sigurnošću uklonjeno. Uslijed ovog zatvorenog načina gradnje potrebni su veliki uređaji za provjetravanje i rashladni strojevi za temperiranje u toplani. Cijena ovih postrojenja iznosi otprilike 1,5 mil. DM.

Dimnjak toplane visok je 100 m. Potporanj dimnjaka sastoji se od armiranobetonskog postolja. U postolje dimnjaka ulaze 3 kanala dimnih plinova izrađena od čeličnog lima. Svaki visokotlačni kotao vodi se odijeljeno na jedan kanal, a srednjetlačni kotlovi na treći kanal. Dimni plinovi izlaze iz dimnjaka izuzetno velikom brzinom od 40 m/sek. Ova je izvedba izabrana da se dobije dovoljno veliki uzgon i kod nepovoljnih vremenskih prilika. Osim toga postoji mogućnost da se u to vrijeme troši ložno ulje sa malim sadržajem sumpora. Kod loženja zemnim plinom, uz naprijed navedene mjere sigurnosti, neće dolaziti do poteškoća s izlaznim dimnim plinovima, čađom i talogom sumpornog dioksida.

Od 1968. godine namjerava se 80% ukupne potrebe goriva toplane pokriti zemnim plinom, a samo 20% teškim uljem. Teško ulje upotrebljavalo bi se samo za hladnih dana, kada je naročito visoka potrošnja plina za kućanstvo i industriju u Frankfurtu

---

* Prema članku »Die Stadtwerke Frankfurt am Main«, dipl. ing. Karl Jung.

i okolici. Poduzeće »Main Gaswerke« postiže time povoljniji faktor iskorištenja svojih transportnih vodova za plin iz Holandije. Gradski pogoni toplane nadaju se da će isključivanjem potrošnje plina iz zimskih vršnih opterećenja postići niže cijene goriva, koje će biti ispod cijena ugljena. Rezervoar ložnog ulja zapremnine 30.000 m³ osigurava dovoljnu količinu ulja za pogon kotlova u zimskim vršnim opterećenjima.

Elektrana, toplana, susjedni pogoni te strujna mreža bit će centralno upravljani. Upuštanje, pogon i regulacija svih kotlovskih i strojnih jedinica potpuno je automatizirano. Za taj pogon nije potrebna kontrola osoblja na strojnim i kotlovskim jedinicama. Financijski rashod za to je razmjerno velik. Mjerenje i regulacija zahtijeva za prvi stepen gradnje 3,5 mil. DM. S potpunom automatizacijom može se sigurnije voditi pogon uz manji broj ljudi. Za posluživanje, održavanje i popravak elektrane, priključnih pogona i mreže daljinskog grijanja bit će potrebno u konačnoj etapi samo 100 ljudi, što je vrlo malo u odnosu na to, da će toplana raditi u pet smjena.

Pet vršnih kotlova sa snagom od ukupno 60 Gcal/h je već tri godine u pogonu. Sa ovim vršnim kotlovima može se već danas osigurati petina kasnije potrošnje topline.

(»*Elektrizitätswirtschaft*« br. 2 od 16. I 1967.)

M. Jeras

Pregled elektroničko-računskih uređaja u elektroprivredi Austrije

Elektrodistributivna poduzeća Slovenije uvode elektroničko-računski centar u svoje poslovanje. Kako se nalaze već u fazi primjene tog uređaja, centrala IBM-a u Beču organizirala je za elektrodistributivna poduzeća Slovenije pregled raznih tipova elektroničko-računskih uređaja u demonstracionom centru i u elektroprivrednim poduzećima Austrije.

Studijem elektroničko-računskih uređaja bavi se i Institut za elektroprivredu Zagreb, pa je, u cilju proučavanja rada tih uređaja u elektroprivrednim organizacijama s većim iskustvom, uspostavio kontakte sa Saveznim elektroprivrednim poduzećem u Beču: Österreichische Elektrizitätswirtschafts A. G. Verbundgesellschaft i s poduzećem Österreichische Draukraftwerke A. G. u Celovcu i dogovorio pregled i konkretni rad tih uređaja u poslovanju.

Dogovorno s predstavnicima elektrodistributivnih poduzeća Slovenije sinhroniziran je aranžman Instituta za elektroprivredu i elektrodistributivnih poduzeća Slovenije, tako da se pregled i upoznavanje s radom elektroničko-računskih centara elektroprivrede Austrije obavi zajednički.

U ekipi za proučavanje elektroničko-računskih uređaja u poslovanju elektroprivrednih poduzeća Austrije bilo je 11 iz elektrodistribucije Slovenije, 1 iz Instituta za elektroprivredu Zagreb i 1 iz Biroa Poslovnog udruženja elektrodistribucije Hrvatske.

Ekipa se zadržala u Austriji četiri dana za koje vrijeme je obišla, bilo skupno bilo podijeljeno u dvije grupe, slijedeće organizacije:

1. Centralu IBM-a u Beču
2. Elektroprivredno pokrajinsko poduzeće NEWAG u Beču
3. Savezno poduzeće za elektroprivredu Austrije — Österreichische Elektrizitätswirtschafts A. G. Verbundgesellschaft u Beču
4. Elektrodistributivno poduzeće Graza — Stadtwerke Graz
5. Savezno elektroprivredno poduzeće — Österreichische Draukraftwerke A. G. Celovec

U centrali IBM-a demonstrirani su elektroničko-računski uređaji i prikazane su sve one radne funkcije elektroprivrednih poduzeća koje obavlja elektronički računar. Posebna ekipa stručnjaka IBM-a dala je iscrpna obrazloženja i odgovore na sva postavljena pitanja.

Predstavnici IBM-a utvrdili su program obilaska elektroprivrednih poduzeća i kod njih zajedno sa stručnjacima iz elektroprivrede prikazali rad elektroničko-računskih uređaja u poslovanju poduzeća. Sva citirana poduzeća, osim Verbundgesellschaft Wien uvela su u svoje poslovanje elektroničko-računske aparature već prije 7 i više godina, pa raspolažu s bogatim iskustvom u periodu uvođenja i rada tih uređaja.

Osim raznih složenih tehničkih proračunavanja u vezi s izgradnjom i pogonom svih elektroenergetskih postrojenja, na elektroničko-računskim aparatima vrše se i slijedeći masovni poslovi:

— obračun i fakturiranje potroška električne energije;
— obračun nadnica radnika i plaća službenika;
— materijalno knjigovodstvo;
— financijsko knjigovodstvo;
— knjigovodstvo osnovnih sredstava, investicija i kredita;
— obračun proizvodnje;
— knjigovodstvo plana i njegovog izvršenja;
— statistika.

U razgovorima s predstavnicima elektroprivrednih poduzeća istaknuto je, da je najviše poteškoća bilo u periodu pripreme, koji traje i do dvije godine. U toku pripreme trebalo je prethodno riješiti mnoga organizaciona pitanja, ne samo s područja potrebne nove podjele rada, nego i s područja koordinacije radnih funkcija, kompetencija i komunikacija odgovarajućih dokumentacija u poduzeću. Naročito osjetljivo je područje ljudskih odnosa, koji se rješavaju na temelju iskustvom provjerenog programa. Može se reći da ako se u toku pripremnog perioda dobro riješe svi elementi i osiguraju racionalni uvjeti i solidna osnova, onda elektroničko-računska aparatura radi besprijekorno i naglo unapređuje cjelokupno poslovanje privredne organizacije.

B. T.

Mjerenje nivoa šuma malih motora

U članku se opisuju iskustva o mjerenju šumova i vibracija malih motora (gramofonskih i sličnih). No, u principu je ovakva mjerenja moguće izvoditi i na bilo kakvim motorima. Taj je postupak koristan iz dva razloga. Jedan je ustanovljenje iznosa buke koja smeta ljudima oko tog izvora, a drugi, koji je čak i korisniji, ustanovljenje grešaka u samim motorima. Naime, mjerenjem vibracija i šumova mogu se ustanoviti nepravilnosti izrade, kao što su neizbalansiranost masa, greške u namotajima, greške u ležajima i slično.

Autori ukazuju na mogućnost ovakvih mjerenja, ne u gluhim ili reverberacionim komorama, koje su ogromnih dimenzija (barem oko 200 m^3) i prema tome skupe, nego u tunelima mnogo manjih dimenzija. Uvjet je jedino, da tunel mora biti 3—4 puta dulji od najveće dimenzije ispitivanog predmeta.

Osim toga se govori i o mjerenju na otvorenom prostoru, pri čemu se spominju američki propisi za takva mjerenja: uzorak mora biti bučniji od buke okoline barem za 10 dB u čitavom frekvencijskom pojasu mjerenja. Konstatira se da u Evropi još uopće nema sličnih propisa.

Nadalje se daje opis samih mjerenja. Prvo su se mjerile vibracije motora s pomoću mjerne sonde. Praktički se to izvodilo u frekvencijskom pojasu ispod 500 Hz s oktavnim filtrima. Pri tom su ustanovljene greške u namotajima, kao i nedovoljna izbalansiranost dijelova motora. Mjerenjem nivoa šumova s pomoću mikrofona iznad 500 Hz i s odgovarajućim oktavnim filtrima pronađene su greške u ležajima motora.

Iz gornjeg je vidljivo, da su ova mjerenja vrlo korisna za dobivanje raznih podataka potrebnih konstruktorima novih motora.

(Tehnika, Beograd, 1967. br. 3 str 482—484.)

M. Vujnović

Problem buke gradskih transformatorskih stanica

U članku pod gornjim naslovom, objavljenom u ETZ-A Bd 88 (1967) dan je kratak izvadak iz časopisa Elektrotehnika (Budapest) Bd 9 (1966), S. 384—361; 22 B., 21 Qu. gdje su prikazana iskustva o buci transformatora postavljenih u stambenim dijelovima grada i povezanih 120 kV kabelima. Svrha navedenih ispitivanja bila je naći postojeće nivoe buke s namjerom donošenja propisa i normi za buduću praksu.

Mjerenja nivoa zvučnog pritiska izvođena su na 22 transformatora na udaljenosti 0,5 m i 3 m. Pri tom je ustanovljeno da su glavni izvor buke rashladni uređaji (ventilatori), dok sama magnetostrikcija limova manje doprinosi ukupnoj buci. Prema uvjetima kod ovih mjerenja, gdje su ujedno razmatrane i razne zaštitne pregrade, moguće je postaviti neke izraze koji omogućuju procjenu nivoa budućih transformatora, što je i bila glavna namjera ovih radova.

Radi dobivanja oslonca za daljnja iskustva, ispitivano je i reagiranje stanovništva na ovu buku. Međutim, ovaj faktor nije dao određen odgovor, jer su reagiranja bila različita.

Kao prijedlozi za budućnost date su neke upute za smanjenje buke u pogledu magnetskog izvora smetnji. Ujedno je predloženo, da se transformatori u stambenim dijelovima grada ne postavljaju na otvorenom prostoru.

(ETZ-A Bb 88, 1967, H. 3, S. 86)

M. Vujnović

Buka električnih postrojenja

Dva su kvalitetno različita izvora buke u većim električkim postrojenjima. To su energetski transformatori, koji su jednostavniji u pogledu buke, i razni motori, generatori, pumpe, ventilatori, kao kompliciraniji izvori buke. Koliko su razmatranja buke električkih postrojenja komplicirana dokazuje mali broj referata na posljednjoj IEE konferenciji o buci i njenom sprečavanju. Od 24 referata samo su dva s tog područja (jedan o transformatorskoj buci, a drugi o buci manjih motora).

Razmatrajući transformatore autori ovih referata ukazuju na magnetostrikciju kao uzročnika buke, kao i na činjenicu, da se ta buka sastoji od osnovne pobudne frekvencije 100 Hz, te njenih viših harmonika. Buku stvara jezgra, a prenosi je nestlačivo ulje na kotao.

Sprečavanje buke izvodi se oklapanjem transformatora metalnim pločama. Pri tome samo treba paziti da čitava jedinica ne pravi veću buku nego bez oklopa. Naime, s jedne strane vibriraju i nosači zajedno s jezgrom, pa se te vibracije prenose na oklop. Stoga treba koristiti takve ploče, koje su po konstrukciji čvrste, a dinamički mlohave kod 100 Hz i iznad (traži se da im rezonantna frekvencija bude što je moguće niža od 1/3 pobudne frekvencije — dakle ispod nekih 30 Hz). S druge pak strane, unutar oklopa može doći do povećanog zvučnog pritiska, ako se ne dimenzionira pravilno oklop. U vezi s tim problemom, daju se i neki praktični podaci o materijalima i dimenzijama tih ploča.

Mjerenje smanjenja buke oklapanjem, dalo je vrijednosti prigušenja buke za 6—8 dB (razlika buke oklopljenih i neoklopljenih transformatora kod raznih magnetskih gustoća od 90—110%). Pri tom je nekih 70% površine transformatora bilo oklopljeno, pa su dobivena nešto manja prigušenja, nego bi to bio slučaj kod posve oklopljenih jedinica.

Što se tiče buke motora, generatora i drugih uređaja, ona se specificira na razne načine. To ovisi o svrsi određivanja podataka o buci. Ako se traži kriterij za uspostavljanje buke raznih objekata, ili se želi ustanoviti subjektivni efekt buke, tada se mjerenje može provesti na jednostavniji način s pomoću fonometra (mjerenjem tzv. A, B, C nivoa). Međutim, ako se želi provesti zaštita od buke, pa se u tu svrhu mora zbrojiti buka svih izvora u prostoriji, tada su potrebni iscrpni podaci o njenom frekvencijskom spektru. U tu se svrhu izvodi spektralna analiza nivoa zvučnog pritiska u pojasima od oktave, ili 1/2 oktave,

ili 1/3 oktave. Konstruktori za svoje svrhe traže mjerenja u što užim pojasima.

Općenito je mjerenje buke motora teže izvedivo, jer zvučni pritisak u prostoru oko motora nije jednolik na jednakim udaljenostima od centra motora. Isto tako, zvučni pritisak u radijalnoj udaljenosti od centra motora ne slijedi zakon opadanja s kvadratom udaljenosti, nego nepravilno varira po intenzitetu. Stoga se danas ispituju pogodne metode za takva mjerenja, pa se čak za tu svrhu uzimaju u pomoć i elektronska računala.

(Electrical Review 1967, br. 4, str. 122—123.)

M. Vujnović

Primjena elektronskih računskih strojeva

Sjedinjene Američke Države vode kako u proizvodnji, tako i u primjeni elektronskih računskih strojeva. Od ostalih zapadnih zemalja su značajni Japan, Velika Britanija, Savezna Republika Njemačka, Francuska i dr.

Od pojave prvog komercijalnog računskog stroja, u roku od 15 godina, izredala su se tri pokoljenja strojeva. Značaj i prednost treće generacije strojeva sastoji se u mogućnosti da veći broj samostalnih modela mogu da rade po istom programu, komandama i uputama. Na taj način umjesto nekada pojedinačnih modela s posebnom unutrašnjom logikom, pojavljuju se veliki računski sistemi. Ovi sistemi omogućuju paralelan rad više programa, čime i manja poduzeća postaju korisnici računskih strojeva. Daljinska dojava podataka se može obavljati i preko telefonskih i telegrafskih linija.

Najraširenija metoda korištenja strojeva je davanje u najam (u SAD preko 80 %, a u zapadnoj Evropi 90%), s rokom iznajmljivanja na tri do pet godina, što omogućuje stalno usklađivanje strojeva sa razvojem tehnike.

Organizaciono sve veći značaj dobivaju elektronski računski centri, što je opravdano kada je osigurana dovoljna iskorištenost, a naročito kada se uzme u obzir da postoje problemi zbog nedovoljnog broja programera. Primjena elektronskih računala je u stalnom i intenzivnom porastu.

(*Privredni pregled*, 15. III 1967.) *B. T.*

Borba protiv buke u svijetu i kod nas

Sve veća industrijalizacija pojačava opći nivo buke i zato se u mnogim zemljama, pa i kod nas poduzima niz koraka da se taj nivo smanji.

U posljednje vrijeme pojavili su se u stranoj i u domaćoj stručnoj štampi članci o tome problemu i njegovom otklanjanju. Naša elektroprivreda je također zainteresirana za rješavanje tog problema, jer je zbog naglog povećanja konzuma i urbanizacije gradova prisiljena smjestiti transformatorske stanice u neposrednoj blizini stambenih naselja.

Institut za elektroprivredu Zagreb, također se bavio tim problemom izradivši još 1963. godine prema narudžbi bivše ZEPH elaborat pod naslovom »Problem postojeće buke transformatorskih stanica kao i njeno ublaživanje«.

Buka energetskih transformatora nije jedina buka, čak ni u samoj elektroprivredi, jer do buke dolazi i kod drugih električnih strojeva. Sve to nepovoljno utječe na ljude, smanjujući im psihičku i fizičku kondiciju. Da bi se povećao radni efekt čovjeka, nužno je taj problem što prije riješiti. Mnoge zemlje u svijetu najozbiljnije su se prihvatile otklanjanja buke, gdjegod je to potrebno. Sudeći po obimu akcija o kojima se piše, za rješenje tog problema ulažu se velika materijalna sredstva, znatno veća nego kod nas, gdje još nemamo niti odgovarajućih propisa o dozvoljenim nivoima buke, već se katkad služimo raznim tuđim propisima (VDE i NEMA).

Kao primjer mogli bi navesti slučaj Čehoslovačke gdje se održavaju specijalni tečajevi za konstruktore i projektante, koji treba da ih upoznaju sa sredstvima i mogućnostima smanjivanja nivoa buke.

Glavni predmeti teme na tim tečajevima su: fizikalne, fiziološke i tehničke osnove zaštite od buke; norme, propisi i procjena nivoa buke u vezi za zaštitom osoblja; metoda mjerenja buke i instrumenti i uređaji koji se u tu svrhu primjenjuju; tehnička sredstva za borbu protiv buke koja se širi kroz zrak; metode i sredstva koja se primjenjuju za snižavanje buke strojeva, zaštita od buke koja se širi kroz građevine, tehnička sredstva za borbu protiv buke koja se širi kroz razne konstrukcione sastavne dijelove, metoda za sniženje buke koja se širi kroz konstrukcione elemente, fizikalni i tehnički osnovi za zaštitu od potresa i vibracija, metode za snižavanje vibracija strojeva i dr.

(it-novine, 1967.) *I. Š.*

Elektrana Gundremmingen

Nuklearna elektrana Gundremmingen stavljena je u pogon 23. prosinca 1966. kod Günzburga na gornjem Dunavu u Saveznoj Republici Njemačkoj. Izgradnja elektrane je trajala 48 mjeseci. Kod punog opterećenja elektrana daje 252 MW. To je za sada najveća elektrana sa ključajućim reaktorima.

(*ÖZE* 3/67.)

Ulaganje investicija u elektroprivredu

Investicije u Saveznoj Republici Njemačkoj u elektroprivredu iznosile su za godinu 1964. oko 3,78 milijardi DM, a u 1965. 3,91 milijardi DM. Za 1966. umjesto očekivanog porasta pokazalo se potrebnim revidiranje plana te se računa da će investicije iznositi oko 3,88 milijardi DM, dok se za 1967. očekuje daljnji pad investicija na 3,61 milijarda DM, što znači pad za 7 % u odnosu na 1966.

(*ETZ-B* — 5/67)

IZVJEŠTAJ SABORU SRH

Udružena elektroprivreda SRH na sjednici Upravnog odbora 7. 7. 67. prihvatila je »Izvještaj o poslovanju i izgradnji u 1966.« iz kojeg dajemo značajnije dijelove:

Provedena reorganizacija proizvodnje i prijenosa električne energije u 1966. godini imala je određene energetske i ekonomske posljedice na poslovanje elektroprivrednih organizacija.

Osnovna promjena i posljedica reorganizacije u ekonomskom pogledu manifestira se u tome da je u novoj organizaciji eliminirano prelijevanje dohotka, tj. dohodak se formira na područjima u kojima se i stvara, jer realizaciju od prodaje električne energije ostvaruju združena poduzeća. Izuzetak u tom pogledu predstavlja sporazumno pokrivanje manjka na ukupnom prihodu Združenog poduzeća u Zagrebu od strane poduzeća u Rijeci i Splitu za vrijeme prijelaznog razdoblja, tj. do konca 1968. godine.

Izmijenjeni način donošenja odluka o proširenoj reprodukciji (one se u izmijenjenim uvjetima donose dogovorno između elektroprivrednih poduzeća) u suštini treba smatrati pozitivnim. Dogovorno donošenje odluka pretpostavlja, naime, usaglašavanje interesa svih zainteresiranih, čime i odluke dobivaju na svojoj kvaliteti. Međutim, suprotan je slučaj onda ako su odluke rezultat kompromisa užih interesa ili je njezino donošenje paralizirano uslijed neslaganja.

Novi uvjeti privređivanja u elektroprivredi doveli su i do promjena u internim ekonomskim odnosima unutar združenih poduzeća. U protekloj godini, a nastavno i danas, traže se i primjenjuju novi odnosi u okviru kojih se vrši objektivnija raspodjela ukupnog prihoda združenih poduzeća. Pokušaj objektiviziranja raspodjele zajedničkog ukupnog prihoda predstavlja sasvim novi pristup tom problemu u elektroprivredi, a iniciran je i omogućen izmijenjenom organizacijom, kao i izmijenjenim uvjetima poslovanja.

Položaj organizacija u sastavu u pojedinim združenim poduzećima definiran je ugovorom o osnivanju pojedinog združenog poduzeća, te statutom i drugim općim aktima u skladu s ugovorom i on nije u svakom združenom poduzeću jednak. Ovaj položaj uvjetovao je sa svoje strane karakter, obim i funkcioniranje samoupravljanja na nivou samih združenih poduzeća, kao i unutar svake od organizacija u njegovom sastavu. Analizu položaja organizacija u sastavu i funkcioniranja samoupravljanja u njima i u združenim poduzećima, najbolje je moguće izvršiti u usporedbi sa stanjem prije provedene reorganizacije, tj. sa stanjem koje je vladalo u elektroprivredi prije donošenja novog Osnovnog zakona o elektroprivredi. Do suštinskih promjena došlo je u ekonomskom položaju i u pogledu odlučivanja o prostoj i proširenoj reprodukciji.

Naime, osnovne odluke o raspodjeli zajedničkog ukupnog prihoda kao i o proširenoj reprodukciji donose organi samoupravljanja organizacija u sastavu, a na nivou združenog poduzeća vrši se usklađivanje tih odluka. Međutim, u takvoj situaciji pojavljuje se opasnost suprotnih interesa odnosno atomiziranja odluka o onim pitanjima koja prelaze okvire interesa samih organizacija u sastavu, kao što je npr. slučaj s odlukama o proširenoj reprodukciji.

Provedena reorganizacija proizvodnih i prijenosnih elektroprivrednih organizacija nije dirala u postojeće organizacione odnose u distributivnim elektroprivrednim poduzećima, pa je distribucija električne energije zadržala dosadašnju organizaciju i ostala i i dalje organizaciono i ekonomski odvojena od djelatnosti proizvodnje i prijenosa.

Ocjenjivanje odnosno uspoređivanje ostvarenog energetskog i ekonomskog položaja u 1966. godini otežano je obzirom na izmijenjene uvjete privređivanja. Promijenjeni uvjeti privređivanja očitovali su se prvenstveno u povećanju cijene električne energije, te u izmijenjenim energetskim i ekonomskim odnosima, kako unutar područja SRH, tako i u odnosima prema susjednim područjima izvan SRH.

Proizvodnja električne energije udruženih elektrana u SRH ostvarena je u 1966. godini sa 3.376,6 mil kWh, koja je za 17% veća od proizvodnje u 1965. godini. Relativno veliko povećanje u odnosu na prethodnu godinu uslijedilo je zbog ulaska u redovnu proizvodnju HE Senj (ali bez akumulacije vode). Povećana proizvodnja elektrana u SRH kao i povećani udio hidroenergije u ukupnoj proizvodnji imali su utjecaja na znatna pomjeranja u odnosima hidro-termoenergija, kao i u udjelu vlastite proizvodnje u ukupno proizvedenoj i nabavljenoj energiji. Tako je učešće proizvodnje elektrana SRH povećano od 69,8% u 1965. godini na 78,9% u 1966. godini u ukupno proizvedenoj i nabavljenoj energiji, dok je proizvodnja hidroenergije s povećanjem od 22% učestvovala sa 69,4% u ukupno proizvedenoj i nabavljenoj energiji u 1966. godini prema 58,7% u 1965. godini. U vezi s gornjim podacima proizvodnja na pragu elektrana SRH po radniku povećana je u 1965. godini za 13%, a u 1966. godini za 9% u odnosu na prethodnu godinu, dok je istovremeno prodaja električne energije potrošačima na području SRH po radniku u 1965. godini povećana za 6%, a u 1966. godini za 4% u odnosu na prethodnu godinu. U 1966. godini potrošnja u SRH je reducirana za 14,3 mil kWh ili 0,4% od ostvarene potrošnje.

Sredstva (angažirana poslovna sredstva) s kojima je elektroprivreda ostvarila navedenu proizvodnju u 1966. godini, povećala su se u istoj godini u apsolutnom iznosu u odnosu na 1965. godinu za 43%, a po

jednom radniku za 33%. Ovakvo povećanje sredstava uzrokovano je aktiviranjem sredstava HE Senja.

Osim promjena energetskih veličina (povećanje proizvodnje, izmjena strukture hidro- i termoenergije, promjena u strukturi ukupno proizvedene i nabavljene energije), provedeno povećanje cijene električne energije privrednom reformom (od 1. VIII 1965.) imalo je znatnog utjecaja na ostvareni ekonomski položaj u 1966. godini, kako na položaj elektroprivrede SRH u cjelini, tako i na položaj pojedinih združenih poduzeća. Porast prosječnih cijena u 1966. kao posljedica primjene povećanih cijena tokom cijele 1966. godine iznosio je za potrošače u SRH 17% ili ukupno za 52% u odnosu na ostvarene prosječne cijene u 1964. godini.

Cijene električne energije koja se nabavlja iz SR BiH i SR Slovenije od strane Združenog poduzeća Zagreb ostvarene su u 1966. godini za 63% veće u odnosu na prethodnu godinu, dok su cijene predane električne energije povećane za 87% u istom promatranom razdoblju.

Iznijeti podaci o povećanoj proizvodnji, povećanju angažiranih sredstava, te povećanju cijena električne energije, utjecali su na povećanje ekonomskih efekata elektroprivrede u 1966. godini u odnosu na prethodnu godinu. Kao osnovni pokazatelj u tom smislu može poslužiti povećanje netoprodukta, kako u apsolutnom iznosu, tako i po radniku, odnosno prema angažiranim sredstvima. Povećanja netoprodukta elektroprivrede SRH u 1966. godini bilo je slijedeće:

	(1965 = 100)
— netoprodukt u apsolutnom iznosu	183
— netoprodukt po radniku	170
— netoprodukt prema angažiranim sredstvima	128

Povećanje netoprodukta po pojedinim združenim poduzećima bilo je različito i prikazom na prethodni način, dobivaju se slijedeći odnosi:

	Združena poduzeća		
	Rijeka	Split	Zagreb
	(1965 = 100)		
— netoprodukt u apsolutnom iznosu	393	172	153
— netoprodukt po radniku	318	156	149
— netoprodukt prema angažiranim sredstvima	96	160	141

Znatno veći porast netoprodukta u apsolutnom iznosu i po radniku kod Združenog poduzeća Rijeka uzrokovan je, već spomenutim, ulaskom u pogon HE Senj. Također je HE Senj izazvao relativno smanjenje netoprodukta u odnosu na angažirana sredstva, jer je veličina angažiranih sredstava HE Senj iznad prosječno angažiranih sredstava, kako u okviru Združenog poduzeća Rijeka, tako i u okviru elektroprivrede SRH.

Uglavnom isti odnosi se pojavljuju u 1966. godini ako se promatra dio netoprodukta koji ostaje poduzeću, tj. dohodak poduzeća za raspodjelu:

	Združena poduzeća			Prosjek SRH
	Rijeka	Split	Zagreb	
	(1965. = 100)			
— dohodak za raspodjelu u apsolutnom iznosu	398	173	153	182
— dohodak za raspodjelu po radniku	329	161	145	167

Pri usporedbi ostvarenih rezultata pojedinih poduzeća s rezultatima prethodne godine treba imati u vidu činjenicu da rezultati poduzeća u 1965. godini predstavljaju zbroj rezultata onih organizacija koje su ušle u sastav pojedinih združenih poduzeća i da su ti poslovni rezultati proizašli iz tadašnje raspodjele zajedničkog ukupnog prihoda u okviru bivše elektroprivredne Zajednice. Prema tome usporedba rezultata 1966. godine u odnosu na rezultate 1965. godine obuhvaća i razlike proistekle iz načina raspodjele I. polugodišta 1965. godine prema ostvarenim rezultatima u 1966. godini na osnovu realizacije združenih poduzeća.

Raspodjela ostvarenog dohotka elektroprivrede SRH u cjelini u 1966. godini u odnosu na raspodjelu u 1965. godini, prikazuje se slijedećim indikatorima:

	Godina		Indeks
	1965.	1966.	
	(1965. = 100)		
— udio dohotka za raspodjelu u neto produktu	69,8	70,1	100
— udio neto osobnih dohodata iz raspodjele u netoproduktu	19,6	16,4	83
— odnos fondova prema osobnim dohocima	52 : 48	64 : 36	—

Pokazatelji izdvajanja sredstava za osobne dohotke, odnosno fondove u 1966. godini u odnosu na 1965. godinu daju slijedeće veličine:

	Godina		Indeks
	1965.	1966.	
	(1965. = 100)		
— dohodak za raspodjelu po radniku — N. Din/R	38.772	64.951	167
— neto osobni dohoci iz raspodjele dohotka po radniku N. Din/R	10.884	15.194	137
— fond zajedničke potrošnje iz raspodjele po radniku N. Din/R	3.441	6.098	178
— ukupno fondovi iz raspodjele po radniku — N. Din/R	19.766	41.812	211

Na osnovu prednjih prosječnih rezultata elektroprivrede SRH u 1966. godini može se zaključiti da izdvajanja za osobne dohotke sporije rastu od dohotka i izdvajanja za fondove; međutim to nije slučaj sa izdvajanjem za fond zajedničke potrošnje.

Približno slična situacija je i sa raspodjelom dohotka za 1966. godinu po pojedinim poduzećima. Po-

kazatelji za pojedina združena poduzeća ukazuju na to:

	Združena poduzeća		
	Rijeka	Split	Zagreb
	(1965. = 100		
— dohodak za raspodjelu po radniku	329	161	145
— neto osobni dohoci iz raspodjele dohotka po radniku	158	129	139
— fond zajedničke potrošnje iz raspodjele dohotka po radniku	555	129	147
— ukupni fondovi iz raspodjele dohotka po radniku	968	178	190

Znatno veće povećanje dohotka kao i izdvajanje fondova po radniku kod Združenog poduzeća Rijeka u odnosu na ostala združena poduzeća rezultat je proizvodnje u HE Senj. Znatniji porast osobnih dohodaka i fonda zajedničke potrošnje uslijedio je zbog politike raspodjele tog poduzeća u 1966. godini, tj. da se dostignu nivoi tih izdvajanja, kao i kod ostalih elektroprivrednih poduzeća s obzirom na dosadašnje zaostajanje u tom pogledu.

Izmijenjeni energetski i ekonomski odnosi, kako između pojedinih područja unutar SRH, tako i između elektroprivrede SRH i susjednih republika imali su određeni utjecaj na individualni položaj samih združenih poduzeća, kao i na elektroprivredu SRH u cjelini.

U iznijetim pregledima i usporedbama prikazani su rezultati i odnosi za elektroprivredu SRH u cjelini i za pojedina združena poduzeća, a nisu se prikazivali rezultati organizacija u sastavu pojedinih združenih poduzeća. Smatramo, međutim, potrebnim da se u okviru ovog izvještaja prikažu u glavnim crtama ekonomski odnosi koji su u 1966. godini primjenjivani u poduzećima. Ovo smatramo posebno potrebnim, ako se želi ocijeniti položaj elektroprivrednih organizacija u odnosu na prethodne godine, odnosno razdoblje prije Osnovnog zakona o elektroprivredi.

Opća je ocjena u tom pogledu, da je analogno razvijanju samoupravnih odnosa u 1966. godini i na području ekonomskih odnosa došlo do traženja objektivnijih mjerila u raspodjeli zajedničkih ukupnih prihoda združenih poduzeća. Razlike koje se pojavljuju u načinu rješavanja ovog pitanja rezultat su različitih polaznih postavki. U tom pogledu je situacija u 1966. godini u pojedinim združenim poduzećima bila u osnovi slijedeća:

a) u Združenom poduzeću Rijeka zajednički ukupni prihod raspodijeljen je na bazi određenih kriterija i mjerila troškova poslovanja i dohotka, a ostatak zajedničkog dohotka po posebnim mjerilima. Ovaj način raspodjele primijenjen je zbog pomanjkanja vremena (kasnije osnivanje Združenog poduzeća i formiranje zajedničkih službi), jer se nije imalo vremena utvrđivati i razrađivati objektivniji način u 1966. godini. Za raspodjelu ukupnog prihoda u 1967. godini razrađuje se i traži objektivniji način raspodjele.

b) Združeno poduzeće Split izvršilo je i postavilo metodologiju za raspodjelu zajedničkog ukupnog prihoda na temelju propisane cijene snage i energije i stvarno izvršenog učinka pojedine elektrane, kako u pogledu snage, tako i u pogledu energije. S obzirom na zajedničko korištenje voda u raspodjeli između pojedinih elektrana uvedeni su određeni korekcioni faktori. Ovakav način raspodjele predstavlja pokušaj da se unutarnji odnosi postave i riješe na principima tržnih odnosa.

c) u Združenom poduzeću Zagreb zajednički prihod od prodane električne energije obračunat je na dijelove poduzeća, u 1966. godini, na temelju određenih kriterija i mjerila izračunatih troškova poslovanja i dohotka, utvrđivanjem cijene za radnu energiju i raspoloživu snagu elektrana, a za prijenosnu organizaciju po prenijetom kilovatsatu. Na temelju Statuta, u Združenom poduzeću formira se fond rizika, zajednički rezervni fond i dio zajedničkih sredstava za proširenu reprodukciju.

Kao što je već rečeno ovaj prikaz ekonomskih odnosa unutar združenih poduzeća ima za svrhu da ukaže na određeni napredak na tom području u odnosu na razdoblje kada se ukupni prihod elektroprivrednih organizacija formirao na osnovu tzv. normiranih troškova poslovanja i dohotka. Traženje objektivnosti u raspodjeli ukupnog prihoda stimulira elektroprivredne organizacije na povećanje dohotka kroz racionalnije i ekonomičnije poslovanje. Iako se u 1966. godini dio dohotka racionalnijeg i ekonomičnijeg poslovanja ne može izmjeriti, očekivati je da će se rezultati novih ekonomskih odnosa u 1967. godini u većoj mjeri pojaviti.

Kasno donošenje plana izgradnje za 1966. godinu imalo je odraza u konstrukciji financiranja i to na taj način da se nisu planirala sredstva koja su se trebala osigurati angažmanima s potrošačima. Zbog toga se pojavljuje relativno veće učešće u strukturi (u odnosu na konstrukciju financiranja Programa do 1970. godine) sredstva 2%-tnog oročavanja (36,0% prema 18,7), Investicione banke (17,3% prema 7,2) zajedničkih rezervi radnih organizacija (13,8% prema 1,2%). Sredstva udružene elektroprivrede predviđena su bila u iznosu od 38,5 mil N. Din ili s 25,3% u ukupnim sredstvima i ona su relativno manja u odnosu na učešće tih sredstava u ukupnim sredstvima Programa do 1970. godine zbog nižih prodajnih cijena električne energije u Dalmaciji do 31. VIII 1966.

Podaci o izvršenju plana izgradnje pokazuju da je i ovako smanjeni plan izvršen u prosjeku sa 77%. Iznad prosjeka ostvarena su samo ulaganja u elektrane (96%), što je bila posljedica već stvorenih i nepodmirenih obaveza kod objekata čija se izgradnja nastavila iz 1965. godine (HE Senj, HE Rijeka, TE Plomin). U pogledu izvršenih ulaganja u 1966. godini potrebno je istaći izvanredno mala ulaganja u prenosnu mrežu (7%).

Podaci o izvršenim ulaganjima u 1966. godini po pojedinim združenim poduzećima pokazuju dosta velike razlike u odnosu na prosječno izvršenje u okviru SRH. Tako su ulaganja po pojedinim poduzećima ostvarena, kako slijedi:

u 000 N. Din

	Plan	Ostvarenje	% ostvarenja
Združeno poduzeće Rijeka	136.742,1	126.123,4	92
Združeno poduzeće Split	13.070,8	14.053,0	108
Združeno poduzeće Zagreb	41.956,5	6.792,3	16
Ukupno SRH	191.769,4	141.968,7	77

Kod Združenog poduzeća Rijeka podbačaj ulaganja uslijedio je zbog podbačaja u objekte prenosa, konkretno izgradnje DV 220 kV Senj — Vinodol. Zakašnjenje izgradnje ovog dalekovoda prouzrokovano je bilo zakašnjenjem u preuzimanju investicione dokumentacije za ovaj dalekovod od strane Združenog poduzeća Rijeka od poduzeća Elektroprenos u Zagrebu, a na osnovu odluke Upravnog odbora Poslovnog udruženja.

Ulaganja kod Združenog poduzeća Split ostvarena su za 8% veća od planiranih, a posljedica su većih ulaganja u HE Orlovac za 101% od planiranih.

Združeno poduzeće Zagreb ostvarilo je planirana ulaganja sa svega 16% a izazvana su manjim ulaganjima po svim pozicijama. Najveća zaostajanja u ulaganjima bila su kod objekata prenosne mreže i kod TE Sisak.

Priliv sredstava ostvaren je 1966. godine sa 82%, s tim da su iznad prosjeka ostvarena samo sredstva 2%-tnog oročavanja (90%) i sredstva udružene elektroprivrede (94%). Relativno najveće zaostajanje u prilivu sredstava nastalo je kod učešća Investicione banke (planirani iznos sredstava ostvaren je sa 45%), što je djelomično prouzrokovano i netačnim planiranjem, te kod sredstava distributivnih poduzeća koja su ostvarena sa 48%, a i ta sredstva uglavnom su dobivena kratkoročno na 13 mjeseci, što se ne može smatrati ozbiljnim učešćem u realizaciji izgradnje elektroenergetskih objekata.

Realizacija sredstava za financiranje investicija u 1966. godini bila je također različita kod pojedinih združenih poduzeća, što je vidljivo iz slijedećeg prikaza:

u 000 N. Din

	Plan	Ostvarenje	% ostvarenja
Združeno poduzeće Rijeka	136.742,1	107.779,9	79
Združeno poduzeće Split	13.070,8	19.363,7	148
Združeno poduzeće Zagreb	41.956,5	30.067,2	72
Ukupno SRH	191.769,4	157.210,8	82

Kod Združenog poduzeća Rijeka realizacija sredstava podbačena je kod svih sredstava, osim kod sredstava Udružene elektroprivrede (104%). Tako su niže ostvarena i sredstva posudbe od Združenih poduzeća u Splitu i Zagrebu, koja su ostvarena sa 82%, odnosno 95% od planiranih, što je imalo znatnog utjecaja na cjelokupni podbačaj. Naime, posuđena sredstva su predstavljala u planu 46,6% ukupnih sredstava.

Iz gornjeg razloga, tj. nepodmirenjem planirane posudbe sredstava Združenom poduzeću Rijeka, pojavljuje se veće ostvarenje sredstava kod Združenog poduzeća Split za 48%.

Donekle slična pojava je i kod Združenog poduzeća Zagreb, jer je posudba sredstava Združenom poduzeću Rijeka izvršena sa 95%. U ostvarenju planiranog priliva sredstava imala je utjecaj i greška u planiranim sredstvima učešća Investicione banke, koja su ostvarena sa 58%.

Na kraju je potrebno konstatirati da su neutrošena sredstva 31. XII 1966. godine iznosila:

u 000 N. Din

— Združeno poduzeće Rijeka (više utrošeno)	— 10.343,5
— Združeno poduzeće Split	+ 5.310,7
— Združeno poduzeće Zagreb	+ 23.274,9
Ukupno	10.242,1

Zaostajanje u ulaganjima priliva sredstava u 1966. imalo je za posljedicu usporenje nužnog tempa radova na izgradnji elektrana, pa prema tome i odlaganje ulaska u pogon pojedinih kapaciteta (HE Rijeka, HE Sklope, akumulacije Krušćica za He Senj) kao i odlaganje izgradnje potrebnih objekata prenosne mreže sa svim negativnim energetskim i ekonomskim posljedicama. Iako su i drugi momenti, kao npr. nerealno planirana sredstva potrošača, utjecala na prolongiranje predviđenih ulaganja u nove elektrane srednjeročnim programom do 1970. godine, sagledavanje raspoloživih sredstava u narednim godinama, te zaostajanje u prilivu sredstava u 1966. godini utjecalo je na donošenje odluke o odgađanju ulaganja u programu do 1971. godine o čemu će biti više govora u drugom dijelu ovog izvještaja.

Izvršenje Plana izgradnje u 1966. godini dozvoljava zaključak da je bila opravdana bojazan da predviđeni kreditni mehanizam (učešće Investicione banke, učešće potrošača) neće funkcionirati, tj. da se neće moći osigurati kroz njega manjkajuća dodatna sredstva. To upućuje elektroprivredu na još intenzivnije traženje načina dodatnog angažiranja sredstava potrošača kroz odgovarajuće aranžmane s distributivnim poduzećima, a preko njih i s krajnjim potrošačima. U tom pravcu je u 1966. godini malo učinjeno, ali su se i u samom početku pojavile poteškoće, kako u pogledu spore orijentacije elektroprivrede, uključujući i distribuciju u takve aranžmane, tako i u neatraktivnosti elektroprivrede kao grane da privuče slobodna sredstva ostalih privrednih organizacija.

Obzirom da je 1966. godina bila prva godina novog načina financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata možda je preuranjeno očekivati potpuno funkcioniranje novog i složenog sistema financiranja infrastrukturne grane kao što je elektroprivreda, ali ostaje činjenica da u tom pogledu osim zakonskih regulativa nije puno učinjeno. Pri tome treba konstatirati da se nisu u punoj mjeri mobilizirala ni sva raspoloživa sredstva elektroprivrede u 1966. godini.

— *R* —

RAD UPRAVNOG ODBORA POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE - ZAGREB

Upravni odbor Poslovnog udruženja za distribuciju električne energije SR Hrvatske održao je 21. srpnja 1967. XV redovitu sjednicu na kojoj je razmatrano

— Izvršenje zaključaka XIV redovite sjednice Upravnog odbora
— Izvještaj o poslovanju Biroa Poslovnog udruženja za razdoblje od 1. I do 30. VI 1967. godine s periodičnim obračunom za isto razdoblje
— Informacije o novom prijedlogu Uredbe o tarifnom sistemu i Uredbe o najvišim prodajnim cijenama električne energije na mreži prijenosa
— Izvještaj o poduzetoj akciji za povišenje cijena električne energije grupi domaćinstava
— Izvještaj o stanju priprema za realizaciju stručne prakse u ND Poljskoj i DR Njemačkoj
— Izvještaj o stanju izrade betonskih stupova
— Pregled IBM elektroničko-računskih uređaja u Austriji
— Zaključci sa sastanka rukovodilaca prodajnih službi udruženih elektrodistributivnih poduzeća Hrvatske
— Informacija o održanom sastanku predstavnika elektroprivrednih poduzeća Hrvatske s predstavnicima Školskog centra elektroprivrede Zagreb.

Prihvaćanjem prve tačke dnevnog reda (Izvršenje zaključaka XIV redovite sjednice), Upravni je odbor usvojio prijedlog predsjednika Upravnog odbora Vladimira Žanića, da se u okviru ove tačke razmotri i dopis Tvornice »Rade Končar«, Zagreb u vezi financiranja opreme 110 kV postrojenja u sklopu aranžmana s inozemnim partnerima, te donio definitivne zaključke u vezi štampanja »Pravilnika o isporuci električne energije«.

Predstavnik »Elektroopskrbe« Zagreb, izvijestio je Upravni odbor o novim momentima koji su nastali u traženju mogućnosti osiguranja potrebnih sredstava za izgradnju elektroenergetskih postrojenja kreditiranjem nekih domaćih proizvođača elektroopreme i inozemnih poduzeća, te o vođenim razgovorima s domaćim proizvođačima: »Rade Končar« Zagreb, »Energoinvest« Sarajevo, i »Elektrosrbija« Beograd. Spomenuti proizvođači domaće opreme pokazali su poseban interes za uklapanje u takav aranžman uz korištenje inozemnih kredita. U međuvremenu se je u distributivnim poduzećima pokazao interes za gradnju mreža 35 kV, a kod nekih i 10 kV. Oni bi sa domaćim izvođačem opreme sklopili dinarske ugovore, dok bi obaveze spram inozemnog partnera preuzeo domaći izvođač opreme.

Zaključci XIV redovite sjednice upravnog odbora koji se odnose na financiranje izgradnje elektroenergetskih objekata putem kreditiranja stranog dobavljača uz nadopunu informacije i prijedloga od strane Tvornice »Rade Končar« Zagreb, ostaju i dalje na snazi. Biro udruženja u zajednici sa zainteresiranim distributivnim poduzećima nastavit će radom na njihovom ostvarenju.

Da bi elektroprivreda SR Hrvatske mogla dati solidan prilog i doprinos raspravi koja će se voditi na jesenskom zasjedanju Savezne skupštine u vezi s financiranjem elektroprivrednih objekata, održan je u Institutu za elektroprivredu Zagreb, sastanak udružene elektroprivrede i distribucije na kojem je iznesen prijedlog da Institut izradi elaborat »Analiza uvjeta financiranja proširene reprodukcije proizvodnje prijenosa i distribucije električne energije«. Udružena elektroprivreda dala je načelan pristanak za izradu ovog elaborata, a upravni odbor Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije preporučio je udruženim članovima da njihovi organi upravljanja razmotre važnost i potrebu izrade elaborata »Analiza uvjeta financiranja proširene reprodukcije proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije« i o donesenim odlukama izvijeste Biro Poslovnog udruženja.

Za vrijeme zasjedanja svim predstavnicima distributivnih poduzeća uručena je specifikacija dijela troškova izrade ovog elaborata koji bi trebala snositi distributivna poduzeća SR Hrvatske.

U izvještaju o poslovanju Biroa Poslovnog udruženja za razdoblje od 1. I do 30. VI 1967. godine s periodičnim obračunom za isti period, direktor Poslovnog udruženja Anđelko Marušić, iscrpno je prikazao rad:

— Upravnog odbora,
— Tehničke grupe,
— Grupe za ekonomiku,
— Rezultate financijskog poslovanja.

Izvještaj o radu upravnog odbora sadrži sve važnije probleme o kojima je u navedenom periodu poslovanja raspravljao upravni odbor i donio svoje zaključke.

Rad tehničke službe odvijao se je pretežno u okviru općeg programa rada ove službe za godinu 1967, koji je razmatran i odobren na sastanku tehničkih rukovodilaca početkom godine, kao i u okviru pojedinih zadataka koji su definirani na održanim sastancima tehničkih rukovodilaca.

Na jednom od ovih sastanaka usvojen je program korištenja međunarodne tehničke suradnje.

Ovim programom obuhvaćene su teme:

— Planiranje i izvedba gradskih razdjelnih mreža
— Planiranje i izvedba razdjelnih mreža u pokrajini
— Planiranje i izvedba zamkastih mreža niskog napona
— Dispečerski centri u distributivnim poduzećima
— Elektrifikacija poljoprivrede
— Mehanizacija radova na izgradnji mreže za razvod i distribuciju električne energije
— Toplifikacija gradova do 10.000 stanovnika
— Organizacija poslovanja elektrodistributivnih poduzeća
— Cijene i tarife električne energije

— Kabelska tehnika
— Razvoj elektroopreme do napona 110 kV.

Program korištenja međunarodne tehničke suradnje s istočnoevropskim zemljama po odabranim i za distributivna poduzeća najinteresantnijim temama, ostvaruje se posredstvom Zavoda za tehničku suradnju i Biroa Poslovnog udruženja. Izvještaj tehničke službe Biroa Poslovnog udruženja posebno je obuhvatio

— Stanje i razvoj UKV-veza u distributivnim poduzećima
— Stanje prijenosne mreže u poduzeću Elektroprivreda Zagreb
— Donošenje jednoobraznog Uputstva za izvođenje priključaka i električnih instalacija jake struje u zgradama
— Rješenje uzemljenja zvjezdišta distributivne mreže SRH
— Potrebu sistematskog praćenja i analize kvarova u mreži
— Važnost pristupanja eksperimentalnoj provjeri upotrebe iskrišta kao zaštite od prenapona u mreži 10 kV, i s tim u vezi potrebne suradnje s Tvornicom »Rade Končar« Zagreb.

Izvještaj Grupe za ekonomiku — referada za ekonomiku — iscrpno se osvrće na Izvještaj SIV-a o provedbi Osnovnog zakona o elektroprivredi koji je izradio Savezni sekretarijat za industriju i trgovinu u suradnji sa Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede u cilju prikazivanja činjeničnog stanja o ekonomskom položaju elektroprivrede u novim uvjetima privređivanja.

Dokumentaciju i ekonomske analize o položaju elektrodistribucije u uvjetima Osnovnog zakona o elektroprivredi i ostalih propisa privredne reforme izradio je Biro udruženja u zajednici s predstavnicima distributivnih poduzeća i poslovnih udruženja u okviru Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije, i pri tom kao i u naknadnim kontaktima s organima Saveznog sekretarijata za industriju i trgovinu iznio stavove distribucije.

U ovom dijelu izvještaja upravni odbor je detaljno upoznat sa svim razgovorima i raspravama vođenim s predstavnicima Saveznog sekretarijata za industriju i trgovinu u vezi rješenja problema cijena električne energije elektrodistributivnih poduzeća i u vezi načina financiranja proširene reprodukcije elektroprivrede.

Radi izvršenja zadatka postavljenog od strane Saveznog izvršnog vijeća Saveznoj komori i Saveznom zavodu za planiranje da izrade projekciju dugoročnog razvoja energetike u SFRJ, formirana je grupa za koordinaciju izrade ovog zadatka u čiji je sastav od strane Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije unišao predstavnik elektrodistribucije.

Ova grupa razradila je metodologiju i teze za izradu projekcije dugoročnog razvoja elektroprivrede u dva dijela, od kojeg se prvi odnosi na udruženu elektroprivredu, a drugi na djelatnost razvoda i distribucije električne energije.

Pri Koordinacionom odboru elektrodistribucije Jugoslavije formirana je grupa za izradu dijela projekcije dugoročnog razvoja elektrodistribucije Jugoslavije, u kojoj djeluju i dva člana elektrodistribucije SR Hrvatske.

Izrađena je metodologija i teze za izradu projekcije, koje obuhvataju:

A) *Razvoj djelatnosti razvoda i distribucije električne energije u periodu od 1959 do 1965. god.*
B) *Projekcija razvoja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije u periodu od 1966 do 1980 godine s tendencijama razvoja do 2000 g.*

Rad na izradi ovih projekcija je u uskoj i neposrednoj vezi sa zaključcima Odbora za industriju Savezne skupštine od 5. travnja o. g. kada se između ostalog u prisutnosti predstavnika elektrodistriuucije Jugoslavije raspravljalo o problemima investicione izgradnje elektroenergetskih objekata, te o novom načinu financiranja proširene reprodukcije elektroprivrede.

Na sastanku koji je održan u Birou Poslovnog udruženja s predstavnicima udruženih distributivnih poduzeća raspravljena je metodika prognoze elektroenergetske bilance, utvrđene orijentacione stope rasta za potrošnju električne energije za period od 1970 do 1975, i 1975 do 1980. godine na temelju »Metodike projekcije cijena električne energije od 1964 do 1980. godine« (Opatija 1963). Na tom sastanku raspravljena je i jednoobrazna primjena ostalih relevantnih naturalnih i vrijednosnih pokazatelja te utvrđeni rokovi izrade.

Biro Poslovnog udruženja izradio je sumare navedenih projekcija za područje SR Hrvatske, a grupa Koordinacionog odbora izradila je sumare prognoze elektroenergetske bilance elektrodistribucije Jugoslavije. Analize tog sumara i odgovarajućeg obrazloženja su u toku.

U važnija pitanja o kojima je raspravljao Upravni odbor u ovom izvještajnom periodu spada razmatranje prijedloga Uredbe o izmjenama i dopunama Uredbe o tarifnom sistemu za prodaju električne energije, te prijedlog Odluke o najvišim tarifnim stavovima za prodaju električne energije na prijenosnoj mreži.

Tekst ovih prijedloga sastavila je Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

O ovim je prijedlozima Koordinacioni odbor, nakon prikupljenih mišljenja elektrodistributivnih poduzeća Jugoslavije, formulirao svoje stavove u 8 tačaka, imenovao pet članova distributivnih poduzeća Jugoslavije, s ovlaštenjem da na Skupštini Zajednice jugoslavenske elektroprivrede zastupaju i obrazlože stavove Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije. Elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske zastupao je predsjednik Upravnog odbora Vladimir Žanić.

Da bi predstavnici elektrodistribucije mogli na skupštini Zajednice jugoslavenske elektroprivrede iznijeti i zastupati stavove Koordinacionog odbora izrađeni su detaljni proračuni efekata predloženog povećanja cijene električne energije na mreži prijenosa. Prema ovom proračunu je utvrđeno da efekt za elektrodistribuciju Jugoslavije iznosi 13,9 milijardi S. din, a ne 11,3 milijardi S. din, kako to prikazuju materijali Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Prema tome, povećanje cijena za distribuciju ne bi iz-

nosilo 10 % nego 12 %, odnosno postojeća cijena električne energije na mreži prijenosa za elektrodistribuciju Jugoslavije i energetske veličine iz 1966, od 11,08 S. din/kWh povećava se, uvažujući iste energetske veličine, na 12,45 S. din/kWh.

Apsolutni iznosi povećanja bili bi u 1968. za oko 20 % veći, jer će i potrošnja električne energije biti veća.

Za područje SR Hrvatske efekti povećanja cijene bili bi:

Poduzeće	Troškovi nabave električne energije energetske veličine 1966.						%
	Po važećim cijenama		Po novim cijenama		Efekt povećanja		
	10^3 S. din	S. din / kWh	10^3 S. din	S. din / kWh	10^3 S din	S. din / kWh	
Karlovac	1.363.846	12,47	1.592.151	14,56	228.305	2,09	17
Osijek	3.774.580	11,34	4.286.883	12,88	512.303	1,54	14
Pula	1.954.818	11,09	2.184.981	12,39	230.163	1,30	12
Rijeka	3.792.529	11,17	4.271.840	12,57	479.311	1,40	13
Sisak	864.406	11,78	987.604	13,46	123.198	1,68	14
Split	5.936.136	11,16	6.616.596	12,44	680.460	1,28	12
Zagreb	13.161.004	11,03	14.669.689	12,30	1.508.685	1,27	11
HRVATSKA	30.847.319	11,19	34.609.744	12,55	3.762.425	1,36	12

Skupština Zajednice jugoslavenske elektroprivrede uvažila je stav elektrodistribucije i zaključila da će se na povećanje cijene električne energije na mreži prijenosa ići kad se omogući i osigura odgovarajuće povećanje električne energije potrošačima na mreži razvoda i distribucije, što ne tangira korekturu cijena potrošača domaćinstva.

Pri kontaktima s rukovodiocima prodajnih službi elektrodistributivnih poduzeća uočeno je pomanjkanje koordiniranog rada, čija posljedica se ogleda u različitim načinima rješavanja načelno istih problema kao: tretiranja nepovlasnog potroška i kriterija za određivanje naknade za nepovlasno potrošenu električnu energiju, razvrstavanja potrošača na niskom naponu, pitanje indirektnih potrošača, čestih kvarova uklopnih satova na dvotarifnim brojilima i naknadnog obračuna potroška električne energije, sistema naplate električne energije i niza još drugih aktuelnih pitanja. Zakonski propisi uvijek ostavljaju određene praznine koje dovode do različitih primjena i tumačenja. Za mnoge probleme zakonskih propisa uopće nema. U svrhu jednoobraznog rješavanja takovih pitanja i koordiniranog rada te zauzimanja zajedničkih stavova održana su dva sastanka s rukovodiocima prodajnih službi elektrodistributivnih poduzeća SR Hrvatske u Birou udruženja, i prihvaćene sugestije da se ovakovi sastanci koji su se pokazali vrlo korisnima, održavaju tromjesečno svaki put u sjedištu drugog poduzeća.

Referada za osiguranje izradila je na osnovu važećih Pravila za osiguranje i tarifa premija, iscrpna uputstva i obrasce za provedbu osiguranja u 1967 godini.

Ova je služba zabilježila vidan uspjeh u pružanju pomoći i zaštiti interesa pri nastalim štetama i sudskim sporovima iz oblasti osiguranja.

U Zajednici jugoslavenske elektroprivrede, formirana je posebna Komisija za pitanja osiguranja elektroprivrednih poduzeća u uvjetima novog sistema ekonomskog odnosno fakultativnog osiguranja koji bi trebao da stupi na snagu 1. I 1968. Elektrodistribuciju Jugoslavije u ovoj Komisiji zastupa Josip Landau, referent za pitanja osiguranja u Birou Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske.

Referada materijalnog snabdijevanja Biroa udruženja uspjela je riješiti i prilagoditi dinamiku isporuke 35 kV kabela prema potrebama zainteresiranih distributivnih poduzeća.

Riješeno je pitanje osiguranja deviznih sredstava za uvoznu opremu i nastavljeno ispitivanje proizvodnje betonskog stupa, kao i nabave mehanizacije za polaganje i transport betonskih stupova do samog gradilišta.

Nastojanje u pravcu osiguranja profilnog željeza, alučelične užadi, električnih brojila, visokonaponskih sklopki 10 kV i 30 kV kao i isporuke učinskih transformatora, uspješno je privedeno kraju. Predstavnici elektrodistributivnih poduzeća Hrvatske, u organizaciji Biroa Poslovnog udruženja, prisustvovali su ispitivanju i demonstriranju betonskog stupa tipa »Dalsa« u Krškom. Ova su ispitivanja dala pozitivne rezultate. Zainteresirana poduzeća će svoje najavljene potrebe za 1967. još jednom ispitati i prema potrebi revidirati. Da bi se moglo stupiti u pregovore sa proizvođačem, elektrodistributivna poduzeća planirat će potrebe i za 1968. godinu.

Financijsko i materijalno poslovanje Biroa u periodu od 1. I do 30. VI 1967 godine, kretalo se je u okviru proračunom predviđenih prihoda i rashoda.

U odnosu na proračun prihodi i rashodi za izvršene i fakturirane usluge, ostvareni su:

— prihodi	sa 103,57 %
— troškovi poslovanja (bez osobnih dohodaka)	sa 102,80 %
— osobni dohoci	sa 95,51 %
— rashodi ukupno (troškovi poslovanja sa osobnim dohocima)	sa 97,87 %

Dohodak u odnosu na proračun ostvaren je sa 103,93 %.

Neraspoređeni dio dohotka po periodičnom obračunu iznosi N. din 18.137,81. Po odluci Upravnog odbora ovaj će se do slijedećeg obračuna koristiti za obrtna sredstva Biroa.

Dogovorno s predstavnicima elektrodistributivnih poduzeća Slovenije, koji su odlučili da za svoje poslovanje uvedu elektroničko-računski centar po sistemu IBM, sinhroniziran je aranžman Instituta za

elektroprivredu i elektrodistributivnih poduzeća Slovenije, da se pregled i upoznavanje s radom elektroničko-računskih centara elektroprivrede Austrije obavi zajednički.

Budući da je u program rada Biroa udruženja uključen zadatak proučavanja uvođenja elektroničko-računskih strojeva u poslovanje elektrodistributivnih poduzeća Hrvatske, zaključeno je da se ekipi za proučavanje elektroničko-računskih strojeva u elektroničko-računskim centrima elektroprivrede Austrije, priključi kao predstavnik elektrodistribucije Hrvatske Feöcze Daniel, dipl. ec., savjetnik za ekonomsko-financijske poslove Biroa udruženja. Po izvršenom pregledu podnesen je Upravnom odboru iscrpan izvještaj na osnovu kojeg je zaključeno da Biro udruženja nastavi radom na proučavanju uvođenja elektroničko-računskih strojeva u poslovanje elektrodistribucije Hrvatske.

S tim u vezi razmatran je prijedlog Instituta za elektroprivredu Zagreb, da bi se i elektrodistribucija Hrvatske uključila u sufinanciranje teme »Primjena i uvođenje elektroničko-računskih strojeva u elektroprivredu SR Hrvatske«, koji je »Elektra« Zagreb načelno već prihvatila.

Prijedlog Instituta za elektroprivredu Zagreb je prihvaćen i donesen zaključak, da elektrodistributivna poduzeća Hrvatske u organima upravljanja razmotre prijedlog Instituta i svoje odluke dostave Birou Poslovnog udruženja.

Na inicijativu Školskog centra elektroprivrede SRH Zagreb, održan je sastanak s predstavnicima elektrodistributivnih poduzeća Hrvatske.

Na ovom sastanku raspravljena su pitanja:

— financiranje školovanja učenika u Školskom centru elektroprivrede SRH Zagreb,
— potrebe školovanja u školskoj godini 1967/1968,
— osnivanje Zajednice obrazovanja elektroprivrede SRH,
— delegiranje predstavnika elektrodistribucije Hrvatske u radnu grupu Školskog centra za razmatranje kompleksnih rješenja rada i financiranja Školskog centra elektroprivrede SR Hrvatske.

Izvještaj sa ovog sastanka je prihvaćen s tim, da se elektrodistributivna poduzeća Hrvatske kojima je cjelokupni materijal sa ovog sastanka dostavljen, o iznesenim pitanjima stave u direktan kontakt sa Školskim centrom.

U radnu grupu za razmatranje kompleksnih rješenja rada, problema i financiranja Školskog centra u ime elektrodistribucije Hrvatske određeni su:

Mijo Zglav, iz Elektre Zagreb,
Petar Šegvić, iz Elektrodalmacije Split,
Nikola Stipančić, iz Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske.

Nikola Stipančić

LUKSUSNI ŽIVOT ELEKTROPRIVREDE NA TUĐI RAČUN

Pod gornjim naslovom izvještava »BORBA« 3. 9. 1967. sa sastanka u Privrednoj komori BiH, gdje su predstavnici privrednih poduzeća energično protestirali protiv prijedloga Zajednice jugoslavenske elektroprivrede o povećanju cijena električnoj energiji za 10%, što bi značilo godišnje 140 milijuna novih dinara više za el. energiju.

Zajednica jugoslavenske elektroprivrede dobila je od Savezne skupštine mandat da izvrši preraspodjelu u tarifama u korist velikih specijalnih potrošača (željezare, aluminij, karbid itd.) i to bi po prijedlogu iznosilo oko 40 milijuna novih dinara. Bosanski privrednici postavljaju si pitanje kuda se »utopilo« ostalih 100 milijuna novih dinara? Nadalje, zašto elektroprivreda unutrašnjim rezervama ne omogući jeftiniju prodaju struje specijalnim potrošačima? Citiramo iz »Borbe«: Kolektivi u elektroprivredi još ne znaju što je privredna reforma. Prosjek zarada sarajevskog »Elektroprenosa«, na primjer, iznosio je u prvom polugodištu 1700, a u »Famosu« 960, »Pretisu« 920, a u tvornici »Vaso Miškin« svega 880 novih dinara. Rudnici su otpustili oko tri tisuće rudara, ukinuli sve dotacije, prodali odmarališta, raskinuli ugovore o stipendijama itd., dok elektroprivreda ostaje tako reći netaknuta privrednom reformom. Oko 30 tisuća rudara u Bosni i Hercegovini, na primjer, izdvaja svega oko šest milijardi starih dinara u fondove, a samo 6 tisuća radnika zaposlenih u elektroprivredi »stvara« 10 milijardi starih dinara fondova. To im omogućuje povećanje osobnih dohodaka, otvaranje luksusnih odmarališta, davanje regresa i drugih beneficija.

U zaključcima sa sastanka u Privrednoj komori BiH, koji su upućeni Saveznoj privrednoj komori, ističe se, da prijedlozi propisa o povećanju cijena električne energije nisu izrađeni u duhu zaključka Saveznog izvršnog vijeća od 15. februara ove godine. Prema tim zaključcima, naime, treba izvršiti takove izmjene u sistemu koje bi stimulirale potrošače na racionalniju potrošnju struje. Osim toga, veći dio prihoda, koji bi se ostvario predviđenim povećanjem cijena električne energije, po mišljenju privrednika Bosne i Hercegovine, ne bi bio upotrebljen na bonificiranje specijalnih potrošača u zemlji, kako se to u obrazloženju ističe, već bi otišao elektroprivredi, jer se ne predviđaju nikakove obaveze da ona to učini.

Privredna komora Bosne i Hercegovine, ističe se u zaključcima, smatra neprihvatljivim predložene izmjene u tarifnom sistemu i predlaže izradu novih propisa.

U »Energiji« štampamo ovaj izvod iz »Borbe« zato, jer su u zadnje vrijeme učestali članci u dnevnoj i periodičkoj štampi o problemima elektroprivrede pisani često puta bez dovoljnog poznavanja i sa nekog užeg stanovišta. Smatramo, da bi elektroprivredne organizacije, a naročito zajednice, odnosno udruženja, trebale javnost, kako onu iz privrede tako i široke potrošnje kvalificirano i kvalitetno informirati o tarifnoj politici, poslovanju i perspektivi razvoja. *B. B.*

SLAVONIJA TRAŽI SVOJE NOVCE

Opskrba električnom energijom područja Slavonije ne zadovoljava stvarne potrebe konzuma toga područja. Nestabilna energetska situacija nanosi privredi velike i osjetljive gubitke. Današnji kapaciteti prijenosne i razvodne mreže su nedovoljni i posve dotrajali, a iskorišteni su do maksimuma.

Istina, poduzeće »Elektroslavonija« zadnjih godina ulaže velike napore da se poprave energetske prilike na području Slavonije. Izrađen je plan izgradnje energetskih postrojenja za dugoročno razdoblje, ali realiziranje toga programa nailazi na poteškoće zbog nedostatka potrebnih investicionih sredstava.

Prognozira se da će se do 1972. godine potrošnja električne energije toga područja od današnjih 400 milijuna kWh udvostručiti na 850 milijuna kWh. Da bi se osigurala povećana količina električne energije planirana za razdoblje do 1972. godine treba pravovremeno osigurati financijska sredstva za izgradnju planiranih prijenosnih i razvodnih postrojenja.

Obzirom na nagli porast opterećenja kao i za prijenos velikih snaga važna je izgradnja dalekovoda 220 kV Lukavac — Đakovo, te transformatorske stanice 220/110 kV Đakovo. Oba ova postrojenja uskoro ulaze u pogon. Međutim dok se ne izgradi nova i rekonstruiraju sadašnja postrojenja, transformatorska stanica 220/110 kV Đakovo neće se optimalno koristiti.

Prema programu radova poduzeća »Elektroslavonija« za izgradnju planiranih prijenosnih i razvodnih objekata preko kojih bi se omogućila stalnija opskrba kvalitetnom električnom energijom potrebne su investicije od oko 120 milijuna novih dinara.

Poduzeće će iz vlastitih sredstava osigurati oko 30 milijuna, a od poslovnih banaka zatražit će se kredit od daljnjih 30 milijuna novih dinara. Preostaje da se osigura drugi dio investicija od 60 milijuna novih dinara. Oko osiguranja investicionih sredstava zainteresirani privrednici Slavonije održali su više sastanaka i utvrdili da bi se investicije trebale osigurati iz sredstava koje privreda ovog područja akumulira po stopi 2% za financiranje izgradnje energetskih izvora i mreže u Hrvatskoj. Naime, područje Slavonije do g. 1970., primjenom zakonskih mjera o obaveznom izdvajanju 2% za financiranje izgradnje elektroenergetskih postrojenja, trebalo bi da akumulira oko 61 milijun novih dinara.

Područje Slavonije opskrbljivat će se i u buduće energijom pretežno iz Bosne i Hercegovine, zato privrednici toga područja smatraju neopravdanim da se akumulirana sredstva oročavaju za izgradnju izvora iz kojih se neće opskrbljivati potrošači Slavonije.

Zainteresirane privredne organizacije odlučile su predložiti Skupštini Osnovne privredne komore u Osijeku, da se ovlasti poduzeće »Elektroslavonija« da s udruženom elektroprivredom Hrvatske zaključi čvrst dogovor o dinamici utroška ovih sredstava. Nadalje je zaključeno da se u buduće akumulirana sredstva trebaju prvenstveno koristiti za izgradnju energetskih postrojenja u Slavoniji.

I. R.

ZA POSLOVNOST U ELEKTROPRIVREDI

»Privredni pregled« od 23. IX o. god. donosi razgovor s direktorom Združenog poduzeća »Elektroprivreda Dalmacije« Miroslavom Šegvićem. Po mišljenjima u Združenom poduzeću u radu Poslovnog udruženja elektroprivrede Hrvatske se osjeća težnja za centraliziranim i administrativnim rukovođenjem u nekim vitalnim područjima poslovanja. Regionalno poduzeće Dalmacije svakako ima potrebu suradnje i povezivanja s ostalim poduzećima u Republici kao i preko republičkih granica, pa je u tom smislu uspostavljena suradnja sa hidroelektranom na Neretvi, na Trebišnjici i ostalim većim elektranama u jadranskom području. U radu su pripremni proračuni o korisnosti povezivanja s talijanskom elektroprivredom. Isto tako se regionalno poduzeće poslovno povezuje i s potrošačima električne energije kao npr. aluminijskom industrijom i Poslovnim udruženjem JUGAL. S velikim potrošačima ugovaraju se režimi dobave energije, a cijene se usklađuju s time u vezi.

Cijene za 1968. godinu za specijalne potrošače bit će 10% niže od ovogodišnjih u slučaju općeg porasta cijena od 10% kao što je predloženo saveznim organima.

B. B.

ŠTO SVE TRAŽE UGLJENARI

U okviru Savezne privredne komore, na sastanku Savjeta rudnika ugljena dne 7. 9. o. god. usvojeno je, da se od Savezne skupštine traže razne mjere, koje bi poboljšale situaciju rudnika ugljena.

Među ostalim traži se, da se osigura odnos rada termoelektrana prema hidroelektranama s obzirom na to, što rudnici ugljena ne mogu podnijeti sadašnje oscilacije u radu termoelektrana i da se u tu svrhu preko republičkih, pokrajinskih i osnovnih privrednih komora poduzmu šire akcije za povezivanje rudnika ugljena i termoelektrana po primjeru, koji je dobrim dijelom uspio u užoj Srbiji.

Osim ovoga Savjet traži da se poveća savezni porez na promet mazuta, da se zabrani uvoz ugljena, da se odobri odlaganje plaćanja anuiteta rudnika ugljena, da se oslobode od plaćanja carine na uvoz opreme, da se smanje željezničke tarife za prijevoz, da se kreditiraju individualni potrošači za kupovinu ugljena, da se izradi analiza o ekonomici opravdanosti supstitucije ugljena naftinim derivatima i na kraju da se donese energetska bilanca zemlje i da se zakonskim mjerama osigura realizacija tom bilancom predviđene strukture energetske potrošnje. *B. B.*

OPADANJE KONJUNKTURE KABELA

U Svetozarevu u Industriji kabela doduše vrijednost zalihe gotove robe ne raste, ali je realizacija u padu za prvih 8 mjeseci ove godine za 1,2% radi otežanih uvjeta prodaje na stranom i na domaćem tržištu, te s obzirom na to, da su za osam mjeseci ove godine uvezeni kabeli i vodiči u vrijednosti od preko 11 milijuna dolara. *B. B.*

MUTEŽ OKO POSKUPLJENJA STRUJE

U štampi, dnevnoj kao i ekonomskoj, gotovo se u svakom broju čitaju prikazi o napredovanju priprema za poskupljenje struje i to pisano na veoma različite načine, već prema tome od koga je članak inspiriran.

Poslije sastanka u Saveznoj privrednoj komori piše »Ekonomska politika« dne 14. 10. 1967. da se Komora izjasnila protiv povećanja cijena za domaćinstva i da se može naslutiti da je razlog ovog stanovišta bojazan privrednih organizacija, da će se povećanje troškova života odraziti kroz porast ličnih dohodaka, ali da je takovo stanovište doneseno bez opširnih analiza i kvalitativnih pokazatelja.

Poslije sjednice u Stalnoj konferenciji gradova, »Borba« donosi dne 17. 10. 1967. opsežan članak u kojem izvještava da se i ovdje stalo na stanovište da prijedlog za povišenje cijena u domaćinstvima nije dobro izrađen i posebno zamjera predlagaču što je zatražio da se cijene povećaju odjednom i podjednako za sve potrošače u kućanstvima. Poslije sastanka u Saveznom izvršnom vijeću izvještava opet »Ekonomska politika« dne 21. 10. 1967. da je u SIV-u odbijen prijedlog, budući da nije izrađen u skladu s nalogom datim u veljači 1967. i da je zatraženo da se napravi novi u roku od 15 dana.

Naravno u svim ovim člancima ne može se — a pogotovo to ne može neupućeni čitalac — ustanoviti što je zapravo predloženo i zašto se odbija. Govori se doduše, da je SIV u veljači ove godine zaključio, da dosadašnji tarifni sistem treba usavršiti u tom smislu, da se on temelji na troškovnom principu, što je trebalo u prvom redu primijeniti na domaćinstva i na specijalne potrošače. Međutim, dalje nastaje komplikacija, jer se pojavljuje Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, koja traži i kompletno povećanje cijene električnoj energiji na prenosnom naponu, a zatim se ona pojavljuje i sa prijedlogom za kućanstva, dok je s druge strane Koordinacioni odbor distributivnih poduzeća Jugoslavije još u aprilu zatražio suglasnost također za domaćinstva od Saveznog zavoda za cijene. S treće strane nitko ne predlaže, što će se dogoditi s tarifama za specijalne potrošače, a bila je intencija SIV-a, da se izvrši preraspodjela unutar tarifnog sistema bez snižavanja, ali i bez povećanja dohotka elektroprivrednih organizacija.

Teško je shvatiti zašto elektroprivreda tako malo pažnje posvećuje obavještavanju javnosti, te prepušta raznim poluobaviještenim novinarima da to čine svaki na svoj način poslije sjednica privrednih komora i drugih zainteresiranih.

U elektroprivredi izgleda još nisu shvatili da se danas u javnosti tretira svaka ekonomska mjera, a naročito poskupljenje cijena, te da im neinformiranost u redovima njihovih potrošača može donijeti veliku štetu u njihovim opravdanim naporima za uvođenje ekonomskih odnosa.

B. B.

STABILNA SREDSTVA ZA NAUČNOISTRAŽIVAČKI RAD

U Prosvjetno-kulturnom vijeću Savezne skupštine usvojen je dne 17. 10. o. god. Zakon o stalnim sredstvima federacije za financiranje naučnih djelatnosti.

Ovim se zakonom u skladu s odnosima utvrđenim društvenim planom razvoja Jugoslavije za period 1966. — 1970. utvrđuje obaveza federacije, da za financiranje naučne djelatnosti svake godine izdvoji iz svojih prihoda najmanje 0,2 % od ukupnog društvenog proizvoda. Ovim sredstvima financirat će Savezni fond za naučnu djelatnost programe i zadatke, koje utvrđuje Savezni savjet za koordinaciju naučnih djelatnosti kao i program Savezne komisije za nuklearnu energiju.

U smislu politike u oblasti naučnog rada, koja je proklamirana rezolucijama Savezne skupštine i drugim dokumentima odgovarajućih društvenih foruma u našoj zemlji, treba očekivati odgovarajuće inicijative ostalih nosilaca razvoja naučnoistraživačkog rada, a prije svega privrede. Također se očekuje sistem instrumenata, koji će stimulirati privredne organizacije i njihove asocijacije da formiraju vlastite fondove za financiranje nauke, a naučnim organizacijama osigurati beneficirani položaj u kreditnom, poreskom, deviznom i carinskom režimu.

Premda je to jasno postavljeno na najvišim državnim i političkim forumima, u elektroprivredi još ne nailaze na razumijevanje prijedlozi, koji bi osigurali stalan i stabilan priliv sredstava za naučnoistraživački rad za duži period kao jedini mogući način za stvaran uspjeh toga rada.

Činjenica je da u elektroprivrednim asocijacijama i poduzećima nemaju dugoročni program studijskih radova, niti fondove iz kojih bi se on financirao, pa je sadašnja praksa da se pojedini studijski zadaci naručuju od vremena do vremena, ne može se čak reći godišnje, jer je i tu velika neredovitost tako, da još do sada npr. nisu naručeni neki zadaci koje je Skupština JUGEL-a odobrila za ovu godinu, a isto tako i Udruženje elektroprivrede SRH nije još ugovorilo većinu zadataka odobrenih po Upravnom odboru za ovu godinu.

U Zajednici jugoslavenske elektroprivrede nakon rasprave od preko godine dana, još uvijek ne odgovaraju pozitivno na prijedloge triju elektroprivrednih instituta (u Beogradu, Ljubljani i Zagrebu) za dugoročno utvrđivanje i najminimalnijeg broja studijskih radova, a o nekom stvaranju fonda u izvjesnom procentu od godišnjeg brutto proizvoda nema još niti govora. Tek nedavno je konstituiran odbor za istraživački rad u elektroprivredi u okviru Skupštine JUGEL-a, koji međutim do sada još nije dao nikakav konkretan prijedlog.

B. B.

Metoda za objektiviziranu raspodjelu prihoda sistema među poduzećima — poslovnim partnerima

Pod naslovom »Valorizacija snage i energije elektrana kao osnova za raspodjelu prihoda sistema« izrađen je elaborat u kojem je obrađena metoda pomoću koje se prihod sistema raspodjeljuje s obzirom na utjecaj pojedinih poduzeća na troškove sistema.

Uz zadane tarife moguće je ostvariti veći dohodak u sistemu, ako postoje kvalitetnije hidroelektrane i termoelektrane. Kvaliteta hidroelektrane se može prikazati njenom »vrijednošću«. »Vrijednost« hidroelektrane prikazana je uštedama u sistemu i promjenljivim troškovima (ušteda na stalnim troškovima radi smanjenja potrebne izgradnje termoelektrana i ušteda na gorivu radi smanjenja potrebne proizvodnje u termoelektranama) te je ta veličina polazna osnova za raspodjelu realizacije.

Vrijednost termoelektrana definirana je također kao zbroj veličine stalnih troškova koje bi imala najnovija termoelektrana u sistemu kad bi imala upravo onoliku snagu koju ima promatrana termoelektrana, i veličine promjenljivih troškova koji su jednaki produktu ostvarene proizvodnje i prosječnih promjenljivih troškova u svim termoelektranama sistema.

Kod primjene ove metode za proteklu konkretnu godinu najprije se ukupni godišnji prihod sistema podijeli na prihod proizvodnje i prihod prijenosa (ako je to potrebno tj. ako ima posebnih prijenosnih poduzeća) a zatim da se izračunaju energetske vrijednosti pojedinih elektrana uz primjenu korekcionih faktora (definiranih u elaboratu) radi konkretno postignute pogonske spremnosti.

Dio prihoda koji pripada djelatnosti prijenosa može se odrediti npr. na bazi potrebnih sredstava za prostu i proširenu reprodukciju, pa zatim izračunati korekcione faktore, kao funkcije od spremnosti za pogon vodova i stanica, održavanja napona na pojedinim tačkama mreže i gubitaka u prijenosu i transformaciji.

Primjenom odabranih kriterija relativno veći dohodak će ostvariti hidroelektrane s akumulacionim bazenima, zbog veće proizvodnje u sušnom razdoblju i jer se postizava povoljniji raspored korištenja protoka i povoljnija zamjena za termoelektrane s višim specifičnim troškovima. Također će veći dohodak ostvariti termoelektrane s nižim specifičnim troškovima za gorivo.

Autori studije smatraju, da se ovakvim načinom raspodjele izbjegavaju negativnosti koje nastaju u slučaju raspodjele prema tarifnim stavovima, ili prema količini proizvedene energije ili pak ako bi se obračun radio prema angažiranoj snazi.

Uz današnje tarifne stavove za potrošače — ako se oni primijene na raspodjelu realizacije među elektrane — dolazi se do guranja hidroelektrana u razdoblje većih opterećenja i do izbjegavanja rada u razdoblju malih opterećenja. To dovodi do povišenja frekvencije u toku dana, a do sniženja frekvencije tokom noći, što je vrlo česta pojava u našem sistemu. Naravno da to dovodi i do većih troškova u sistemu, jer takav pogon ne odgovara optimalnoj raspodjeli opterećenja.

Ako se raspodjela realizacije vrši na osnovu količine proizvedene energije — sve elektrane će nastojati da proizvedu čim više, što će dovesti s jedne strane do odstupanja od optimalnog voznog reda pa do povećanja troškova u sistemu, a s druge strane do povišenja frekvencije u mreži, dakle sniženja kvalitete energije. Takvi kriteriji raspodjele dovode u bezizlaznu situaciju termoelektrane s visokim specifičnim troškovima za gorivo, koje se najčešće nalaze u hladnoj rezervi, koja je itekako potrebna sistemu.

Obračun prema stvarno angažiranoj snazi dovodi pogotovo do utrke među elektranama, napose među hidroelektranama, jer u doba srednjih i malih voda relativno veliki dio ukupne snage hidroelektrane ostaje neiskorišten, pa nastaje problem, koja od hidroelektrana treba da smanji angažiranje snage. To se može objektivno odrediti — sa stanovišta sistema odnosno parcijalnog sistema kao cjeline — ali odluka o smanjenju angažiranja snage pogađa elektrane na koje se primjenjuje, jer na taj način ostvaruje manji prihod, iako se tom mjerom smanjuju troškovi u sistemu odnosno povećava proizvodnja u hidroelektranama.

Međutim, predložena raspodjela prihoda u studiji, osigurava minimalne troškove u sistemu na taj način, što će se ostvariti proizvodnja uz što manje troškove u termoelektranama i uz što bolje iskorištenje vode u hidroelektranama. *B. Udovičić*

Valorizacija električne energije koja se predaje potrošačima

U studiji je razrađena metodologija za određivanje vrijednosti energije na pragu prijenosa i na mjestu predaje. Metodologija se zasniva na usporedbi troškova, koji nastaju kao posljedica načina rada potrošača.

Da bi se dobile vrijednosti energije i snage, razmatrane su prilike u modelu elektroenergetskog sistema, koji po strukturi proizvodnje odgovara elektroenergetskom sistemu Jugoslavije. U modelu sistema predviđeni su potrošači različitih karakteristika, a među njima dva konstantna potrošača, a kao proizvođači pet hidroelektrana i tri termoelektrane različitih karakteristika.

Na modelu elektroenergetskog sistema vršena su ispitivanja za četiri teoretska tipa mreže i to za:

a) Konstantna opterećenja, faktor snage cos fi = 1; konstantni potrošači uvijek rade s maksimalnim opterećenjem.

U račun se pošlo od pretpostavke da svi potrošači uzimaju samo konstantnu energiju i to u količini koja je jednaka ukupnoj stvarnoj energiji. Na toj osnovi određeni su troškovi i dohodak u sistemu uzevši u obzir one instalirane snage elektrana, snage transformacija i presjeke vodova, koji su dovoljni za takav pravokutni dijagram opterećenja. Na osnovu takvih pretpostavki određeni su troškovi na pragu elektrana, na pragu prijenosa i na mjestima predaje za pojedina potrošačka mjesta. U tom prethodnom računu pretpostavilo se da konstantni potrošači rade neprekidno tokom godine.

b) Konstantno opterećenje, faktor snage cos fi = 1, konstantni potrošači potpuno obustavljeni u najnepovoljnijem mjesecu.

Uz potpunu obustavu konstantnih potrošača u najnepovoljnijem mjesecu određuje se smanjenje troškova sistema kao posljedica takvog pogona konstantnih potrošača. To smanjenje troškova predstavlja bonifikaciju konstantnim potrošačima.

c) Promjenljivo opterećenje, faktor snage cos fi = 1, konstantni potrošači potpuno obustavljeni u najnepovoljnijem mjesecu.

Polazeći od stvarnih dijagrama opterećenja i prema njima dimenzioniranih elektrana, transformatorskih stanica i vodova, ali uz faktor snage cos fi = 1, određeni su troškovi u sistemu opet posebno na pragu elektrana, na pragu prijenosa i na mjestima predaje. Iz tih veličina određuje se utjecaj dijagrama opterećenja na troškove, pa prema tome i vrijednost energije koja se predaje potrošačima s promjenljivim opterećenjem.

d) Promjenljivo opterećenje, stvarni faktor snage, konstantni potrošači potpuno obustavljeni u najnepovoljnijem mjesecu.

Ako se analiza ponovi, ali sa stvarnim faktorom snage, određuju se troškovi i gubici koji nastaju zbog potrebne proizvodnje jalove snage i energije, što omogućuje određivanje vrijednosti jalove energije.

Sve spomenute analize provedene su za 36 mjeseci (po tri istoimena mjeseca), koji su odabrani da što bolje odgovaraju prilikama i elektroenergetskom sistemu Jugoslavije.

Na osnovu izvedenih ispitivanja za navedene tipove mreže i za različita pogonska stanja za pojedine mreže, došlo se do podataka, iz kojih su u studiji načinjeni dosta opsežni zaključci za konkretnu upotrebu ove metode u svrhu određivanja tarifnog sistema.

B. Udovičić

Valorizacija elektrana za određivanje redoslijeda izgradnje

Prikazana je metoda za određivanje redoslijeda izgradnje kao njena primjena na primjeru triju hidroelektrana različitih karakteristika.

Metoda prikazana u studiji zasniva se na komparaciji prilika u sistemu za slučaj:

a) da se za podmirenje potreba grade samo nove termoelektrane i

b) da se gradi nova hidroelektrana ili grupa hidroelektrana,

sve to uz uvjet iste sigurnosti opskrbe potrošača.

Usporedbom navedenih slučajeva dolazi se do opravdanosti ili neopravdanosti izgradnje promatrane hidroelektrane. Za oba slučaja provedene su analize za nekoliko konzuma i to metodom bilanciranja konstantne i varijabilne energije u kojoj su uvažene i potrebe za snagom.

Budući da je analiza provedena za nekoliko konzuma tj. za duži niz godina, osigurano je uzimanje u obzir i vremenskog rasporeda proizvodnje, kako u postojećim tako i u novoj hidroelektrani. Kod izvedenog bilanciranja na računskom stroju bilo je moguće promatrati i svaku termoelektranu, pa su se i dovoljnom tačnošću (uz pretpostavku da su troškovi za gorivo za pojedine termoelektrane dovoljno pouzdani, jer je redoslijed angažiranja termoelektrana bio ovisan o veličini tih troškova) odredili troškovi za gorivo uzimajući u obzir strukturu termoelektrana.

Iz provedenih analiza vidljivo je da kao prvu hidroelektranu treba graditi onu, koja ima najveću relativnu energetsku vrijednost. Relativna energetska vrijednost je odnos između energetske vrijednosti (ušteda u stalnim troškovima radi izgradnje promatrane hidroelektrane i ušteda u promjenljivim troškovima radi smanjenja proizvodnje u termoelektranama) i godišnjih troškova promatrane hidroelektrane.

Vrijeme stupanja u pogon nove hidroelektrane je ono, kada se postignu u sistemu minimalni troškovi.

Prilikom valorizacije elektrana uzima se u obzir stanje izgradnje u sistemu, karakteristike postojećih hidroelektrana (instalirana snaga, moguća proizvodnja, raspored proizvodnje, postojanje akumulacije, utjecaj na nizvodne hidroelektrane) i karakteristike postojećih termoelektrana (instalirana snaga, tehnički minimum, specifični troškovi za gorivo). Osim toga sve spomenute karakteristike uzimaju se u obzir za hidroelektrane i termoelektrane čija se opravdanost i momenat stavljanja u pogon želi odrediti. Što se tiče konzuma uzima se u račun varijacije opterećenja tokom dana i tokom godine.

Jednom provedena analiza omogućava razmatranje različitih varijanti izgradnje (naravno u okviru promatranih elektrana), usporedbu investicija, usporedbu troškova i cijena energije, te usporedbu aktualiziranih investicija i troškova.

B. Udovičić

Mreža 110 kV i 220 kV SR Hrvatske do godine 1975.

Nakon prekida u razdoblju reorganizacije elektroprivrede ponovno je u Institutu za elektroprivredu nastavljen rad na studiji perspektivne mreže 110 kV i 220 kV S. R. Hrvatske.

Ugovorom je predviđeno da studija ima tri dijela. Cilj je prvog dijela da se do godine 1975. utvrde opterećenja čvornih tačaka mreže 110 i 220 kV i dade konfiguracija mreže bez provjere na računskom stroju. U drugom bi se pak dijelu izvršila potrebna ispitivanja na mrežnom analizatoru da se utvrdi razdioba opterećenja i naponske prilike, a u trećem dijelu bi se obradio kratki spoj. Prvi dio studije završen je koncem kolovoza ove godine sa slijedećim sadržajem:

Najprije su izneseni podaci o ostvarenju potrošnje. To je poglavlje obrađeno vrlo opširno, kako bi se do-

bile što iscrpnije informacije o dosadašnjem razvoju u promatranim područjima. Ostvarena proizvodnja je dana ukratko, jer ti podaci nisu toliko bitni za ovaj rad.

Za potrebe studije mreže teritorij S. R. Hrvatske podijeljen je na 4 elektroenergetska rajona, 19 distributivnih područja, te na potreban broj opskrbnih (pojnih) područja TS 110/35 kV.

Elektroenergetski rajoni poklapaju se sa novoformiranim regijama, osim što je regija Zagreb podijeljena na dva elektroenergetska rajona: Zagreb i Slavoniju. Navedena razdioba provedena je kroz cijelu studiju, kako u dijelu o ostvarenju potrošnje i proizvodnje tako i u dijelu perspektivnog razvoja.

Mjerodavne veličine za dimenzioniranje mreže su snage, no kako na žalost tih statističkih podataka ima malo, ostale su energije kao osnovni podatak čak i tamo, gdje se u različitim izvještajima daju snage; treba znati, da su to u stvari očitane jednosatne energije, čija je količina ovisna o tačnosti vremena očitanja brojila. Različite reorganizacije u elektroprivredi posljednjih godina donijele su još dodatne poteškoće u skupljanju potrebnih podataka. Dobivanje podataka o jalovoj snazi predstavlja poseban problem.

Zatim je prema okvirnom konzumu, odobrenom od U. O. Udružene elektroprivrede (7. IV 1967.) i prema ostvarenju razrađena perspektivna potrošnja do 1975. Distributivna potrošnja (energije i snage) sređena je po distributivnim područjima, čemu su dodani potrošci velikih potrošača. Na kraju je dan pregled postojećih i novih elektrana vezanih na 110 i 220 kV.

Navedena poglavlja predstavljaju elektroenergetske podloge za utvrđivanje razvoja mreže, koji je obrađen po elektroenergetskim rajonima. Za svaki rajon učinjena je po distributivnim područjima analiza potrebe i veličine TS 110/35 kV, zatim analiza nužne i rezervne snage transformacije (za 100 % nadoknade ispada). Nakon utvrđivanja čvornih tačaka, njihove godišnje energije i maksimalne djelatne i jalove snage, razrađena je odgovarajuća konfiguracija mreže 110 kV, a 220 kV samo sa gledišta potreba SR Hrvatske.

Kad bude obavljen pregled i recenzija ovog prvog dijela studije bit će nastavljen rad na ostalim dijelovima.

B. Markovčić

Uzemljenje zvjezdišta mreža 30(35) kV i 10 kV Rijeke i Istre

Izvršeni su pripremni radovi na projektiranju uzemljenja zvjezdišta, te su u tu svrhu izvršena mjerenja konstanata nadzemnih i kabelskih vodova, kao i utjecaja opasnosti u susjednim dojavnim linijama. Potonja mjerenja su pokazala, da inducirani naponi opasnosti u dojavnim linijama ne prelaze propisima dopuštene granice, osim na potezu Vinodol — Mali Lošinj te da se prema tome može zvjezdište nadzemnih mreža nazivnog napona 30 (35) kV uzemljiti bez većih poteškoća i preko otpornika za ograničenje struja jednopolnog kratkog spoja.

Razmatrajući specifičnosti pojedinih načina uzemljenja zvjezdišta visokonaponskih razdjelnih mreža u našim uvjetima, na sastanku tehničkih rukovodilaca poduzeća za distribuciju električne energije u Rijeci odlučeno je, da se nadzemne mreže 30 (35) kV u SRH uzemlje preko otpornika za ograničenje struja jednopolnog kratkog spoja na 300 A, kabelske mreže 30 (35) kV i 10 kV uz ograničenje na oko 1000 A te da nadzemne mreže 10 kV ostanu u pogonu sa izoliranim zvjezdištem. Posebno poglavlje su mješovite nadzemno-kabelske mreže, gdje izbor veličine otpornika treba vršiti u svakom slučaju posebno. Također je ukazano i na čitav niz problema koje treba rješavati prije negoli se izvrši prijelaz na pogon sa uzemljenim zvjezdištem.

Posebno ovamo spadaju: automatsko ponovno uklapanje, ponašanje velikih sinhronih i asinhronih motora pojedinačne snage iznad 100 kW, stanje starijih kabelskih mreža itd.

Za spomenute mreže Rijeke i Istre prikupljeni su i ostali značajni podaci iz pogona te su izvršene pripreme za proračun kratkog spoja pomoću digitalnog računskog stroja.

M. Jung

Zaštita od prenapona 30(35) kV i 10 kV mreža »Elektroprimorja«

U okviru ovog rada za svako se 30 kV transformatorsko postrojenje, svaki 30 kV dalekovod i za svaku tačku nehomogenosti dalekovoda pronalazi optimalno rješenje prenaponske zaštite koje zadovoljava u tehničkom i ekonomskom pogledu. Za svaki takav dio 30 kV mreže studiraju se i traže određena rješenja ovih pitanja:

a) kakve zahvate treba izvršiti na postojećoj opremi i zaštitnim uređajima;
b) kakve nove zaštitne elemente ugraditi, te kako i gdje ih treba ugraditi,

a u svrhu postizanja efikasnosti zaštite od prenapona, pri čemu se za svako određeno rješenje daju odgovarajuća obrazloženja.

Zaštita od prenapona 10 kV rješava se jednako detaljno samo za dijelove mreže koji su u neposrednoj transformatorskoj vezi sa 30 kV mrežom i za dijelove mreže u kojima se postavljaju zahtjevi za veliku sigurnost. Za prenaponsku zaštitu preostale 10 kV mreže daju se generalna rješenja.

Osnovu za projektiranje prenaponske zaštite čine statistički podaci o broju ispada i kvarova dalekovoda i transformatorskih stanica, podaci o nivou i čestoći atmosferskih smetnji na promatranom području, te na terenu snimljene karakteristike dalekovoda i transformatorskih postrojenja.

Promatrana mreža radi u izuzetno teškim uvjetima s gledišta prenaponske ugroženosti. Prije svega u primorskom pojasu najčešće je nemoguće postići takve otpore uzemljenja koji bi osiguravali zaštitnu ulogu zaštitnog užeta. Zbog toga se mogu često očekivati povratni preskoci na dalekovodima, koji, osim što uzrokuju povrede izolacije na dalekovodima, mogu biti vrlo neugodni i opasni za izolaciju transformatorske stanice, ako nastupe u blizini stanice. Visoki izokeraunički nivo na tom području još dalje otežava ovaj problem. Zato je zaštiti samih dalekovoda posvećena naročita pažnja, a s jednakom pažnjom je u transformatorskim stanicama organizirana obrana od smetnji koje nastupaju iz dalekovoda.

Naročito se pomno studira prenaponska zaštita sistema zračni vod — kabel — transformator, budući da je u takvim tačkama nehomogenosti registriran visoki broj kvarova opreme i zaštitnih uređaja. Danas se u svijetu provode dvije različite koncepcije zaštite od prenapona takvih sistema. Ovaj je problem u fazi studiranja, ali se već nazire rješenje koje će za promatranu mrežu biti najefikasnije. *I. Hrs*

Zaštita od prenapona dalekovoda 30 kV Čakovec — M. Središće

Veliki broj ispada i povreda izolacije dalekovoda Čakovec — M. Središće, a istovremeno i značaj tog dalekovoda za potrošače koje on snabdijeva električnom energijom, naveli su pogon zagrebačke »Elektre« u Čakovcu, da od Instituta za elektroprivredu zatraži studiju povećanja pogonske sigurnosti tog dalekovoda.

Ova je studija pri završetku, a u osnovi ona sadrži

a) analize ugroženosti izolacije dalekovoda i trafostanica na krajevima tog dalekovoda od pogonskih i atmosferskih smetnji;

b) mogućnosti povećanja pogonske sigurnosti promatranog dalekovoda;

c) optimalno rješenje zaštite od prenapona dalekovoda i transformatorskih postrojenja na krajevima dalekovoda.

Statistika ispada i kvarova dalekovoda, izokeraunički nivo i pretpostavke o visini stupnja groma s jedne strane, te rezultati proračuna vjerojatnosti povreda izolacije dalekovoda zbog atmosferskih pražnjenja s obzirom na snimljene karakteristike dalekovoda s druge strane, ukazuju da daleko veći broj smetnji i kvarova nastaje uslijed povratnih preskoka na izolaciji dalekovoda.

Osnovna je zaštitna mjera protiv povratnih preskoka smanjenje udarnog otpora uzemljenja na najmanju mjeru koju još ekonomske računice dopuštaju. S obzirom na relativno niski specifični otpor tla u području promatranog dalekovoda moguće je na taj način broj povratnih preskoka svesti na razumnu mjeru. U elaboratu su dani prijedlozi za oblik i dužinu trakastih uzemljenja u svrhu postizanja minimalnog udarnog otpora uzemljenja. Međutim, tim je načinom moguće samo smanjiti broj povreda izolacije dalekovoda; niski nivo izolacije 30 kV dalekovoda i dalje će biti uzrok povratnim preskocima, iako sada u manjoj mjeri. Zapažena su na dalekovodu naročito ugrožena mjesta, na kojima unatoč dosta dobrom otporu uzemljenja stupa dolazi često do kvarova. Pojačanje izolacije na takvim mjestima ne može mnogo pomoći. Analizirana je dalje mogućnost upotrebe zaštitnih iskrišta specijalne konstrukcije (s rogovima), ali njihova primjena ovaj čas, dok još 30 kV mreža radi s izoliranim zvjezdištem, nije jako svrsishodna. Kapacitivna struja je u promatranom dalekovodu viša od kritične struje koju bi iskrište još moglo ugasiti. Međutim, iskrišta sasvim sigurno mogu biti efikasna zaštita izolacije dalekovoda nakon prelaska na uzemljenje preko malog otpora i primjene APU.

Zbog toga je za zaštitu kritičnih tačaka dalekovoda predloženo specijalno iskrište sa gašenjem lûka, nešto slično cijevnim odvodnicima, ali od njih mnogo jednostavnije za upotrebu i održavanje. Očekuje se da će njihova primjena u kombinaciji s dobrim udarnim otporima uzemljenja dati optimalnu zaštitu dalekovoda od prenapona. *I. Hrs*

Osnovno rješenje električne mreže 110 kV i 35 kV grada Rijeke sa širim područjem

Izrazit rast potrošnje električne energije i naglo povećanje konzuma koji prati izgradnju stambenih rajona i industrijskih postrojenja na riječkom području aktualizirali su reviziju »Osnovnog projekta energetskog čvora i električne mreže grada Rijeke« (obrada Instituta za elektroprivredu iz Zagreba, 1955. g.), prema čijim se smjernicama dosada razvijala električna mreža na ovom području.

Dosadašnja razrada je pokazala da perspektivni konzum riječkog područja treba orijentirati na dvije pojne tačke najviših napona, pet TS 110/35 kV i četrdeset TS 35/10 (6) (3,4) kV.

Rad je u toku, a dovršenje se očekuje početkom 1968. g. *N. Vagić*

Opravdanje potrebe izgradnje i projektni zadatak za TS 110/35 kV Krasica

Na istočnom perifernom području današnje Rijeke, koje se proteže od Grobničkog polja na sjeveru do Jadranova na jugu i Kostrene na zapadu, pored postojećih potrošača i onih čija je izgradnja u toku, očekuje se već krajem 1968. puštanje u pogon novih postrojenja niza poduzeća kao: otpremne pumpaone i tankerske luke za naftovod Bakar—Sisak — INE iz Zagreba, elektrovučnih stanica — Jugoslavenske željeznice iz Zagreba, tvornice peleta — Željezare iz Siska i drugih.

Analizom veličina, teritorijalne raspodjele i karaktera elektroenergetskih potreba ovih potrošača u sklopu riječkog konzuma, vremenskog perioda u kojem će se te potrebe javiti i postojećeg stanja električne mreže, geološkog sastava, konfiguracije i predviđene namjene tla, te atmosferskih prilika na ovom području došlo se do zaključka, da bi pokušaj rješavanja problema napajanja ovog konzumnog područja angažiranjem postojećih TS 110/30 kV Katarina i Vinodol vodio potpunom promašaju i da se rješenje napajanja konzuma istočnog perifernog područja Rijeke nalazi u izgradnji nove TS 110/30 (35) kV. Na osnovu međusobne usporedbe većeg broja varijanti došlo se do zaključka, da lokacija ove stanice na području Krasice daje najbolje rješenje.

U sklopu opravdanja potrebe izgradnje stanice dan je i projektni zadatak. *N. Vagić*

Opravdanje potrebe izgradnje TS 220/110 — 110/35 kV Rijeka

Potrošnja električne energije u proteklih dvadesetak godina na području Rijeke, Urbanistički plan razvoja Rijeke od 1965. g. i rezultati analitičke procjene budućih elektroenergetskih potreba ovog područja po-

kazuju da bi već sada budući konzum Rijeke s okolicom bilo uputno orijentirati na dvije pojne tačke najviših napona; jednu u istočnom, a drugu u zapadnom području Rijeke.

Predstojeći prijelaz dalekovoda 220 kV Senj — Matulji od pogona sa 110 kV na 220 kV čini aktuelnom izgradnju prve TS 220/110 kV na riječkom području.

Analize su pokazale da ovu stanicu treba graditi u zapadnom području Rijeke, a od mogućih užih lokacija pokazala se najpovoljnijom lokacija u području Pehljina.

Rad je u toku, a njegovo dovršenje se očekuje krajem 1967.

N. Vagić

Snabdijevanje električnom energijom otoka Krka, Cresa i Lošinja

U okviru Osnovnog rješenja elektrifikacije Kvarnerskih otoka izrađenog 1957. u Institutu za elektroprivredu, predviđeno je da se otoci Krk, Cres i Lošinj snabdijevaju električnom energijom iz HE Vinodol preko 30 kV mreže Vinodol — Malinska — Cres — Mali Lošinj i Malinska — Dunat i istoimenih transformatorskih stanica 30/10 kV: Malinska, Dunat, Cres i Mali Lošinj.

Osim transformatorske stanice 30/10 kV Dunat, čija se izgradnja predviđa iduće godine, čitava mreža 30 kV je već izgrađena (1961 — 1964).

Ukupna duljina voda 30 kV Vinodol — Mali Lošinj iznosi 94,2 km, a Malinska — Dunat 11,2 km.

Između kopna i otoka Krka položen je kabel XHEKRAA 3 × 70 mm², duljine 0,65 km, a između Krka i Cresa kabel XHEKRAA 3 × 50 mm², duljine 7,4 km.

U vezi novog plana razvoja turizma koji predviđa ukupno oko 130.000 ležaja, od čega bi na otok Krk otpalo oko 60.000, a na otoke Cres i Lošinj oko 70.000 ležaja, potrebno je bilo izraditi novo rješenje snabdijevanja električnom energijom otoka Krka, Cresa i Lošinja.

Osim toga došlo je do izgradnje novog izvora električne energije: TE Plomin snage 125 MW (u konačnoj izgradnji 250 MW).

Novo rješenje, čija je izrada u toku, pokazuje, da će na području navedenih otoka vjerojatno trebati izgraditi tri transformatorske stanice 110/30 (35) kV. Stanice su predviđene na otoku Krku, Cresu i Lošinju.

U prvoj fazi do 1970. izgradio bi se vod 110 kV TE Plomin — Cres ukupne duljine oko 30 km i transformatorska stanica 110/30 (35) kV Cres.

Na taj način, uz dva izvora električne energije (TE Plomin i HE Vinodol), postiglo bi se već u prvoj fazi rezervno napajanje preko postojećeg voda 30 kV Malinska — Cres.

Rezervno napajanje je neophodno, jer u slučaju kvara na vodu Vinodol — Malinska čitavo područje ostaje bez električne energije, što može i dulje potrajati, naročito ako nastane kvar na podmorskom kabelu.

I. Janjić

Električna mreža Tuzle

Potrebe stambene izgradnje u Tuzli zahtijevaju brze urbanističke razrade pojedinih zaokruženih površina u gradu. Uz ove urbanističke razrade, nužno je, pored ostalog, imati i planove izgradnje električne mreže na odgovarajućim područjima. Izrada ovih planova na području Tuzle je povjerena Institutu za elektroprivredu, pa su tako ugovoreni radovi navedeni u naslovu.

Program izgradnje električne mreže na području Slatine u Tuzli ima karakter idejnog rješenja, koje je poslužilo kao prilog urbanističkoj razradi ovog područja. U njemu su dane osnove za budući razvoj mreže 10 kV i niskog napona. Kod mreže niskog napona je predviđena i mogućnost ostvarenja zatvorenog pogona. Ovaj rad je završen i predan naručiocu.

Osnovno rješenje električne mreže na području Slatine u Tuzli je rad koji je još u toku i u kojem će detaljno biti dane osnove buduće mreže na ovom području. Pored obrazložene prognoze konzuma bit će podrobno obrazložen izbor tipa mreže, te će biti provedena analiza pogonskih stanja koja će služiti za eventualne korekcije u mreži. Budući da je predviđen jedan tip zamkaste niskonaponske mreže, to će u osnovi ovih analiza ležati uglavnom rezultati dobiveni analizatorskim mjerenjima.

Idejna osnova električne mreže na području Solinske ceste u Tuzli (rad je završen i predan naručiocu) je opet razrada koja je rađena kao prilog urbanističkom rješenju i koja je zbog hitnosti prethodila Osnovnom rješenju električne mreže na ovom području, koje će se tek raditi.

U idejnoj osnovi je dan konzum bez detaljnijeg obrazloženja, a zatim je dano rješenje mreže 10 kV i načelno rješenje mreže niskog napona. Kod toga je predviđena veća koncentracija snaga u transformatorskim stanicama 10/0,4 kV i radijalan pogon mreže niskog napona.

D. Borojević

Kompenzacija jalovih snaga u električnoj mreži grada Pule

U osnovi ove razrade leže opsežna mjerenja koja su dala podatke o tokovima djelatnih i jalovih snaga u gradskoj mreži te o naponskim prilikama.

Sređeni i posebno obrađeni izmjereni podaci su dali sliku o tokovima, veličini i karakteru potražnje jalovih snaga gradskog konzuma, a dio jalovih snaga potrebnih samoj mreži nije mogao biti izmjeren, pa je računat.

Dalje je izrađena bilanca snaga po nivoima mreže, te je provedena procjena konzuma u bližoj perspektivi s posebnim osvrtom na potražnju jalovih snaga.

Na kraju je dana analiza potrebne veličine i rasporeda uređaja za kompenzaciju i približni troškovi za njihovo postavljanje.

D. Borojević

Primopredajna ispitivanja turboagregata 100 MW u TE »TUZLA«

Na osnovu ugovora između »Energoinvesta«, Sarajevo i »Tisjepromexporta«, Moskva, isporučen je i instaliran turboagregat 100 MW u TE »Tuzla«.

Turboagregat je proizvod LMZ (Lenjingradski metalni zavodi).

Institut za elektroprivredu sa svojim stručnjacima organizirao je i proveo primopredajna ispitivanja u cilju provjeravanja datih garancija odnosno određivanja specifičnih potrošaka topline.

U periodu od 24. do 26. 3. 1967., uz prisustvo predstavnika isporučioca i TE »Tuzla« izvršili su stručnjaci Instituta vlastitim mjernim instrumentima ukupno 6 ispitivanja.

Ispitivanja su provedena u skladu sa propisima DIN 1943 »Abnahmeversuche an Dampfturbinen«, a kod opterećenja 110, 100, 80, 60 i 40 MW. Prema dobivenim rezultatima, uz svođenje na garantne uvjete, proizlazi da je turboagregat, kako u pogledu specifičnog potroška pare tako i u pogledu snage (provedeno je ispitivanje uz 10 %-tno preopterećenje) u potpunosti ispunio garancije.

Izrađeni elaborat pod naslovom Tehnički izvještaj primopredajnih ispitivanja turboagregata III LMZ snaga 100 MW u TE »Tuzla« ima 86 stranica.

Elaborat sadrži uz detaljno obrazloženje metode obrade, rezultate mjerenja, sve potrebne proračune i korekturne dijagrame. Elaborat je izradio zajedno sa suradnicima Stjepan Ivančić, dipl. ing., a dovršen je u VIII mjesecu 1967.

Z. Selanec

Analiza stanja izolacija cjevovoda TE Tuzla II

Dovršen je elaborat u kojem je razrađena analitička i grafička metoda određivanja debljine toplinske izolacije za cjevovode kad je zadana temperatura površine izolirane cijevi.

Iz izvještaja slijedi da je temperatura površine cijevi vrlo neprikladan, iako uobičajen, parametar, te se vidi da ugovor, baziran na temperaturi površine izolirane cijevi, može dovesti do tehničkih i pravnih komplikacija.

U radu je obrađen jedan konkretni slučaj iz prakse, koji sadrži prijedlog rješenja na bazi kriterija ekonomske debljine toplinske izolacije.

F. Šprung

Primopredajna ispitivanja kotla BKZ-100 Fk i elektrofiltera u TE »Tuzla«

Elaborat je sastavljen od dva dijela. Prvi dio je izvještaj o ispitivanju kotla.

Kotao BKZ-100 u TE »Tuzla«, na kojem su stručnjaci Instituta vršili ispitivanja, isporučila je tvornica »Bernaulski kotlovski zavod« (BKZ), SSSR.

Provedena su ukupno 4 ispitivanja u periodu od 28. do 30. 3. 1967.

Za vrijeme ispitivanja predstavnici BKZ-a vršili su nadzor nad radom kotla.

Ispitivanje i proračuni su vršeni prema propisima DIN 1942 »Abnahmeversuche an Dampferzeugern«, a kod proizvodnje kotla 140, 170, 200 i 230 t/ pregrijane pare.

Kotao je ložen lignitom Kreka. Postignuti stupanj djelovanja je iznad garantiranog.

Drugi dio elaborata je izvještaj o ispitivanju elektrofiltera na istom kotlu. Elektrofilter je proizveo »Energoinvest« — Sarajevo, po licenci tvornice »Tunzini«, Francuska.

Postignuti stupanj otprašivanja dimnih plinova je iznad garantiranog.

Z. Selanec

Struktura investicija po fazama prerade energije za instalirani MW u elektrani

Završena je studija, čiji je zadatak da utvrdi postojeću a i objektivnu strukturu investicija elektroprivrede SFR Jugoslavije i SR Hrvatske po fazama tehnološkog procesa (proizvodnja, prijenos, razvod, distribucija i predaja), te da se na temelju utvrđenih veličina strukture investicija proračunaju specifične vrijednosti elemenata investicija po jednom MW instalirane snage u elektranama i po jednom MW maksimalnog opterećenja na pojedinim glavnim mjestima predaje.

U prvom dijelu studije je prikazano dosadanje usmjeravanje izgradnje elektroprivrednih objekata u Jugoslaviji, podijeljeno na periode poslijeratnog razdoblja do godine 1956., i razdoblje planiranja elektroprivrednog razvoja od 1957. do privredne reforme. Obuhvaćen je i pregled izbora novih elektrana izvršenog u 1966. godini.

Zatim je u studiji obuhvaćeno djelovanje utjecajnih faktora na izbor novih elektrana u vremenskom razdoblju od 1957. do 1966.; razvoj elektroprivrednih distributivnih postrojenja u odnosu na vrijednost postrojenja ostalih elektroprivrednih djelatnosti.

Drugi dio studije obuhvaća osnovno grupiranje elektroprivrednih objekata, čemu slijedi iznošenje karakteristika stanja jugoslavenske elektroprivrede u 1964. i 1965., i to globalnih odnosa uz nevalorizirane vrijednosti osnovnih sredstava i detaljiziranih pokazatelja proizvodnje, prijenosa i distribucije sa revaloriziranim vrijednostima.

Razvoj jugoslavenske elektroprivrede obrađen je za razdoblje od 1966. do 1980. godine. Prikaz razvoja obuhvatio je posebno promatranje razdoblja do 1970., a posebno 1971. — 1980. god. Razvoj nabavne vrijednosti osnovnih sredstava razrađen je po djelatnostima proizvodnje (po strukturi izvora), prijenosa te razvoja i razdiobe električne energije.

Na temelju planski procijenjenog razvoja vrijednosti osnovnih sredstava jugoslavenske elektroprivrede za razdoblje 1965. — 1980., a uvažavajući instalirane snage na osnovu energetskog bilansa proračunate su jedinične vrijednosti postrojenja proizvodnje, prenosa, razvoda i razdiobe električne energije po 1 MW u elektranama instaliranih snaga. Također je izvedena struktura jediničnih vrijednosti osnovnih sredstava jugoslavenske elektroprivrede po 1 MW maksimalnog opterećenja na glavnim mjestima predaje električne energije.

U posljednjem dijelu studije data je usporedba odnosa vrijednosti osnovnih sredstava elektroprivrede

Austrije, Belgije, Nizozemske, Italije, Francuske, Luksemburga, Istočne Njemačke, Zapadne Njemačke, Švicarske, Velike Britanije i Jugoslavije.

Na kraju su iznesena zaključna razmatranja na temelju dobivenih rezultata u studiji, za koju su podloge i proračunati podaci dati u posebnom prilogu.

B. Tilić

Metodologija operativnih istraživanja i analiza gubitaka energije u distributivnoj mreži

Započeta je obrada metode operativnih istraživanja i analiziranja visina i raspodjele gubitaka električne energije u distributivnoj mreži. U okviru teme obradit će se sistem i organizacija stalnog praćenja gubitaka u mreži, kao i metode kontrolnih istraživanja i analiza. Obradit će se razni načini kontrole gubitaka: mjerenjima u mreži, računskim putem i kombinacijom mjerenja i proračuna.

U okviru računskih metoda odredit će se opseg i način preračuna prema mjestu nastajanja i karaktera gubitaka.

Obrada, po načinu i opsegu, izvršit će se tako, da može služiti kao podloga i uputstvo za sistematska istraživanja i kontrolu gubitaka u mreži.

U studiji će biti obrađena i dva područja veličine samostalnih pogona, odnosno po jedno u sjevernoj Hrvatskoj i Dalmaciji.

B. Tilić

Metodologija istraživanja dijagrama opterećenja mreže za utvrđivanje karaktera i istovremenosti zahtjeva konzuma

Po narudžbi elektrodistributivnih poduzeća u SR Hrvatskoj u toku je obrada metoda za praktična istraživanja dijagrama opterećenja mreže. Istraživanja obuhvaćaju analizu i sinteze dijagrama opterećenja sa ciljem da se utvrdi karakter i kvantificirani utjecaj značajnih potrošača i grupa potrošača na visinu i tok opterećenja mreže, kao i njihovi međusobni odnosi. Kao izvedene veličine slijede pokazatelji o dnevnim i sezonskim varijacijama zahtjeva konzuma, međugrupni faktori izjednačenja tereta u mreži i faktori učešća u vršnom opterećenju mreže. Analizom krivulja trajanja utvrdit će se stepen energetskog iskorištenja mreže i dobiti podloge za ocjenu gubitaka u pojedinim dijelovima mreže.

Rezultati tih istraživanja treba da dadu energetsku osnovu za planiranje razvoja konzuma, za tarifno vrednovanje pojedinih grupa potrošnje i za druge tehničke i ekonomske zahvate u mreži.

Tema će obraditi metodologiju istraživanja dijagrama opterećenja u opsegu i formi u kojoj bi se ta istraživanja mogla voditi kao stalan zadatak u energetskim službama distributivnih poduzeća.

Uz obrađenu metodologiju istraživanja izvršit će se analiza dvaju ograničenih područja, jednog u Dalmaciji i drugog u Slavoniji.

B. Tilić

ODLAZAK ing. UZELCA U CARACAS

Suradnik Instituta za elektroprivredu ing. BLAŽ UZELAC otputovao je u septembru o. g. u Caracas na temelju imenovanja UNESCO-a (Organizacija ujedinjenih nacija za obrazovanje, nauku i kulturu) i to u svojstvu eksperta na Sveučilištu u Caracasu.

Za ovu kandidaturu tražila se opsežna praksa iz oblasti elektronike u pogonu, montaži i projektiranju postrojenja, te profesorski rad kao i praksa u visokonaponskom laboratoriju, budući da tamo predstoji organiziranje jednog takovog laboratorija.

Ing. Uzelac radio je u Institutu 12 godina kao naučni suradnik i šef Laboratorija za visoki napon. Prilikom svojeg dolaska u Institut, kada je još Laboratorij bio provizorno smješten u Elektroprivrednoj školi na Selskoj cesti u Zagrebu, on je znalački i predano vodio projektiranje i izgradnju sadanjeg Laboratorija u kompleksu elektroprivrednih zgrada u Ulici Proleterskih brigada 37, i sa relativno malim financijskim sredstvima uspio osposobiti Laboratorij, da može udovoljavati potrebama elektroprivrednih poduzeća u pogledu ispitivanja u vezi redovnog pogona.

Kao šef Laboratorija za visoki napon, vodio je bezbroj ispitivanja i izdavao ateste o kvaliteti opreme i materijala, koji se upotrebljava u elektroprivredi sa besprijekornom objektivnošću, što mu je pribavilo autoritet tako da su se i industrijska proizvođačka

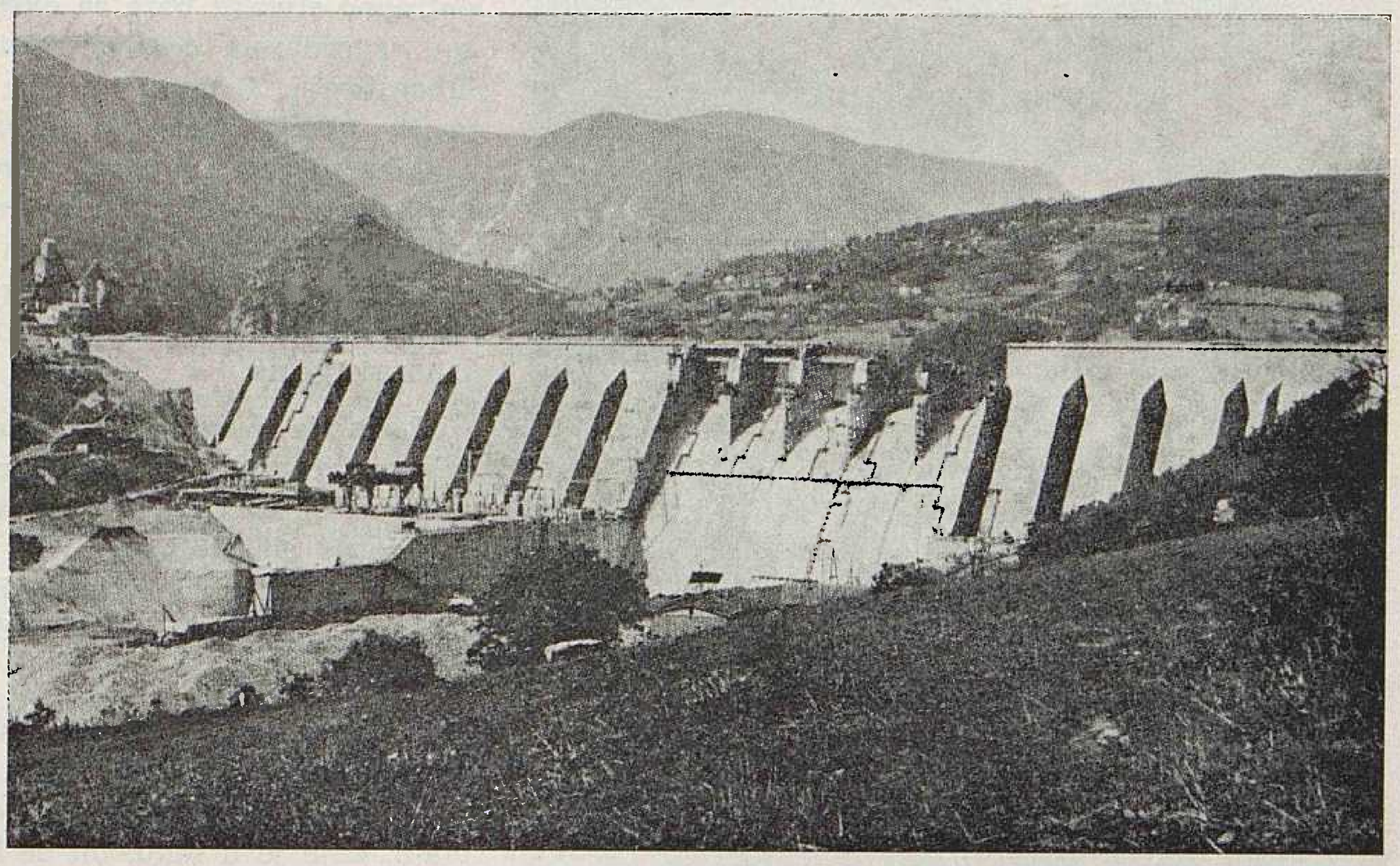
poduzeća obraćala na Laboratorij radi savjeta i atestiranja.

Zasluga je ing. Uzelca da se kod nas uspješno uvodi »znak kvalitete« Saveza mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Jugoslavije, koji podjeljuje Savezna komisija ovog društva, koje je komisije u zadnje vrijeme ing. Uzelac bio predsjednik.

Želimo ing. Uzelcu mnogo uspjeha na novom radnom mjestu.

— R —

Još četiri milijarde za HE »Bajina Bašta«



HE Bajina Bašta
Brana pred dovršenjem

Puštanjem u pogon HE »Bajina Bašta« na Drini između Perućice i Višegrada stvoreno je akumulaciono jezero, dugo 54 kilometra. Ono se još puni i pri maksimalnom vodostaju će dopirati do samog Višegrada. Upravo radi tog jezera došlo je do sudskog spora između općine Višegrad i HE »Bajina Bašta«.

Općina Višegrad podnijela je tužbu u kojoj tvrdi da je prije izgradnje jezera voda dopirala u Višegradu do kote 286 m nadmorske visine. Činjenica je, međutim, da ni protok Drine od 5600 m³/sek, dakle kad su velike poplave, nije ugrožavao grad i okolicu.

Kada jezero dostigne najviši nivo, voda će u Višegradu dopirati do kote 292,5 m pri protoku vode od 3000 m³/sek. Polazeći od te kote HE »Bajina Bašta« je izgradila objekte za zaštitu grada i neposredne okoline. Pozivajući se na proračune stručnjaka i na to da brzotoke rijeke nanose mulj i nanos u Drinu, da će se zimi stvarati ledene sante, što će podići nivo jezera, općina Višegrad tvrdi u podnesenoj tužbi da je postojeća zaštita nedovoljna. Prema takvoj ocjeni općine u tome slučaju Višegrad i okolica bit će devet mjeseci tokom godine ugroženi. Općina traži da se gradu i okolici osigura bolja zaštita koja bi polazila od 3 m više kote (295,8 m).

U 13 tačaka u tužbi je određeno precizirano šta bi trebalo da se uradi. Pored ostalog bi trebalo izraditi zaštitne zidove s obje strane Drine duže od kilometra, zatim izvesti razne nasipe, ulice i drugo. Prema današnjim cijenama za ta osiguranja potrebne su nove investicije u visini od 4 milijarde i 244 milijuna starih dinara.

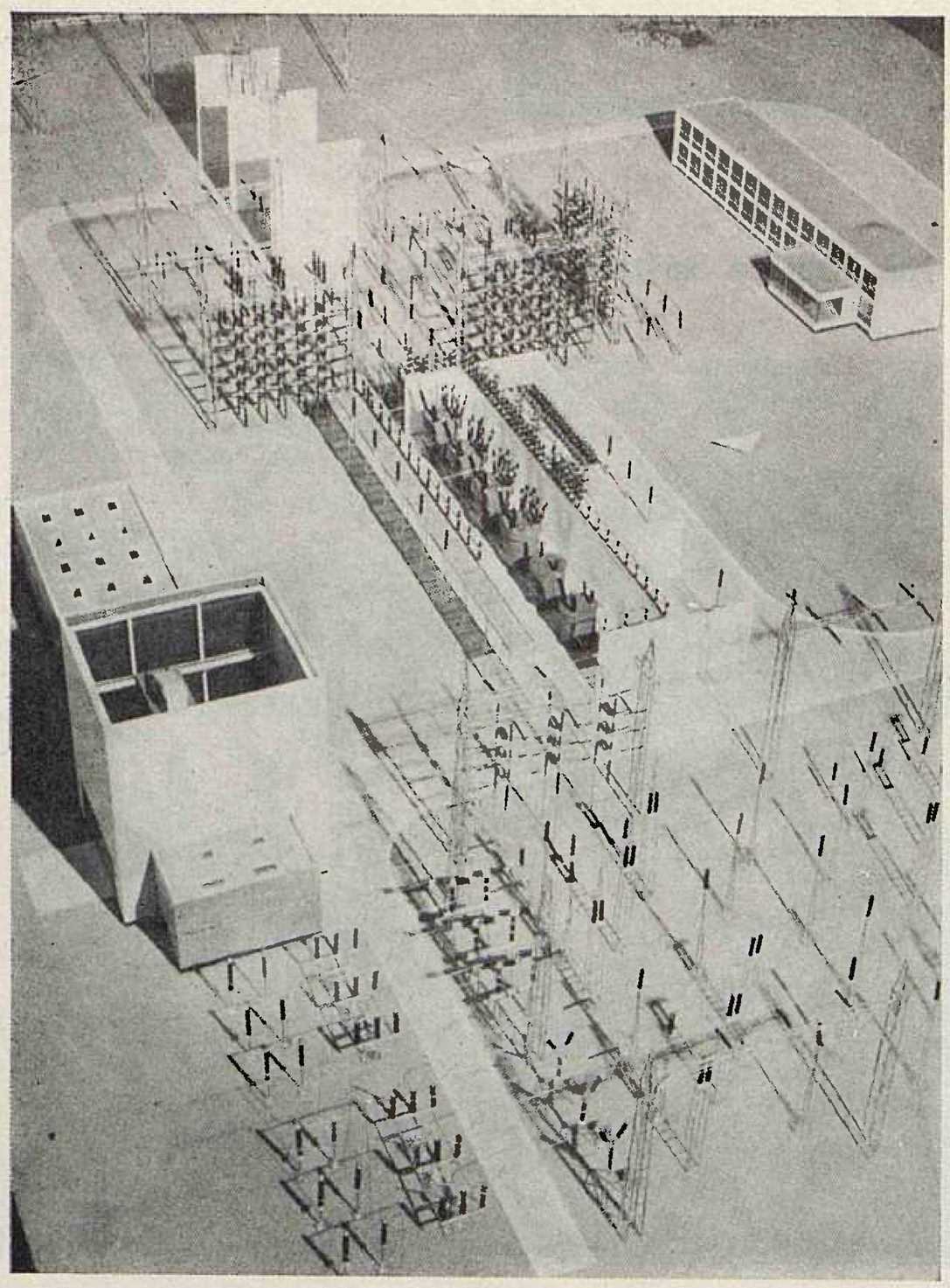
Viši privredni sud u Beogradu *odbio je tužbeni zahtjev* općine Višegrad, da joj HE »Bajina Bašta« pruži sigurniju zaštitu grada i okolice.

U obrazloženju osude koja se temelji na osnovu prikupljene iscrpne tehničke dokumentacije, sud je stao na stanovište da nema bojazni od iznenađenja vodene stihije. Na osnovu dugoročnih praćenja oborine u slivu Drine uzvodno od Višegrada moguće je predvidjeti katastrofalni val od 5000 m³/sek na 18 i 19 sati ranije, a vode manje snage na čitav dan i noć unaprijed. Ako je snaga vode 3000 m³/sek potreban je samo jedan sat da bi jezero opalo za jedan metar, a svega nekoliko sati da se spusti 3 metra kad su u pitanju najveće poplave.

U obrazloženju presude istaknuto je da već podignuta HE Kokin Brod na Uvcu, s akumulacijom od 250 milijuna m³ ublažuje ranije mogući udarni val od 5700 m³/sek. HE Mratinje (u izgradnji) još više ublažuje mogućnost velikog vala. Kada se još uzvodno na Drini podignu i druge planirane elektrane, onda praktički ne postoji mogućnost većeg protoka Drine u Višegradu od 3000 m³/sek, a u tom slučaju Višegrad i okolica imaju vrlo sigurnu zaštitu. *I. R.*

Naša prva mrežna ispitna stanica gradi se u Kaknju

U okviru Istraživačko-razvojnog centra za elektroenergetiku »Energoinvesta« iz Sarajeva, započela je izgradnja naše prve mrežne ispitne stanice koja se podiže u mjestu Dobrinje nedaleko Kaknja. U stanici će se vršiti istraživačka ispitivanja velikom snagom, električnih aparata i uređaja visokog napona, kao što



Maketa mrežne ispitne stanice velike snage Kakanj—Dobrinje

su prekidači, rastavljači, osigurači, te energetski i mjerni transformatori.

Izgradnja prve etape započela je prošle godine i u programu je da svi radovi na gradnji budu završeni do kraja iduće godnie. Tada će biti omogućeno jednofazno ispitivanje aparata do 35 kV sa snagom od 1500 MVA. Potpunim dovršenjem stanice moći će se vršiti ispitivanja aparata od 220 kV i 380 kV sa snagom od oko 15.000 MVA.

Odluka o izgradnji ovakve mrežne ispitne stanice donesena je, jer je bilo očito, da je razvitak elektroindustrije, pored postojećih moderno opremljenih proizvodnih kapaciteta i specijaliziranog stručnog kadra, potrebno stvoriti baze za eksperimentalno istraživački rad izgradnjom odgovarajućih moderno opremljenih laboratorija. A upravo takav laboratorij je i mrežna ispitna stanica, izuzetno važna za ispitivanje u oblasti tehnike visokog napona, tehnike prekidanja električnog luka pod visokim naponom, elektrodinamičke i termičke izdržljivosti električnih uređaja visokog napona. Jugoslavenski proizvođači takve opreme morali su navedena ispitivanja vršiti u inozemnim institutima i laboratorijima.

Lokacija ovog objekta, bila je tehnički uvjetovana, tako da je on lociran u blizini Kaknja, gdje se nalazi najsnažnije čvorište jugoslavenske mreže 220 kV. Projektiranje električnog dijela ovog laboratorija povjereno je francuskoj tvrtci »CEGELERG«, dok su arhitektonsko-građevinske projekte izradili projektanti »Energoinvesta«.

Za izgradnju ove naše prve mrežne ispitne stanice potrebne su investicije od 4 milijarde starih dinara. Odlučeno je da se objekt gradi u četiri etape. U prvoj etapi, koja je u toku, bit će investirano 1892 milijuna starih dinara, od čega je 1436 milijuna osigurao kolektiv »Energoinvesta«, dok ostatak od 456 milijuna starih dinara daje Savezni fond za naučni rad.

S obzirom na široke mogućnosti eksperimentalnog istraživanja, kao i kapacitet mrežne ispitne stanice, ona će zadovoljiti potrebe svih naših proizvođača elektroopreme kao i elektroprivrede.

I. R.

Izgradnja najviše brane u našoj zemlji

Na odobrenoj lokaciji kod Titograda planirana je gradnja aluminijskog kombinata koji će nakon izgradnje prve etape prerađivati 200 tisuća tona glinice i proizvoditi 50 tisuća tona aluminija godišnje. To će biti jedna od tehnološki najsuvremenijih tvornica na svijetu sa svega 1000 zaposlenih i to pretežno kvalificiranih i visokokvalificiranih radnika i visokog stručnog kadra. Već su otpočeli pripremni radovi za gradnju ovog značajnog aluminijskog postrojenja.

Aluminijska industrija Crne Gore u svojim će radnim i tehnološkim procesima trebati velike količine električne energije. U svrhu osiguranja stalnih i sigurnih količina u programu je predviđena izgradnja hidroelektrane »M r a t i n j e« s godišnjom proizvodnjom od 860 milijuna kWh. Izvršene su sve tehničke pripreme tako da su u drugoj polovini ove godine organizirani radovi na gradnji glavnih objekata HE »Mratinje«. U međuvremenu ekipa najpoznatijih jugoslavenskih stručnjaka, u kojoj će uskoro surađivati i inozemni eksperti, proučava čitav niz elemenata za izradu glavnog projekta za izgradnju velikog akumulacionog jezera kapaciteta 850 milijuna m³ vode i najviše brane u našoj zemlji, visoke 200 a široke 300 metara. Ne samo da će to biti najviša naša brana, nego će svojim dimenzijama spadati u grupu najviših brana na svijetu.

Prema prognoziranju stručnjaka ubrzo će biti završen rad na izradi glavnog projekta akumulacionog jezera i brane, te će se odmah pristupiti građevnim radovima. Već je počela izgradnja montažnog naselja za 1500 radnika koji će graditi branu i druge objekte HE »Mratinje«.

Pored izgradnje hidroelektrane u Mratinju za stalno i koordinirano opskrbljivanje aluminijskog kombinata u Titogradu električnom energijom izgradit će se i četvrti agregat u hidroelektrani »Bajina Bašta«.

Za izgradnju postrojenja aluminijske industrije u Crnoj Gori investirat će se iznos od oko 150 milijardi starih dinara. Prema ekonomskim kalkulacijama buduće poduzeće ostvarivat će godišnji dohodak od 35 milijuna dolara po sadašnjim cijenama. U programu je da tvornica kompletno bude izgrađena za tri godine i po izjavama investitora taj rok je realan.

I. R

M. Ledinegg — **Dampferzeugung — Dampfkessel, Feuerungen einschliesslich Atomreaktoren.** Zweite Auflage; Springer-Verlag 1966. 487 stranica, 357 slika, 8 tablica, tvrdi platneni uvez. Cijena: $ 46,50

Ovo je drugo prerađeno i prošireno izdanje ovog djela. Nova obrada sadrži promjene i razvoj koji je tehnika proizvodnje pare prošla do najnovijeg stanja. Težište problematike proizvodnje pare usmjereno je na velike jedinice, sa naglaskom na prisilnu cirkulaciju. Primjena goriva dolazi do izražaja sa sve većom orijentacijom na ulja. Promijenjen je način gradnje uvođenjem lakih konstrukcija, vrši se prelaz na međupregrijanja itd. Uključivanje velikih atomskih elektrana ima osjetan upliv i na razvoj klasičnih. Ovo izdanje prošireno je sa poglavljem teorija i konstrukcija reaktora. Djelo veoma jasno prikazuje tematiku što je preporučljivo za projektante, konstruktore i za studij na sveučilištima. Sadrži mnogo teoretskih i praktičnih podataka koji su značajni za praksu u pogonima proizvodnje pare. *J. Lucati*

B. Milobar, **Popravak tranzistorskih prijemnika.** Izdavač Tehnička knjiga, Zagreb, 1. izdanje, 1965., uvez u poluplatno, format 14 × 20, opseg 100 stranica s 85 crteža, cijena N. din 12.00

Danas u vrijeme sve veće i sve raznovrsnije upotrebe tranzistora u nauci i tehnici nije prestao interes za njihovu upotrebu u radiotehnici za čije potrebe su oni i razvijeni. Naprotiv, mnogobrojni tipovi tranzistorskih prijemnika raznih proizvođača koji su se nakon višegodišnje upotrebe počeli kvariti, prisiljavaju zainteresirane da se upoznaju s osnovnim metodama traženja grešaka i načinima njihovog uklanjanja.

Navedeni problemi opširno su obrađeni u ovoj knjizi, te će njihovo tumačenje dobro doći svim praktičarima koji se bave popravcima tranzistora kao i radioamaterima.

U knjizi su ukratko opisane funkcije pojedinih stupnjeva prijemnika i greške koje se u njima najčešće pojavljuju.

Nadalje se opisuju i neki od neophodnih uređaja i instrumenata za popravak prijemnika.

Na kraju knjige se nalazi pregled grešaka i njihovih uzroka sistematiziran prema stupnjevima prijemnika i uočenim indikacijama grešaka.

Ukratko, knjiga se može preporučiti praktičarima i radioamaterima. *I. Šimurina*

H. Richter: **Nova škola radio-tehnike i elektronike.** Izdavač, Tehnička knjiga Zagreb, 1966/67. Omot plastificiran, format 14,5 × 20 cm.

Naša radiotehnička literatura obogaćena je opširnim suvremenim djelom u 8 svezaka, koje sistematski obrađuje cjelokupnu problematiku radio-tehnike i elektronike od općih osnova i sastavnih elemenata do kompleksnih sklopova uključujući i najsuvremenije.

Djelo je prevedeno s njemačkog gdje je zbog lako shvatljivog, postupnog i sistematskog prilaženja kompliciranoj materiji, doživjelo brojna izdanja. Zahvaljujući iznašanju gradiva bez upotrebe kompliciranih naučnih i matematskih objašnjenja i dokaza, djelo je postalo pristupačno najširem krugu čitalaca bez većeg naučnog i tehničkog obrazovanja, koji žele već stečena praktična iskustva nadopuniti osnovnim teoretskim znanjima. Ukratko, djelo predstavlja udžbenik za amatere, repetitorij za radio-tehničare, te praktični priručnik za one kojima radiotehnika nije struka, a žele steći teoretske osnove za razumijevanje specijalističke literature iz tog područja.

Iz sadržaja:

Knjiga 1. Opće osnove, sastavni elementi, opseg 168 stranica, sa 114 slika, cijena 18.— NDin.

Poglavlja: Opći pregled radiotehnike i elektronike, tehnika istosmjerne struje, tehnika izmjenične struje, oscilacije, mrežni sklopovi, magnetizam, elektromagnetizam, indukcija.

Knjiga 2. Opće osnove, sastavni elementi, opseg 160 stranica sa 100 slika, cijena 18.— NDin.

Poglavlja: Visokovakuumske elektronke, plinom punjene elektronke, poluvodiči, svjetlosni elektricitet, širenje elektromagnetske energije, specijalni prirodni efekti (Termoefekt, Peltierov efekt...).

Knjiga 3. Osnovni spojevi u radiotehnici i elektronici, opseg 192 stranice sa 129 slika, cijena 22.— NDin.

Poglavlja: Pojačala, generatori (odašiljači, oscilatori), spojevi za modulaciju, demodulatori.

Knjiga 4. Osnovni spojevi radiotehnike i elektronike, opseg 180 stranica, sa 120 slika, cijena 22. —NDin.

Poglavlja: Tehnika spojeva za transponiranje frekvencije, miješanje i superpoziciju, osnovni spojevi u elektronici, tehnika napajanja strujom.

I. Šimurina

ŠTATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SVIBANJ I LIPANJ 1967.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5—9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. 1966.	121.190	54.343	953	19.963	122.143	74.310	+ 92.649	20.276	— 142	309.236
8. 1966.	138.400	72.560	996	26.019	139.396	98.579	+ 103.361	2.633	— 294	343.675
9. 1966.	175.229	53.819	775	30.884	176.004	84.703	+ 69.602	23.075	— 41	353.343
10. 1966.	228.596	49.616	1.357	32.125	229.953	81.741	+ 25.040	4.712	— 5.700	335.746
11. 1966.	340.291	31.963	2.131	26.670	342.422	58.633	— 45.555	3.542	— 13.801	345.241
12. 1966.	423.845	35.251	2.253	29.296	426.098	64.547	— 76.216	8.188	— 10.677	411.940
Ukupno 1966.	3,109.765	532.839	18.848	27>.198	3,128.603	812.037	— 143.726	402.931	— 35.340	4,164,505
1. 1967	372.614	41.483	1.671	24.241	374.285	65.724	— 138.233	93.211	— 9	394.978
2. 1967.	312.463	50.889	1.427	23.322	313.890	74.221	— 111.331	109.600	— 5	386.375
3. 1967.	359.808	43.775	1.706	22.837	361.514	66.612	— 82.607	50.449	— 2.479	393.489
4. 1967.	347.742	26.702	1.804	21.497	349.546	48.199	— 66.629	37.206	—	368.322
5. 1967.	301.317	19.499	1.556	19.493	302.873	38.992	— 35.235	45.068	—	351.698
6. 1967.	235.050	21.350	1.393	20.731	236.443	42.081	— 3.098	12.800	—	348.226
Ukupno 1. — 6. 1967.	1,982.994	203.698	9.557	132.131	1,938.551	335.829	— 437.133	408.334	— 2.493	2,243.088

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece svibanj i lipanj 1967.

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik[3]	216,0	14.806	11.447	114.861	82,1	121,2	110,0	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	15.653	2.496	82.053	306,7	47,6	125,8	26,6	4,3	—	—
		Gojak	48,0	12.973	11.817	132.123	62,8	85,5	106,4	36,4	42,7	—	—
		Ozalj	5,1	2.231	1.919	10.417	120,1	231,2	79,8	59,4	51,0	—	—
		Senj	216,0	74.995	59.514	514.897	73,8	158,6	116,0	46,6	38,2	—	—
		Peruća	42,0	14.100	12.800	79.654	176,2	96,9	119,3	41,1	42,3	—	—
		Kraljevac	67,0	23.024	6.159	96.715	230,0	—	218,0	46,1	12,7	—	—
		Split	224,0	125.015	111.067	795.360	105,0	116,2	101,1	75,0	68,8	—	—
		Manojlovac	20,5	14.612	11.108	81.503	97,3	101,8	98,7	95,4	75,2	—	—
		Jaruga	5,5	3.908	3.723	18.188	89,3	105,2	79,2	99,5	94,0	—	—
	TE	TE — TO Žitnjak	64,0	14.989	14.892	129.329	138,8	62,0	94,8	32,8	32,3	3.794	3.660
		Zagreb	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	4.438	5.084	41.454	176,0	32,3	71,5	16,5	19,6	4.543	4.577
		Vlaška	8,0	72	1.374	3.649	—	—	—	1,2	23,8	5.555	5.541
		Rijeka	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	1.412	1.357	8.586	90,9	140,4	98,5	11,4	18,2	—	—
		Sladorana — Županja	7,08	—	—	4.653	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	2.154	2.287	12.763	94,8	212,9	104,5	46,0	52,9	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	2.529	1.834	14.837	91,8	81,4	87,9	61,8	46,3	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u narednim iskazan je u odnosu na 1966. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta
[3] Dio od 23 % proizvodnje koji otpada na SRH

Proizvodnja ugljena za mjesece svibanj i lipanj 1967.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

Vrsta ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1966. = 100		
		Svibanj 1967.	Lipanj 1967.	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Poduzeće		53.880	54.370	314.710	88,1	86,7	78,9
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	2.129	1.951	13.611	58,6	55,3	60,9
	Rudnik Pregrada	4.503	4.628	27.401	74,4	76,4	73,8
	Ostali	3.168	2.865	18.542	70,4	54,7	62,7
	Međumurje: Međumurski ugljenokopi M. Središće	8.235	9.035	53.831	66,2	67,0	65,2
	Dalmacija: Rudnik Siverić	3.024	3.008	20.136	52,4	48,3	53,5
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.716	1.925	9.927	111,9	80,2	87,0
	Svega mrki	22.775	23.412	143.448	67,1	63,4	65,0
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-Lad. ugljenokopi, Ivanec	21.315	21.840	129.949	86,1	80,3	77,0
	Zagorski rudnici: Konjšćina	3.729	4.383	35.916	40,1	44,7	64,0
	Rudnik lignita i Poljanica	—	—	7.827	—	—	—
	Ostali	—	—	2.478	—	—	—
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	3.442	4.037	24.326	67,4	62,3	66,8
	Ostali	250	—	7.095	—	—	—
	Ostala područja	227	463	5.675	16,6	23,3	52,5
	Svega lignit	28.963	30.723	213.266	59,4	55,7	64,6
Ukupno sve vrste ugljena		105.618	108.505	671.424	73,4	70,1	70,7

NAPOMENA[1]: Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar.

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1967.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen				Uslovni mrki ugljen (4000 kal)	Koks
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit		
Proizvodnja u 1000 tona	5. 1967.	2027	80	707	1240	1578	105
	6. 1967.	2138	80	725	1333	1645	101
Indeks na bazi	5. 1966.	88,6	89,8	90,4	87,3	89,2	99,0
	6. 1966.	86,7	90,9	86,2	86,7	92,6	98,0

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1967.

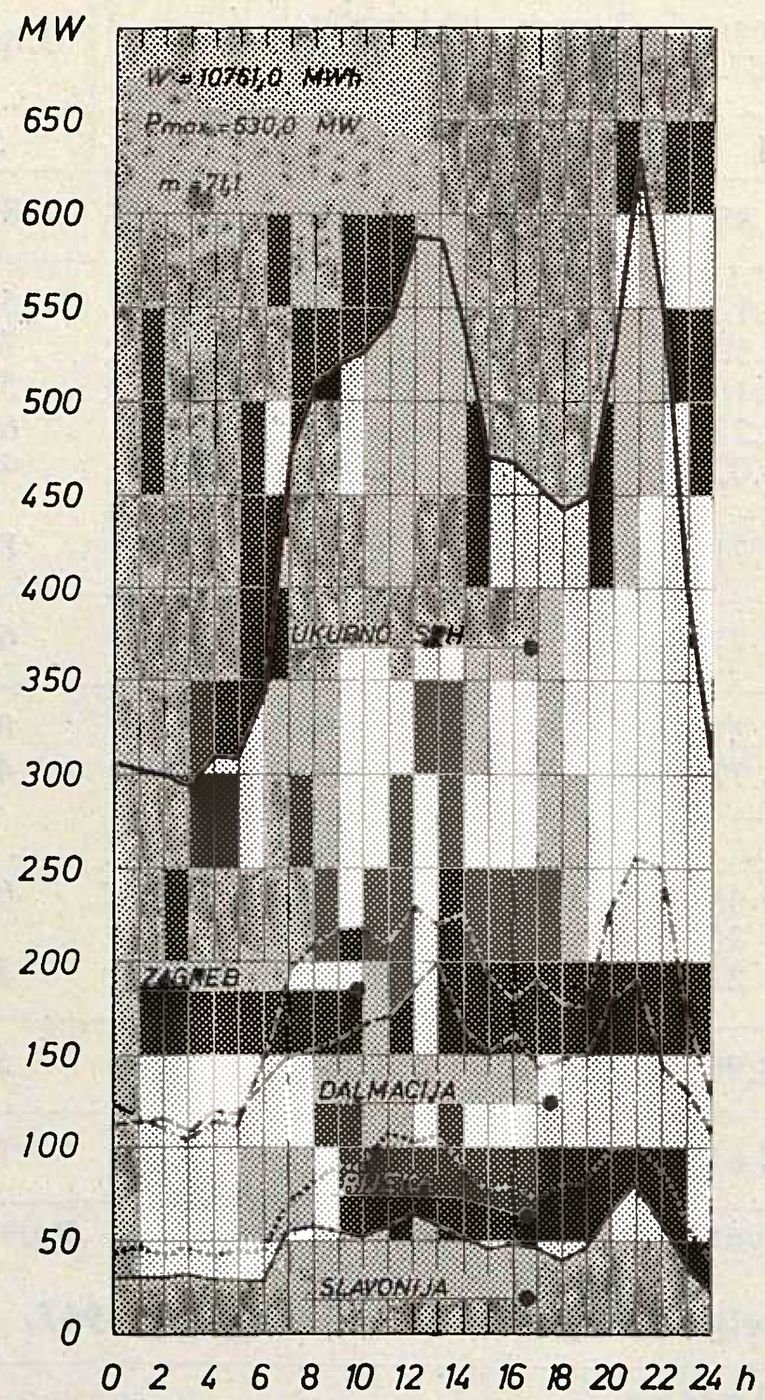
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja u tonama	5. 1967.	196.000	37.586	330.000	77.379	1.400	10.645	113.187	12.093	
	6. 1967.	192.000	39.799	389.000	63.693	846	11.943	129.209	8.291	
Indeks na bazi	5. 1966.	102,0	118,6	101,8	137,7	170,7	146,3	137,0	118,6	221,0
	6. 1966.	100,0	127,9	110,2	82,0	58,7	137,8	125,2	51,8	108,2

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1967.

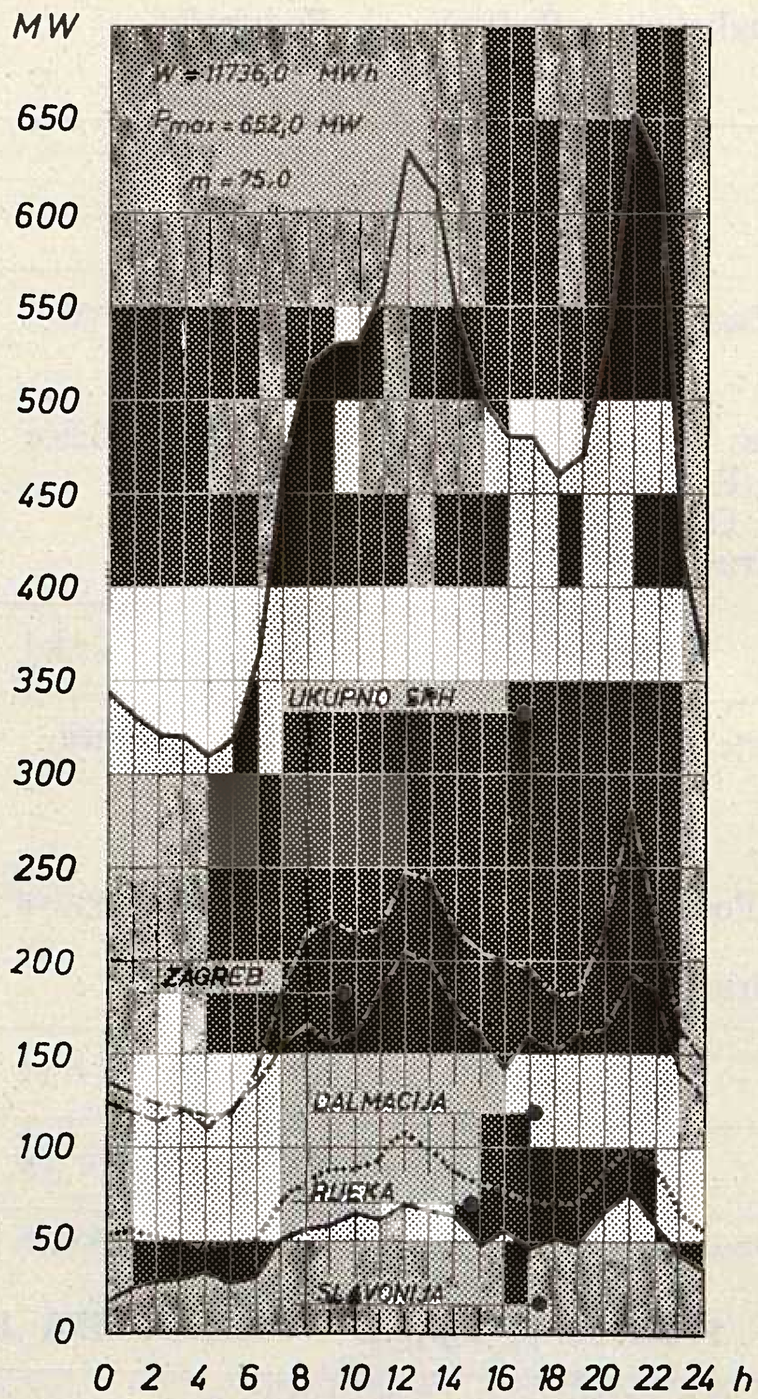
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
5. 1967.	100	98	100	103	97	99	115	101	103	96
6. 1967.	103	103	101	106	98	107	103	108	105	98
5. 1966.	103,0	103,1	103,0	107.2	97.0	101,0	116,1	103,0	104,0	104,3
6. 1966.	99,0	99,0	90,3	102,9	93,8	97,3	90,3	97,3	100,9	96,0

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

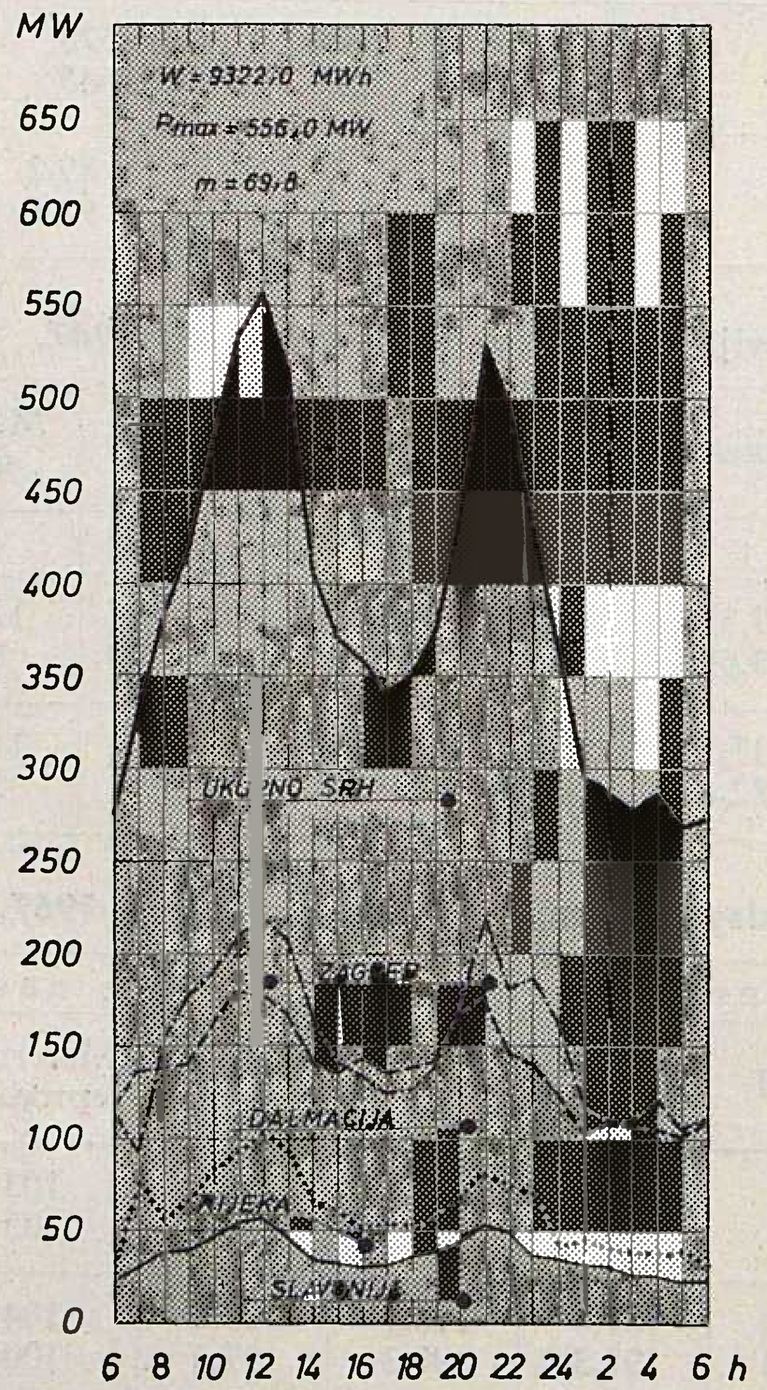
Srijeda, 17.5.1967



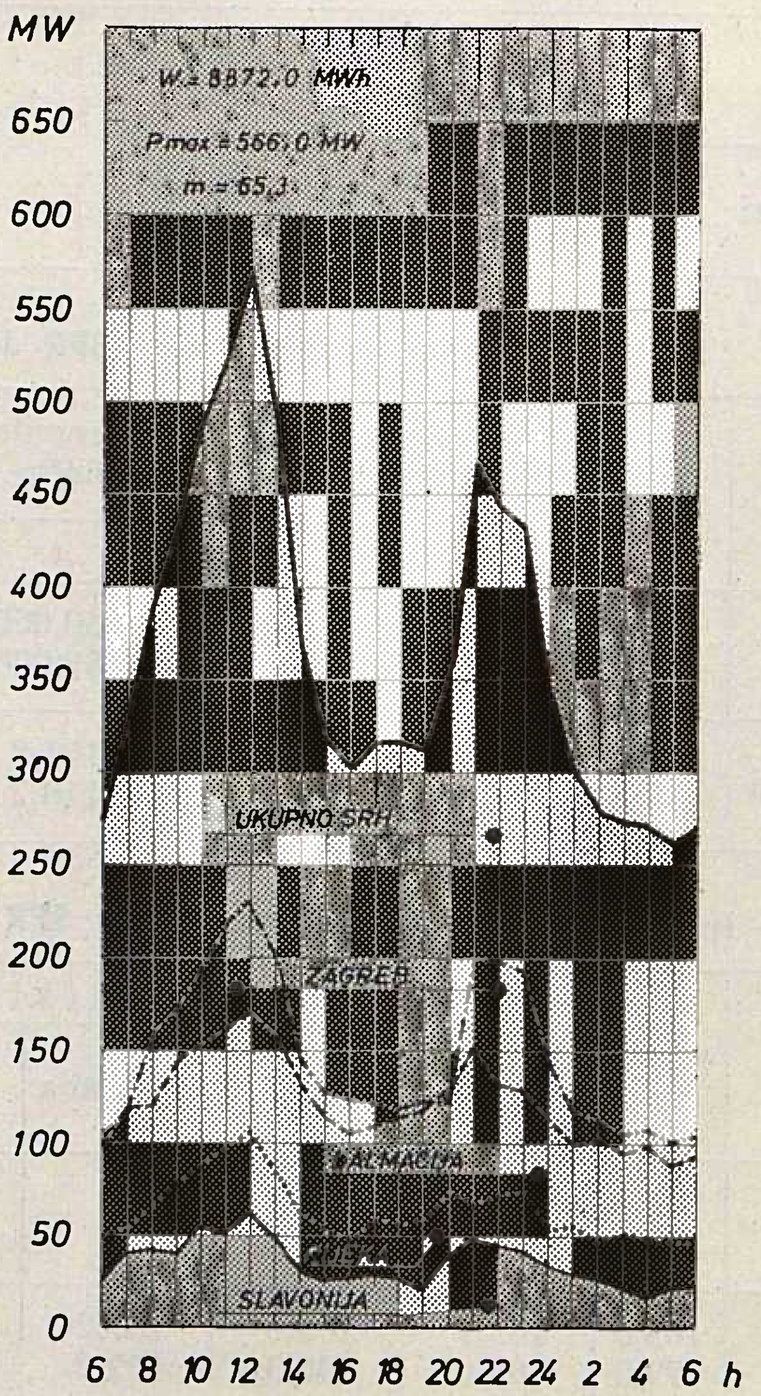
Srijeda, 21.6.1967



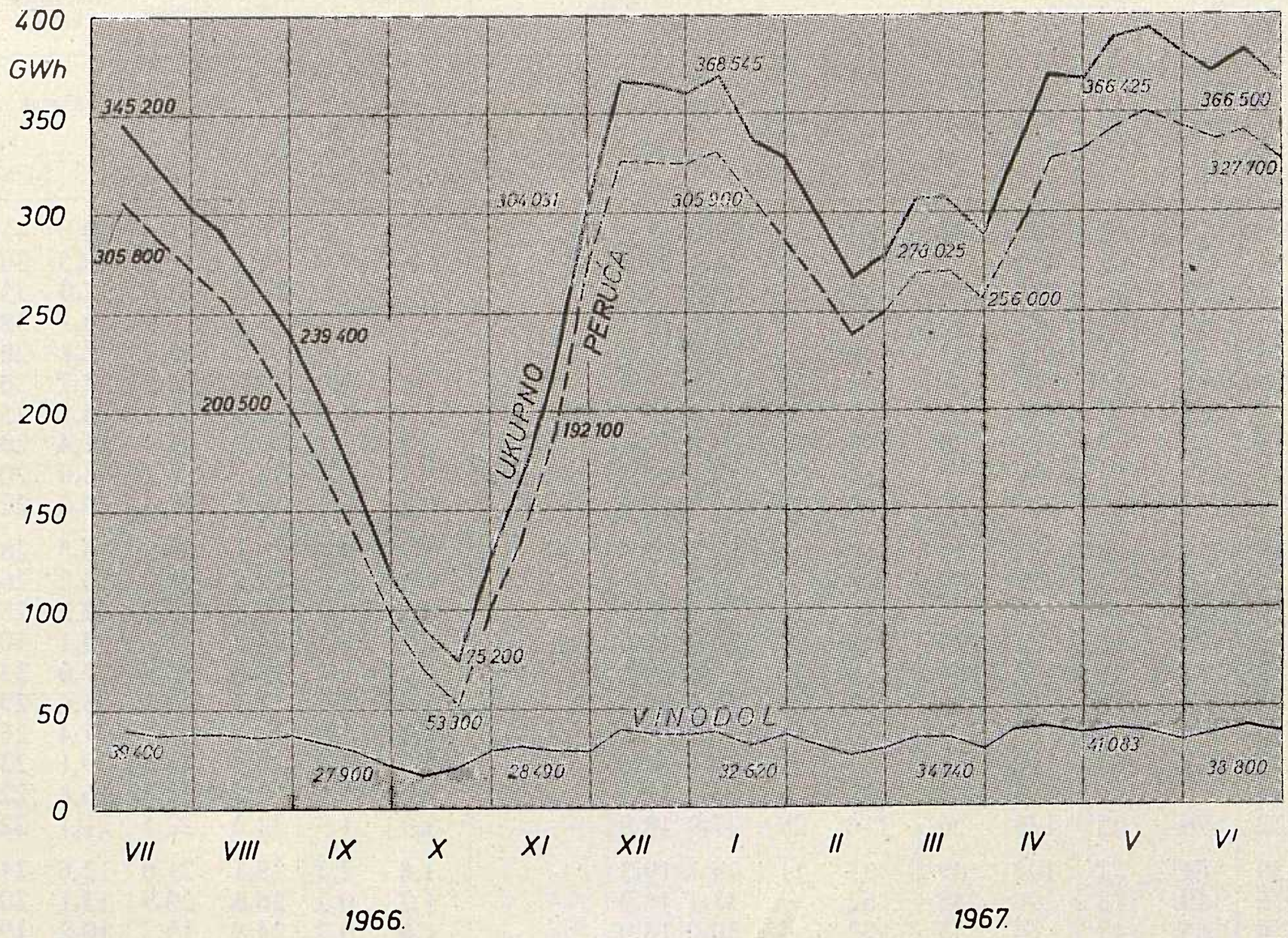
Nedjelja, 21.5.1967



Nedjelja, 25.6.1967



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece svibanj i lipanj 1967.

Bruto potrošnje u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1966.		V i VI 1967. prema V i VI 1966.		12 mjeseci 1967/6. prema 12 mjeseci 1966/5.	
	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %
Ukupno SRH	100,0	100,0	94 7	99,5	108,2	111,5	109,0	109,3	109,5	109,9
Direktni potrošači	21,6	20,5	101,3	94,2	110,5	112,0	108,3	108,9	115,3	115,5
Distribucija	70,4	71,3	98,4	99,9	110,2	108,6	108,8	108,8	110,1	109,6
Gubici	80,0	8,2	97,3	101,3	94,3	124,6	108,8	108,6	77,0	81,8

Srednji dnevni protoci za mjesece svibanj i lipanj 1967. (m^3/sek.)

Dan	Cetina								Krka				Ličanka i Lokvarka		Lika i Gacka		Mrežnica i Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz akumulacije Peruća, Lim. Šilovka		Međudotok Peruća — Prančevići		Ispust iz akumulac. Prančevići u korito Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	5,	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.
1	60	37	13	38	137	43	60	34	29,0	19,0	—	—	1,3	2,0	46,4	45,4	59,0	45,4	—	—
2	51	32	—	49	120	37	55	33	32,0	20,0	—	—	1,6	1,4	32,9	39,7	49,5	39,7	—	—
3	69	25	30	42	112	39	50	26	29,8	19,0	—	—	5,7	1,0	31,0	33,0	37,0	33,0	—	—
4	63	30	42	35	112	35	66	16	27,6	18,0	—	—	14.7	1,4	45,1	28,9	40,1	28,9	—	—
5	69	29	26	51	113	33	39	26	27,0	17,0	—	—	4,7	1,6	59,2	28,2	33,8	28,2	—	—
6	60	29	31	44	102	31	36	35	27,0	17,9	—	—	3,3	1,0	43,0	26,2	32.7	26,2	—	—
7	60	27	27	52	100	31	40	17	27,0	17,2	—	—	1,9	0,8	36,1	25,1	24.2	25,1	—	—
8	53	29	47	47	102	29	68	24	26,0	17,0	—	—	1,8	2,1	31,9	23,4	21,4	23,4	—	—
9	56	29	47	59	99	30	53	32	23,5	17,4	—	—	1,3	5,4	29,7	20,7	18,0	20,7	—	—
10	59	30	52	44	85	26	48	29	22,8	16,0	—	—	1.3	9,3	27,7	22,4	10,2	22,4	—	—
11	59	35	59	10	80	46	40	5	22,7	15,7	—	—	0,7	9,1	29,7	28,7	16,8	28,7	—	—
12	58	33	59	23	75	37	40	5	23,0	16,5	—	—	0,5	3,6	28,5	26,8	10,2	26,8	—	—
13	53	42	51	46	75	51	39	18	22,5	16.0	—	—	—	3,6	25,8	25,0	9.2	25,0	—	—
14	45	49	20	37	71	107	5	48	20,0	18,0	—	—	0,2	2,5	24,1	30,6	9,1	30,6	—	—
15	47	49	54	51	72	104	36	37	19,5	19,5	—	—	0,1	1,8	23,0	33,7	7,0	33,7	—	—
16	54	44	45	107	67	90	18	15	20,0	19,0	—	—	2,6	1,2	21,7	29.2	5,6	29.2	—	—
17	60	36	67	104	67	75	50	11	26,0	19,0	—	—	18,1	1,0	22,2	26,1	7,4	26,1	—	—
18	84	34	55	90	110	65	45	5	40,0	18,6	—	—	8,7	1,9	44,9	23,6	9,1	23,6	—	—
19	76	45	80	75	160	62	90	8	45,0	18,3	—	—	3,7	1,3	32,0	22,8	16,8	22,8	—	—
20	70	42	76	65	126	56	114	29	37,0	18,9	—	—	1,7	1,9	32,0	22,5	21,1	22,5	—	—
21	56	39	61	72	101	49	97	11	34,1	19,3	—	—	1.8	2,7	29,1	21,6	12,6	21,6	—	—
22	56	36	49	73	90	46	62	—	33,1	18,0	—	—	1,2	0,2	26,6	20,9	13,1	20,9	—	—
23	55	34	65	47	76	45	32	5	30,0	18,0	—	—	1,0	0,2	24,9	19,7	10,2	19,7	—	—
24	46	31	43	48	69	38	29	5	24,0	17,0	—	—	0,3	0.9	24,4	18,5	24,5	18,5	—	—
25	46	25	44	43	68	34	50	5	23,0	17,0	—	—	0,8	0,4	25,5	18,1	15,7	18,1	—	—
26	38	29	60	41	54	31	58	5	21,0	16,0	—	—	0,1	0,2	23,6	17,3	12,7	17,3	—	—
27	37	27	54	45	52	30	60	5	21,0	16,0	—	—	0,2	0,4	21,9	16,5	9,6	16,5	—	—
28	38	26	57	53	50	28	56	5	20,0	16,0	—	—	1,0	0,1	21,0	16,0	9,4	16,0	—	—
29	36	26	58	59	45	29	53	5	19.5	13,0	—	—	0,7	0,1	20,4	15,7	6,0	15,7	—	—
30	35	29	54	51	41	23	51	5	19,0	13,0	—	—	0,3	0,4	18,7	15,5	5,3	15,5	—	—
31	39		66		38		54		19,5		—		2,1		22,5		11,1		—	
Mjeseč. prosjek	54,7	33,6	48,1	44,9	86,1	46.0	51,4	16,8	26,1	17,3	—	—	2,7	1,8	29,9	24,7	18,3	24,7	—	—

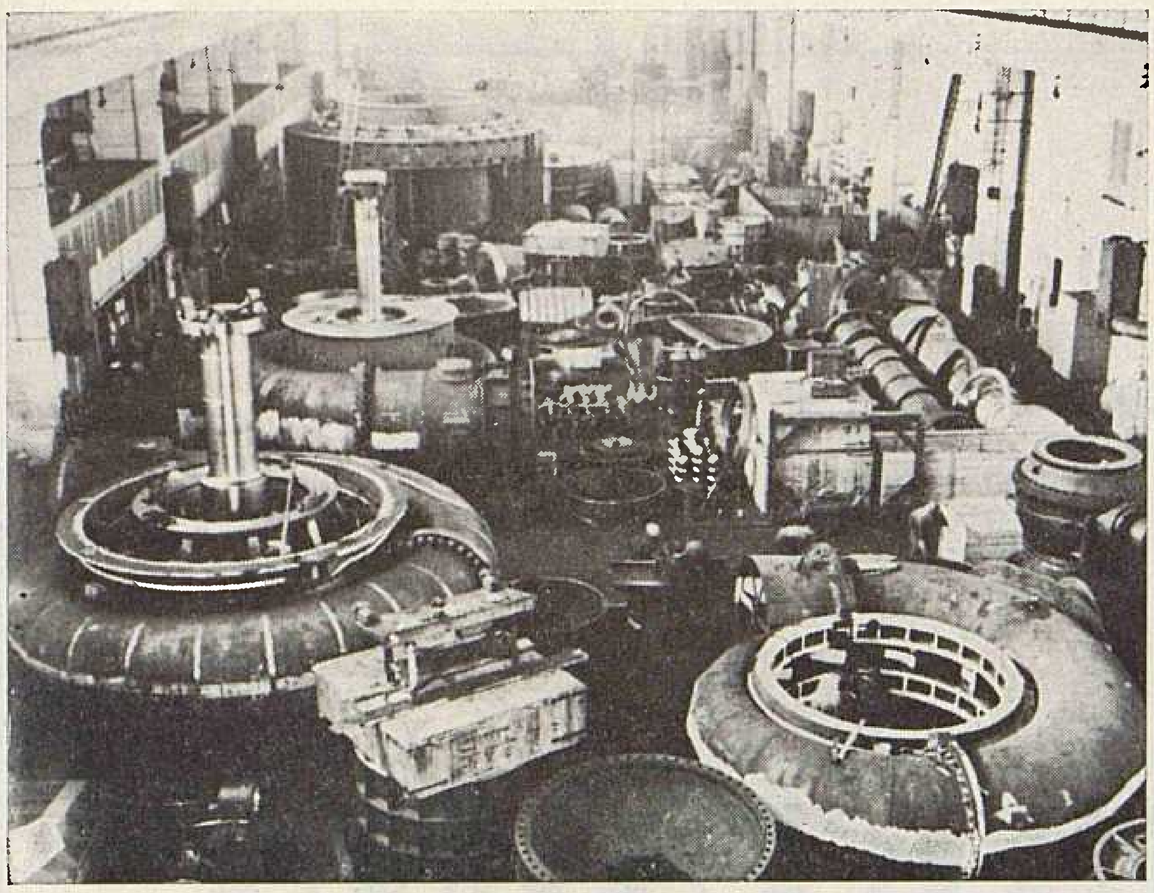
Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1967.

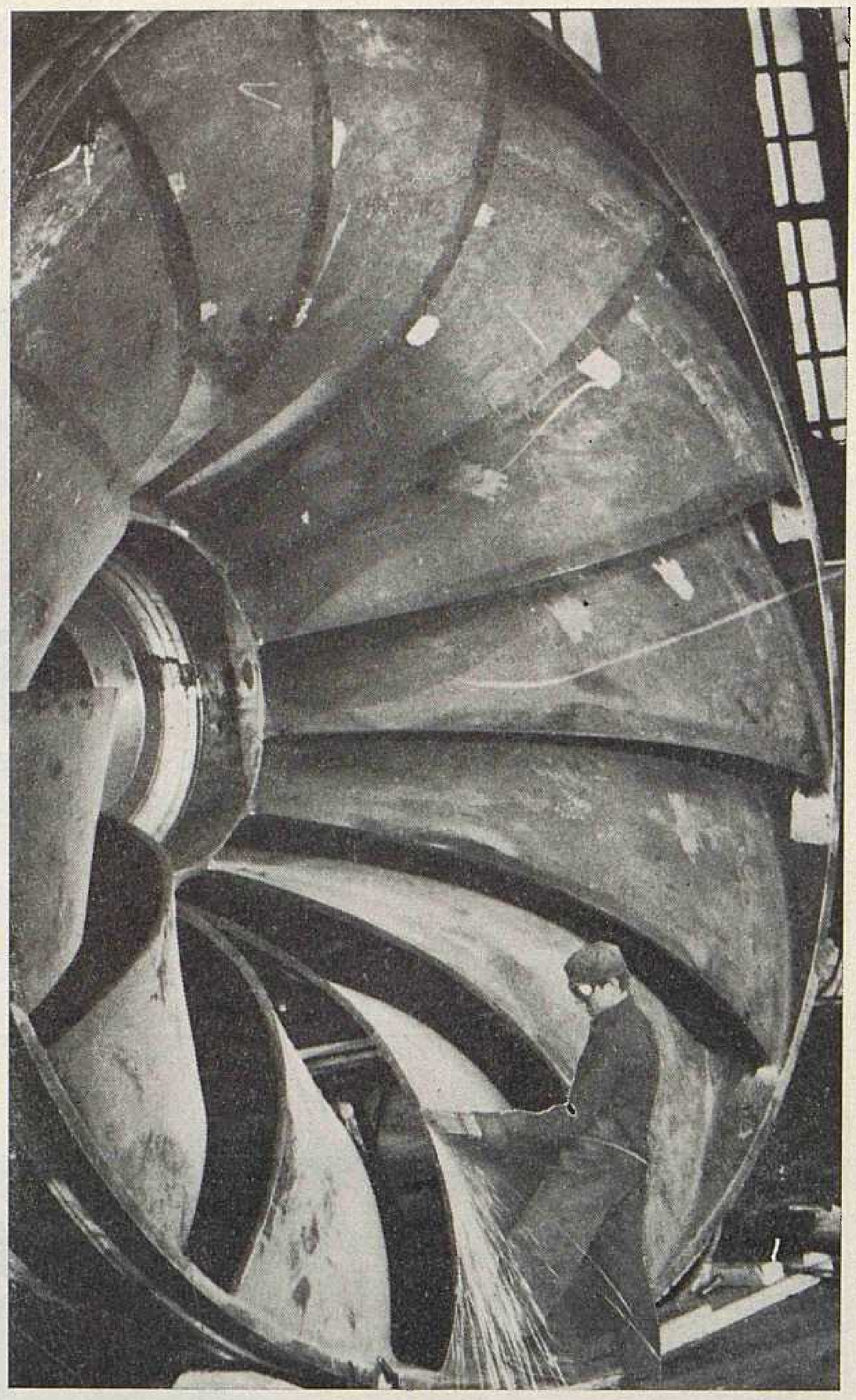
Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		B i H		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	5. 1967.	1355	1087	268	296	15	235	157	223	53	202	42	45	1	86	—
	6. 1967.	1343	922	421	229	18	223	203	216	89	140	111	51	—	63	—
Indeks na bazi	5. 1966	115,0	121,2	95,3	105,3	125,0	235,0	103,9	113,7	90,5	99,5	63,6	107,1	25,0	111,7	—
	6 1966.	116,9	121,7	112,3	137,9	42,8	245,0	93,1	115,5	107,2	112,9	85,3	134,2	—	91,2	—

UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Zepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.





ZA HIDROELEKTRANE DOBAVLJAMO:

— vodne turbine svake vrste i veličine
— automatske regulatore brzine vrtnje, tlaka i protoka,
— predturbinske zatvarače svake vrste,
— naprave za mazanje, hlađenje i drenažu,
— zapornice crpnih cijevi,
— opremu za turbinske izlaze zatvaračnice,
— montažne dizalice

LITOSTROJ

INVESTITORI ● ELEKTROPRIVREDNA PODUZEĆA ● PROJEKTANTSKE ORGANIZACIJE
MONTAŽNA PODUZEĆA ● TRGOVINSKA PODUZEĆA

Uvođenjem suvremene tehnologije i organizacije uspjeli smo sniziti troškove proizvodnje pa smo u interesu brže, jeftinije i ekonomičnije izgradnje električnih mreža i instalacija snizili za 10% prodajne cijene

— ENERGETSKIM KABELIMA s aluminijskim vodičem
— INSTALACIONIM VODOVIMA s aluminijskim vodičem

Obavještavamo ujedno sve zainteresirane da je upotreba gore navedenih proizvoda dozvoljena JUS propisima

ZA IZVEDBE ZRAČNIH ELEKTRIČNIH VODOVA
snizili smo cijene užadi za 10%
Isporučujemo ih po novim cijenama i novim prodajnim uvjetima

	Presjek užeta				
	16 mm²	25 mm²	35 mm²	50 mm²	70 mm²
ALU ČELIČNO uže kg/dir.	8,40	8,30	8,20	8,15	8,40
ALUMINIJSKO uže kg/din	10,30	10,10	10,00	9,70	—

Užad isporučujemo franko kupac, ambalažu ne zaračunavamo.

Snižene cijene vrijede od 15. IX 1967. godine.
Za sve informacije i narudžbe izvolite se obratiti na:

E L K A
TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA
ZAGREB
Martićeva ul. 60
Telefon 412-211, telex 21-193

PROIZVODNI PROGRAM

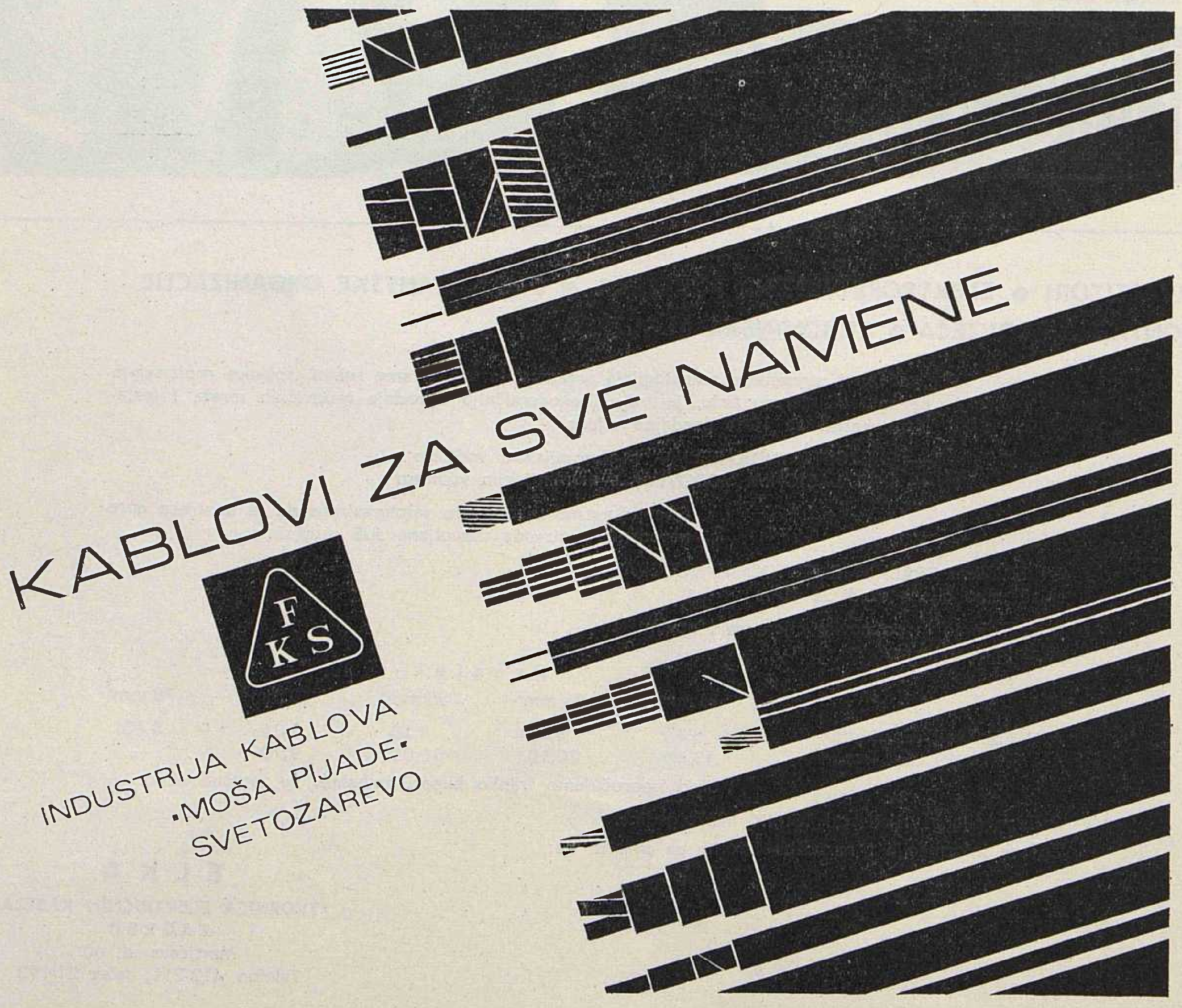
VISOKE GRADNJE
MOSTOVI
DIZALICE I TRANSPORTNI UREĐAJI
HIDROMEHANIČKA OPREMA
CJEVOVODI
REZERVOARI — CISTERNE
RASHLADNI UREĐAJI
BRODSKI POKLOPCI
STROJEVI ZA ZAŠTITU BILJA

·METALNA·

METALNA

TVORNICA ZA INVESTICIONU OPREMU I IZVOĐENJE INŽENJERINGA

MARIBOR, Zagrebška 20



ATM PODUZEĆE ZA AUTOMATIKU I TEHNIKU MJERENJA U INDUSTRIJI

Zagreb — Heinzlova 70a

Telefoni: centrala 514-122
direktor i pomoćnik 515-050
prodaja 515-713
nabava i projektni 515-245

PROIZVODI:

termoelemente — otporne termometre, pribor za temperaturna mjerenja (kompenzacione mostove, temperaturne preklopnike itd.) — silotermometre, indikatore temperature i ostalih fizikalnih veličina — membranske tastere — elektro-otpornike za električne lokomotive — vlagomjere — regulatore temperature — protočna mjerila, armature za protočna mjerila (mjerne prigušnice, ventile, kondenzne lonce) — nivometre — kalorimetre — dvopoložajne regulatore nivoa — servomotore od 0,3 do 350 kpm po potrebi samokočne izvedbe — regulacijske ventile — impulsne PI regulatore za regulaciju temperature protoka, pritiska, opterećenja i vodostaja — kontaktne impulsne regulatore — motorne programere — klima uređaje — automatske stanice za reduciranje pritiska i temperature vodene pare — mjerno komandne ploče i pulteve.

ISPORUČUJE:

kompletne mjerne i regulacione uređaje za industrijska i termoenergetska postrojenja.

MONTIRA:

industrijsku, mjernu i regulacionu opremu domaćih i inozemnih proizvođača.

VRŠI SERVISNA ODRŽAVANJA, REVIZIJE I POPRAVKE:

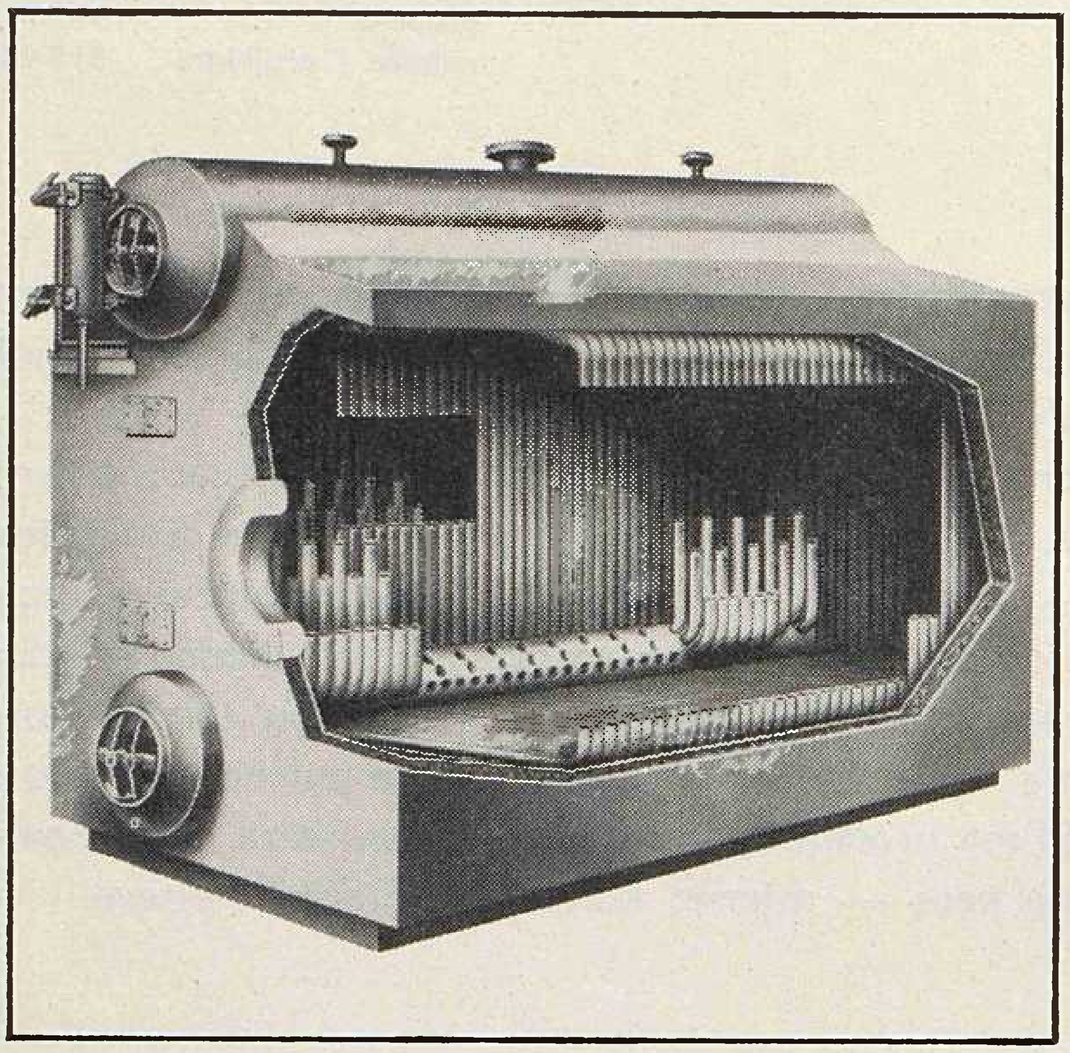
svih mjerno regulacionih postrojenja sa stručnim kadrom specijaliziranim kod poznatih svjetskih firmi.

PROJEKTIRA:

kompletna mjerno regulaciona postrojenja za termoenergetska postrojenja, crnu i obojenu metalurgiju, industriju nafte i procesnu industriju.

Kotlovi u kompaktnoj izvedbi

STANDARD PORTA KOTLOVI

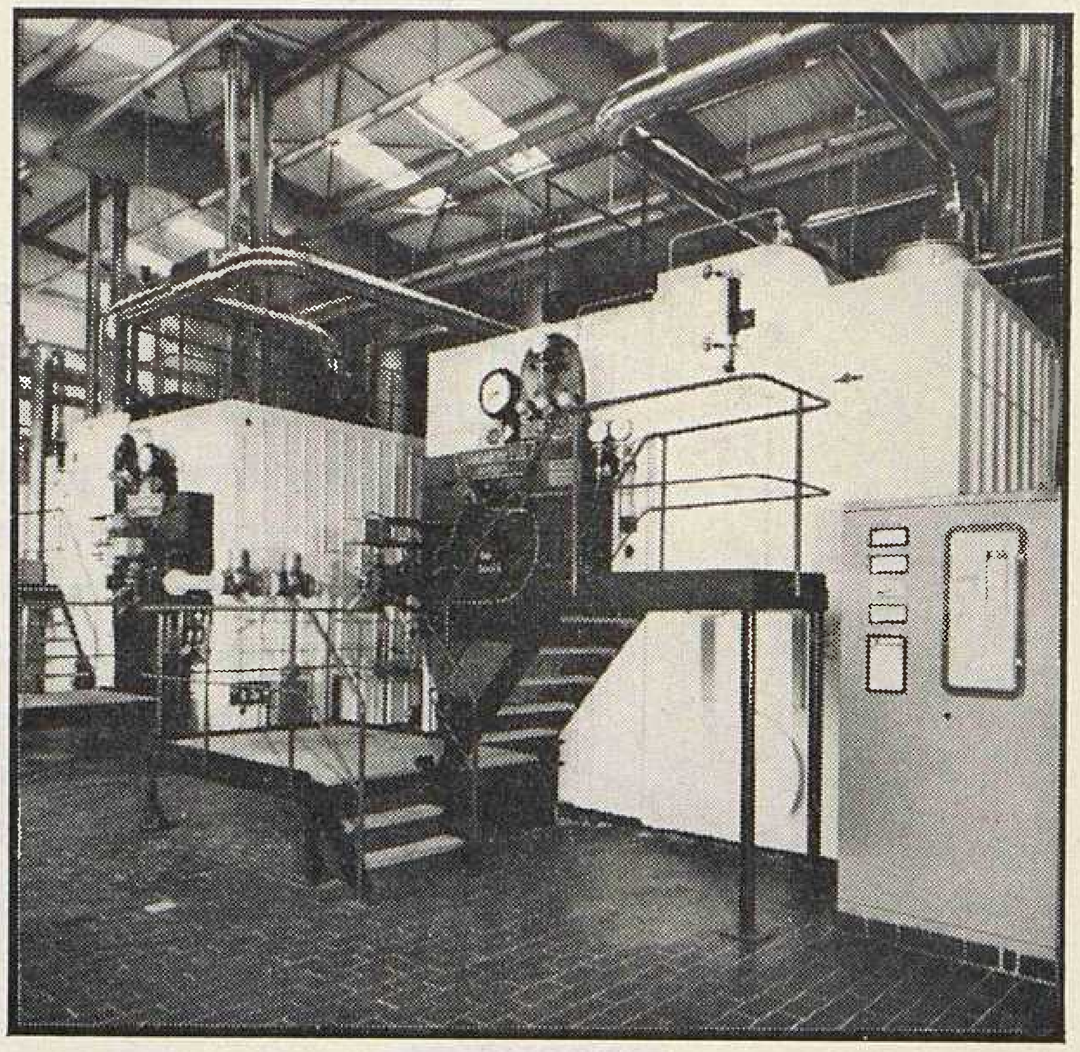


Vodocijevni kotao u kompaktnoj izvedbi za dobivanje vruće vode, zasićene pare i vruće pare. Gradjevni element ovog kotla su plosne cijevi. Ovo gusto postavljanje cijevi i položaj dimnoplinskih izvoda, bez medjuprostora, omogućuju isporučivanje kotlova i do najvećih učinskih vrijednosti u kompaktnoj izvedbi. Razmjeri ložnog prostora, naročito dubina ložnog prostora, tako su podešeni, da je omogućen besprijekoran tok sagorijevanja. Ložno postrojenje je normalno podešeno za loženje uljem, plinom ili za kombinirano uljno-plinsko loženje.

Područja primjene ovog kotla jesu:

Vlastita proizvodnja energije u manjim i srednjim industrijskim strojarnicama. Dobivanje vruće vode za centralno grijanje u velikim i daljinskim postrojenjima za grijanje. Dobivanje zasićene pare za sve vrste proizvodnih pogona.

STANDARD PORTA KOTLOVI grade se kao



zasićeni parni kotlovi za područja pritiska do 67 atü, kao parni kotlovi sa pregrijačem za parne temperature do 500 °C.

Za kapacitet pare do 20 t/h stoji na raspolanju preko 20 različitih tipova kotlova. Za manje kapacitete i niže stepene pritiska izradjujemo STANDARD PORTA KOTLOVE kao vatrocijevne — dimnocijevne kotlove u kompaktnoj izvedbi.

STANDARDKESSEL DUISBURG

SR Nemacka
41 Duisburg
Wilhelmshöhe
☎ 02131 / 3 43 41
0855 650

»HIDROELEKTRA«

GRAĐEVNO PODUZEĆE

ZAGREB, Leskovačka 10. Telef. 512-122

Specijalizirano poduzeće za izvođenje hidroenergetskih objekata i podzemnih radova. Izvodi također i sve ostale hidro- i nisko-gradnje.
Od osnutka 1. IV 1946 g. do danas izvodilo u SR Hrvatskoj slijedeća energetska postrojenja:

Hidroelektrana »Nikola Tesla« (Vinodol)

•

Hidroelektrana »Ozalj II«

•

Hidroelektrana »Zavrelje« (Mlini)

•

Hidroelektrana »Gojak«

•

Hidroelektrana »Split I« (sudjelovanje)

•

Hidroelektrana »Senj« (sudjelovanje)

•

Hidroelektrana »Rijeka«

•

Hidroelektrana »Orlovac« (sudjelovanje — u toku)

•

Termoelektrana — Toplana, Zagreb (sudjelovanje)

•

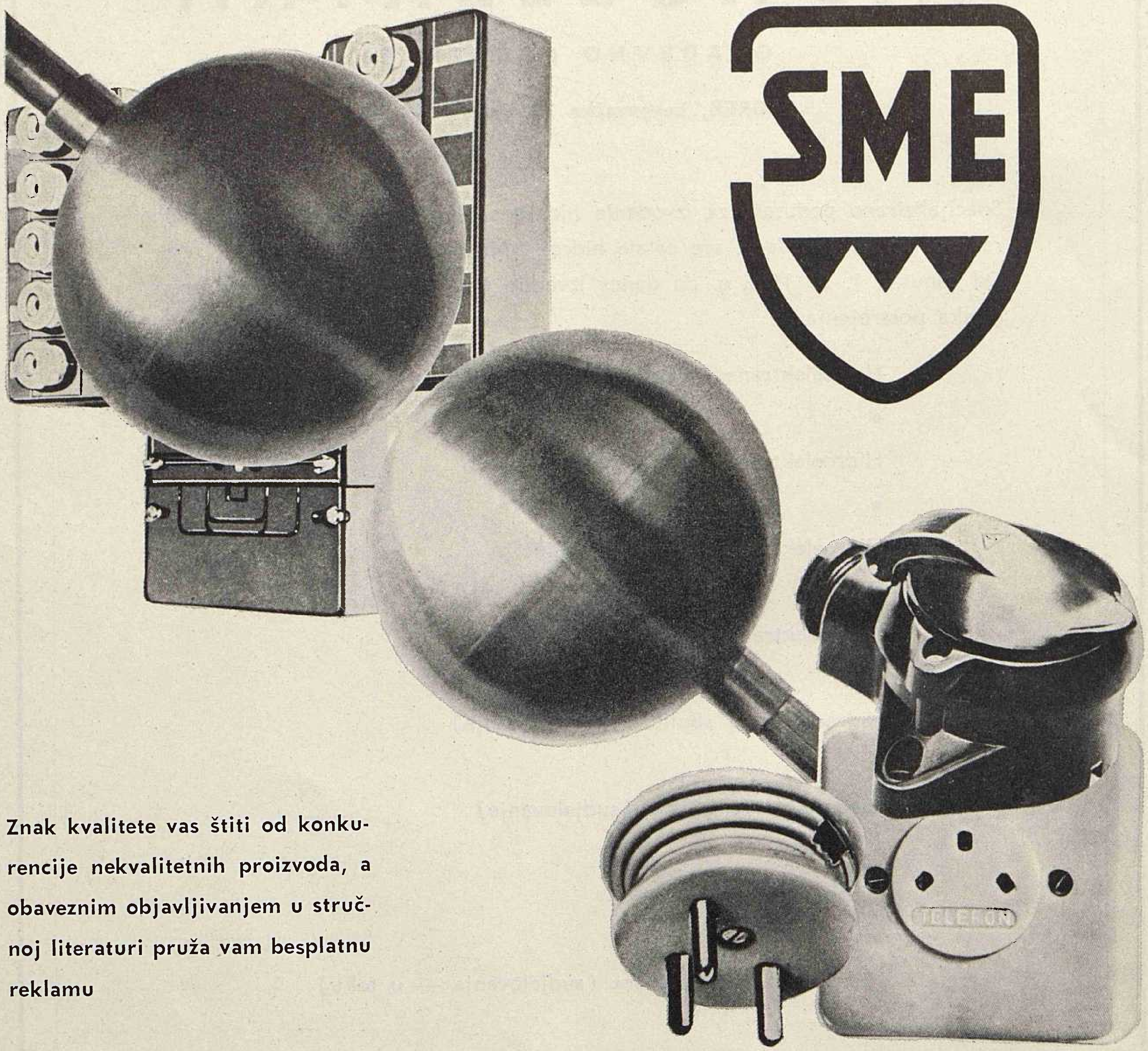
Termoelektrana Sisak (sudjelovanje — u toku)

•

Termoelektrana Plomin (sudjelovanje — u toku)

PROIZVOĐAČI

ZNAK KVALITETE JE GARANCIJA USPJEŠNOG PLASMANA VAŠIH PROIZVODA U ZEMLJI I INOZEMSTVU



Znak kvalitete vas štiti od konkurencije nekvalitetnih proizvoda, a obaveznim objavljivanjem u stručnoj literaturi pruža vam besplatnu reklamu

Znak kvalitete SMEJ za proizvode iz oblasti strojarstva i elektrotehnike podjeljuje Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera Jugoslavije (SMEITJ)

Za informacije se obratite na tehničku komisiju za Znak kvaliteta SMEJ Zagreb, Berislavićeva 6

Ispitivanja se obavljaju u Laboratoriju za visoki napon i jaku struju Instituta za elektroprivredu Zagreb, Proleterskih brigada 37

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

energija

Poruke uredništva

NA KRAJU GODINE

Hvala?

Ne! Prometej nije dočekao hvale za ono što je dobra učinio čovječanstvu. Naprotiv!

Knjiga, koja je na mene ostavila najdublji dojam i koje ću se sadržaja sjećati cijeloga života, nije djelo nekog snažnog, svjetski poznatog velikog autora i mislioca.

Autor joj je sasvim nepoznati slovenski pisac, ako ga takvim uopće priznaju, Jakob Alešovec. Puna je vedrine i opisa komičnih situacija iz kojih, međutim, izbija sva krvava stvarnost i ozbiljnost tadašnjih prilika. Pisana je negdje prije 60—70 godina. Naslov joj je »Kakó sem se jaz líkal?« ili hrvatski: »Kako sam se ja glačao (peglao)?«

To je zapravo životopis toga slovenskog boema, siromašnog seljačkog dječaka, koji se je u vanredno teškim materijalnim prilikama školovao i probijao do sedmog razreda gimnazije, nakon čega je kao buntovnik i vječni »protestant« morao napustiti školovanje, da se sasvim posveti slobodnom novinarstvu, izdajući — uporan i strastven protivnik »Nemškutara« i »nemškutarstva« uopće — uvijek nove i nove listove, plijenjene, napadane i kažnjavane.

Nije mi momentano poznato, da li je osim toga svoga životopisa, objavljenog negdje prije prvog svjetskog rata, izdao još kakvu knjigu, no to za mene više nije važno. Njegovo djetinjstvo provedeno na selu i školovanje u gradu, opisano je upravo briljantno i svaki će naš inteligent, koji je potekao sa sela, htio ne htio, naći u njemu dijelak sebe sama.

Siromašak kako je bio, pohađao je gimnaziju u Ljubljani, gdje je imao stan i hranu u orfanotrofiju tzv. »Alojzijevišču«. Zavod, naravno, još nije imao elektriku. Učilo se u zajedničkim učionicama po četvorica za jednim stolom, uz svijeću lojenicu, koja je titrala, titrala i poigravala, da poludiš. Uzalud su đaci podrezivali stijenj, naravnavali ga i kratili, plamen bi dva tri časa gorio ravno i mirno, a onda odjednom ponovno zaplesao, kružeći i šarajući najčudnovatije arabeske po stolu, po stropu, po kutovima i po čitavoj dvorani. Zamislite desetak takvih titravih lojenica ispod mračnih svodova starinskoga zavoda!

Posljedica je bila, da je mali Jakob, inače bistro i zdravo seljačko dijete, koji je dotad imao oko sokolovo, odjednom spoznao da više ne vidi ni ure na zvoniku u svom selu. Za svega je života morao nositi prst debela stakla na naočalima.

Taj bodri i borbeni polemičar umro je, naravno, u staračkom domu. Starije ga se generacije Ljubljančana još spominju: pogrbljen, sa štapom, skoro sasvim slijep, uvijek sa sjajnim cilindrom na glavi, obilazio bi u slobodne dane župne urede i samostane, da bi dobio tanjur tople »fratarske« juhe.

Elektriko, gdje si onda bila?

. . . . . .

Mitologija nije samo naivna priča, u kojoj se isprepleću mit, davna historija, fizika i metafizika. Ona je i duboka ljudska flozofija. Grčka je mitologija to na poseban način. U njoj se odrazuje vječna borba zla sa dobrim, mraka sa svjetlom, u čovjeku i u svemiru.

Heziod je u svojoj »Teogoniji«, udžbeniku o porijeklu bogova, s veoma mnogo i mašte i mudrosti, ocrtao likove bogova i polubogova, sa svim njihovim karakteristikama: božanskim i ljudskim manama i vrlinama, slabostima i krijepostima.

Prometej, sin titana Japeta i Klimene ili Temide, brat Atlantov i polubog, bio je prijatelj ljudi i njihov dobročinitelj. Samim time postao je protivnik olimpijskih bogova. Pronicljivošću i lukavstvom ukrao je bogovima dijelak žara sunčanog, vatru, i dao je ljudima, usrećivši tako napaćeni ljudski rod. Zeus, bog bogova, kažnjava ga zato tako, da ga — izložena na visokoj klisuri — prikuje uza stijenu. Dolaze ptice grabljivice i kljuju ga nemoćna, a jedan mu orao svakoga dana čupa jetra u utrobi. Ona mu preko noći iznova narastu, ali mu ih orao po danu opet pokida.

U trilogiji »Okovani Prometej« već je prije skoro tri tisuće godina Eshil opjevao taj mit, pun duboke

filozofije, mit o neprekidnoj borbi čovjeka protiv sile i nepravde. Dok se krilati bog Febo vozi na blistavim sunčanim kolima, čovjek patnik traži samo dijelak žara sunčanog, samo iskru vatre, da otopi smrzle žile.

Prometej, protagonista te borbe, taj kradljivac sunca i sunčeva žara, biva kažnjen užasnom kaznom, od kojih ga muka oslobađa istom mnogo i mnogo vjekova kasnije, Heraklo.

Što je drugo elektrika nego sićušni dijelak žara sunčanog, a električari, ta dovitljiva čeljad Prometejeva, samo sitni »kradljivci sunca« za dobro čovjekovo?

Ali bogovi su okrutni i zlopamtila...

. . . . . .

Malo zabitno selo u Hrvatskom Zagorju. Ljudi mnogo, grunta malo. Siromašna udovica, mati jedinca sina, bistra i otvorena dječaka, putuje svakodnevno u Zagreb, da zaradi koru kruha.

Sekirišće. Od sela do željezničke stanice u Zaboku sat i pol hoda po bespuću i prečacima, zimi po snijegu i ledu, za kiše po blatu i ilovači, ljeti po prašini i pripeci, putuje tako svakog dana od tri i pol u jutro, da bi u šest bila u gradu, a zatim iznova na povratku od šest na večer, da bi kasno iza osam bila ponovno kod kuće i nastavila radom u kući i oko kuće. I godinama tako.

Svršio dječak osmoljetku sretno i odlično.

»Dajte, drugovi, pomozite dječaku, da ne propadne. Grunta nema, što da radi? Volio bi bilo kakav zanat, da se ne pati, kao što se patimo mi!«

Gledamo dječaka: bistar, malo doduše poplašen, čeka svoju sudbinu.

Hajde, rekosmo, neka se svrsta u redove sljedbenika Prometejevih. Da ga uputimo u elektroprivrednu školu.

Od tri stotine kandidata može ih se sa svim mogućim vezama i preporukama, primiti samo stodvadeset. A tko će da preporuči to jadno siroče, iz sasvim nepoznatog zabitnog zagorskog sela? Sekirišće? Tko je ikada čuo za nj?

Drugarica Anita, kadrovik škole, i sama udovica i majka takvoga jedinca, plemenita i dobra žena, uzela ga sve bez veza i preporuka.

I završio dječak školu s uspjehom i postao kvalificirani monter i namjestio se u elektroprivredi. Postade uklopničar nedaleko od svoga Sekirišća. I on je pješačio po snijegu i kiši, po suncu i pripeci, sat i pol do svoga radnoga mjesta. Ali njegov je put bio mnogo vedriji i veseliji. Sanjario je o ljepšoj budućnosti, kojoj je — kako je živo vjerovao — išao u susret.

Odslužio vojsku, oženio se seoskom učiteljicom, osnovao vlastiti dom i očekivao porod od srca. Mlad, tek mu je 21 godina.

Ali bogovi su osvetljiva zlopamtila i ne vole djecu Prometejevu. Na radu ga zatekla smrt. I ostade majka ucviljena i neutješiva, žena sama, dijete bez oca, koga nije nikad stiglo ni ugledati.

Zašto nije otišao u »šustere« ili »šnajdere«?

Djeca Promotejeva nisu bogovima omiljela...

. . . . . .

Prije nekoliko dana, objavljeno je u zagrebačkim dnevnim listovima još jedno kratko saopćenje: Miro Kecman, elektrotehničar, 22 godine, pogreb u 13,30 sati.

Sprovod mu veličanstven, preko tisuću radnika poduzeća »Rade Končar« ispratilo je svoga druga. Nastradao je na radu. Uzročnik bje ona sila, koju je za dobrobit ljudi dijelio čovječanstvu još mitski praotac njegov, Prometej.

A daleko dolje, negdje u Bosni, zakukale majka i sestrica...

. . . . . .

Listam po »Energiji« i u jednom broju nailazim na statistiku nesretnih slučajeva. Mnogo ih je, veoma mnogo, ali se njima ne razmećemo. Poduzimamo mjere — kažemo — a zaboravljamo na osvetu bogova...

. . . . . .

Dne 23. prosinca 1967. u 10 sati bila je svečana proslava 60-godišnjice elektrifikacije Zagreba. Bilo nas je preko dvjestapedeset.

Stojim na terasi zgrade elektroprivrede u Ulici proleterskih brigada br. 37, na sedmom katu. I gledam Zagreb, grad pun snage i mladosti, koji se razvija i buja. Od Sljemena do Save i daleko preko nje, sve tamo do Velike Gorice i plodnoga Turopolja. Približava se prvom milijunu žitelja.

Promatram krovove i poput Lesageova hromog đavla prodirem očima u sva potkrovlja, i potleušica i nebodera, i zamišljam ljudske sudbine u njima.

Nema više titravih lojenica i oslijepljelih Alešoveca.

Nema doma, ni podruma ni potkrovlja, u koji nisu kroz ovih 60 godina zašla djeca Prometejeva, ti poduzetni i pronicljivi »kradljivci sunca« da unesu tračak žara sunčanog i usreće napaćeno čovječanstvo.

HVALA?

NE! BOGOVI NISU NIKAD MILOVALI ČELJAD PROMETEJEVU.

Zamrzavanje plaća u elektroprivredi

U »Službenom listu« br. 54 od 30. XII 1967. objavljen je Zakon o privremenom obustavljanju porasta osobnih dohodaka u radnim organizacijama: bankama i štedionicama, *elektroprivrednim poduzećima,* privrednim organizacijama za trgovinske usluge, zavodima za osiguranje, organizacijama za igre na sreću i poslovnim udruženjima itd.

Zakon stupa na snagu odmah!

NAŠI RAZGOVORI

(Čitaoce, koji nam upućuju pitanja za »Naše razgovore«, molimo da uvijek navedu ime, prezime, zvanje i zanimanje, te puni naslov i da se, drugim riječima, »predstave«. Na puno ime odgovaramo samo ako to oni izričito žele, inače navodimo samo inicijale.)

Akumulaciona jezera

P. ČABRIJAN IZ RIJEKE se interesira, što je s jezerom Vajont kraj Longarona u Sjevernoj Italiji, na kom se prije nekoliko godina dogodila ona strahovita katastrofa?

— Kod nas se, začudo, o tom ništa više ne govori, iako je to bila jedna od najvećih hidrokatastrofa u svijetu.

Vas u Rijeci možda zabrinjava činjenica, što i vi upravo dovršavate jednu ovakvu hidroelektranu sa sličnom, doduše daleko manjom, da tako kažemo, minijaturnom branom.

Uzrokom nesreće bilo je brdo, koje se je odvalilo i srušilo u jezero. Ogromna masa vode iz jezera prelila se, razvalila branu i poplavila veliko područje. Nekoliko je sela potopljeno, a bilo je i ljudskih žrtava, govorilo se čak o dvjesta poginulih, a da se i ne govori o ogromnoj materijalnoj šteti, koja se jedva dade procijeniti.

Što se vaše hidroelektrane u Valićima tiče, tu možete biti bez brige.

Međutim za Talijane u Vajontu stvar još nije završena. Upravo su ovih dana izvedeni pred sud u Bellunu i projektanti i nadzorni inženjeri i direktori poduzeća, pa i neki općinski funkcioneri, optuženi zbog nehata, nedovoljnog nadzora i dr.

A. M. IZ TUZLE zanima se također za sudbinu jednog akumulacionog jezera. To je jezero Modrac, površine 24 km i 25 m duboko, koje je »oboljelo«. O čemu se radi?

— To je jezero umjetno stvoreno, a u nj se slijevaju tone i tone otpadaka mulja, truleži, ugljene prašine i otrovnih kemijskih sastojaka iz okolnih rudnih i koksno-kemijskih kombinata. Naravno da su od toga i flora i fauna u jezeru i oko njega teško oboljeli, a prijeti im i prava »smrt« kažu hidro- i biolozi.

Što da se radi? pita naš čitalac.

Nije to slučaj samo kod nas, da progres čovječanstva zatire i uništava i samu prirodu. U prvo doba ravnoteža u prirodi nije bila poremećena, a onda su ipak bili eliminirani najprije veliki kopneni i morski sisavci, pa gmazovi, pa ptice. Zatim je čovjek počeo nemilice tamaniti šume, toliko potrebne njegovu zdravlju. Međutim je progres u borbi za opstanak unapredio medicinu i eliminirao zarazne bolesti, pomor djece itd. Ipak ta je borba za »napredak« zauzela već toliko maha, da tamani živo i mrtvo u prirodi i ne bude li je čovjek sačuvao, odnosno uspostavio ravnotežu, sam će sebe upropastiti. Sjetimo se samo brodoloma velikog petrolejskog tankera »Torre Cannion« uz obale Engleske, kad je razlivena nafta uništila floru i faunu duž dobrog dijela engleske obale. Zamislite da se to dogodilo u Jadranu. Ode i naš i talijanski turizam.

Tako će i vaše jezero Modrac, ne stanete li na kraj uništavanju, odnosno ako ne pristupite spasavanju prirode od »progresa«.

Uostalom imate najbolji primjer: invaziju miševa i zmija otkako ste potamanili sokole, škanjce i druge tzv. ptice grabljivice.

Na to, uostalom, misle i drugi narodi. U Amsterdamu je nedavno održan i kongres istaknutih učenjaka iz cijeloga svijeta, koji su se pozabavili pitanjem spasavanja prirode od »progresa«.

M. ŠTIVIČIĆ IZ SL. BRODA piše: Čitam da je Jugoslavija postala puni član GATT-a. Što znači GATT?

— GATT (General Agreements on Tariffs Trade) znači u prijevodu »Opći sporazum o carinama i trgovini«, osnovan je 1947. godine, a počeo je djelovati od 1. siječnja 1948. Njim se htjelo urediti svijet poslije Drugog svjetskog rata da ne zapadne u ekonomske neprilike koje su ga zadesile poslije Prvog svjetskog rata (užasna inflacija u Njemačkoj, Austriji, Mađarskoj i dr.). Gatt je zapravo jedan sporazum, pravni ugovor među državama, gdje sve države članice imaju iste uvjete i isti carinski tretman. Sve članice Gatta moraju biti i članice Međunarodnog monetarnog fonda. Sve članice moraju imati tržišnu privredu, konvertibilnost valute, regulirane carinske odnose, princip reciprociteta: daj — dam, princip nediskriminacije itd. Gatt ima 69 punih članova i 4 pridružena člana. Osim Čehoslovačke i Jugoslavije sve su ostale zemlje kapitalističke. Jugoslavija je od 1950-59 bila u Gattu samo promatrač, od 1959—1962. bila je pridruženi član, a od 25. VIII 1966. ona je puni član. Ona je de facto prva socijalistička zemlja, koja je jednoglasno primljena u GATT.

Ž. M. I A. T. IZ PULE pitaju: mogu li dobiti odgovore na neka isključivo ekonomsko-financijska i računovodstvena pitanja. Oni, kažu, imaju često puta nerazjašnjenih problema s bankom, socijalnim, osiguravajućim zavodom i dr., a nigdje ne mogu dobiti konkretne i mjerodavne odgovore, odnosno potvrde o pravilnosti ili nepravilnosti svojih stavova.

— U br. 9—10 ove godine mi smo na ovim našim tzv. žutim stranicama objavili popis svih naših eminentnijih suradnika, tehničara, ekonomista, računovodstvenih stručnjaka i dr., a tih je zaista impozantan broj. Prema tome smatramo da imamo mogućnost, u svako doba pribaviti kompetentno mišljenje o bilo kojem problemu. Izvolite samo pitati. Što ne budemo mogli saznati u krugu svojih užih suradnika, saznat ćemo na drugim mjerodavnim mjestima. U Zagrebu je to lako moguće.

Drugovi iz Titograda pitaju, što je s »Energijom« br. 9—10, i 11—12 iz godine 1966. Kako to, da su svi kasniji brojevi izašli na vrijeme, a samo su ta dva dvobroja zaostala?

— Budući da nam to isto pitanje postavljaju i mnogi drugi pretplatnici, dajemo im ovo objašnjenje: Časopis je, kako je poznato, prošlogodišnjom reorganizacijom elektroprivrede i ukidanjem elektroprivrednih

Zajednica bio ostao bez izdavača i bez sredstava (»Energija« je bila »Bilten ZEPH«)

Novi vlasnici i izdavači (elektroprivredna proizvodna, prijenosna i distributivna poduzeća Hrvatske) postavili su časopis na drugu osnovu, izradili pravilnik o izdavanju i financiranju, utvrdili program rada, zacrtali pravac lista, osigurali sredstva i list je počeo opet normalno izlaziti.

Objavljivanje zaostalih brojeva smatramo svojom moralnom i materijalnom obavezom prema pretplatnicima, pa smo u ovoj godini, osim redovitih ovogodišnjih brojeva, izdali i brojeve iz 1966. do uključivo broja 7—8/66. Sada se upravo dovršava četverobroj 9—12/66 koji je posvećen, uz ostalo, dovršenju jednog od naših najvećih elektroprivrednih objekata, hidroelektrani SENJ. Time će biti otkupljen i naš posljednji dug pretplatnicima i čitaocima. Molimo ih da nas razumiju i oproste nam zakašnjenje.

SPLIČANIN J. S. postavio je malo neobično pitanje: je li istina da u Indiji svaka žena rodi u prosjeku 27-ero djece? Elektroprivredni stručnjaci rade u Indiji, pa će vjerojatno znati dati mjerodavan odgovor, navodi on u svome pismu.

— To, doduše, ne bi spadalo u ove naše »razgovore«. Vi ćete u Splitu moći lakše dobiti odgovor na to pitanje od Vaših pomoraca, koji imaju bolje i češće kontakte s Indijom, nego onih naših par elektroprivrednih stručnjaka, koji povremeno tamo rade. Mi ćemo Vam ipak pokušati, sasvim neobavezno, dati nekoliko podataka, kako smo ih upravo pročitali u časopisu »Revue Nouvelle«, br. 22 (1966) str. 413.

Tamo kaže: ovih se dana očekuje rođenje petstomilijuntoga Indijca. U načelu svaki se Indijac oženi prosječno u dvanaestoj godini (a umire sa 45 godina) i ima mnogo djece (da li baš 27-mero teško je reći) pa se stanovništvo svake godine povećava za 12 milijuna ljudi, otprilike za onoliko, koliko ima žitelja cijela Australija. Daljnje detalje o Indiji ne donosimo, jer ih Vi ni ne tražite.

Na pitanja iz elektroprivredne problematike, naročito iz praktične primjene rado ćemo Vam i opširnije odgovoriti.

ER

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica Proleterskih brigada 37
Pošt. pretinac 451, telefoni 511—455, 513—822 (328)

Godišnje izlazi 12 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 15 novih dinara, a za poduzeća i ustanove 150 novih dinara. Cijena pojedinog broja u prodaji 10 novih dinara. Za inozemstvo $ 15 godišnje.

Tekući račun kod Narodne banke, Zagreb
Institut za elektroprivredu (za »Energiju«) broj 301-3-1074

Tisak i klišeji: Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Frankopanska 26.

Godište 16 1967 Broj 11—12

SADRŽAJ

Feöcze D.: Disparitet cijena električne energije i cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede 349
Gehrecke S.: Tendencije razvoja prognoziranja potrošnje električne energije 365
Balling M.: Uvođenje betonskih elemenata nogara i stupova u gradnju distibutivnih mreža Hrvatske 368
Mikuličić M.: Ekonomika upotrebe drvenih elektrovodnih stupova za nadzemne vodove . . . 375
Tilić B.: Cijene, troškovi života, primanja i proizvodnja 380
Radetić E.: Elektroprivredne putositnice — Elektroistra 389

Vijesti iz elektroprivrede 381

Vijesti s gradilišta 398

Vijesti iz Instituta za elektroprivredu 401

Savjetovanja i konferencije 404

Društvene i osobne vijesti 414

Nove knjige i časopisi 415

Obavijesti proizvođača 416

Statistika za VII i VIII 1967. 420

IZDAVAČKI SAVJET

Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Busatto*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka — Karlo *Ožegović*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Split — Marko *Šimunović*, dipl. ing. »Elektra«, Karlovac

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR

Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.

GOD. 16 (1967) energija BROJ 11 — 12

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

DISPARITET CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE I CIJENA ELEMENATA REPRODUKCIJE ELEKTROPRIVREDE

Daniel Feöcze, Zagreb

Uspoređuju se cijene električne energije po potrošačkim grupama zemalja članica Evropske ekonomske zajednice sa cijenama odgovarajućih grupa u Jugoslaviji. Autor dolazi do zaključka da su jugoslavenske cijene deprecirane pa ih postepeno treba dovesti na realni nivo.

DK 621.311.1 : 338.532

1. Uvod

Ekonomika elektroprivrede Jugoslavije i sistem cijena električne energije razvijali su se u toku proteklih dvadesetak godina na osnovu različitih koncepcija.

Već u prvo vrijeme planskog formiranja cijena po privrednim granama i poduzećima, na osnovu prosječnih i individualnih cijena koštanja, redovitog i tzv. ekstra dobitka te planskog gubitka, veličina cijene električne energije kalkulirana je nisko, pomoću odgovarajućih ekonomskih instrumenata (kamata, poreza i dr.), dok su se planski gubici nekih grupacija elektroprivrednih poduzeća financirali sredstvima državnog budžeta. U to vrijeme, cijena i nije bila regulator proizvodnje. Količine i vrste proizvoda određivane su na osnovu proizvodnih planova državnih organa, a razlika između troškova reprodukcije i prihoda po tako utvrđenim cijenama obračunavala se s državnim budžetom preko propisanih jednoobraznih financijskih planova poduzeća.

Elektroprivreda je s tako naslijeđenim depreciranim cijenama električne energije ušla, početkom prošlog decenija, i u sistem privređivanja na principu tzv. *»privredno-računskih poduzeća«*. U to se vrijeme smatralo, da cijene proizvoda djelatnosti privredne infrastrukture (energetika, transport, komunikacije) treba držati nisko, kako bi se pomoću relativno nižih cijena tih ključnih proizvoda i usluga što brže razvile one privredne i druge aktivnosti koje zavise od infrastrukture. Na osnovu takve koncepcije, djelatnost snabdijevanja potrošača električnom energijom proglašena je u Zakonu o elektroprivrednim organizacijama iz 1957. godine *»javnom službom«*. Nivo cijene električne energije određivala je prema tom zakonu Savezna narodna skupština, a tarifu za pojedine grupe potrošača, u okviru određenog općeg nivoa cijene, propisivalo je Savezno izvršno vijeće ili organ koji ono odredi. Prihodi od prodane električne energije po propisanim tarifama za pojedine grupe potrošača — u okviru određenog općeg nivoa cijene — zaostajali su za troškovima normalne reprodukcije elektroprivrede. Razlika se financirala dotacijama budžeta, sredstvima prikupljenog poreza elektroprivrednih poduzeća i drugim sredstvima, i rasla je iz godine u godinu. Da bi se smanjila ta razlika, a s time u vezi i financiranje iz budžeta, smanjivana je u nekoliko navrata kalkulativna vrijednost proizvodnje (reducirani su troškovi sredstava rada i kapitala: investiciono uzdržavanje, prosječna stopa amortizacije, kamati). Razlika je smanjivana i povećanjem prodajnih cijena električne energije ali sasvim nedovoljno i u duljim, višegodišnjim, vremenskim razmacima. Rezultat je, sve veći raskorak između vlastite proizvodne i realizirane cijene električne energije, sa svim negativnim posljedicama.

Za nove uvjete privređivanja privredne reforme 1965. godine, cijena električne energije proračunata je na osnovu normativa troškova sredstava rada iz ranijeg privrednog sistema, predvidivih novih cijena energetskog goriva i novo određenih stopa akumulacije. Stope troškova i stope akumulacije primjenjivane su na zatečene nerealne vrijednosti osnovnih i prosječno angažiranih sredstava.

Cijene proizvoda većine drugih privrednih grana formirane su za privrednu reformu 1965. godine, nezavisno od zatečenih vrijednosti osnovnih i angažiranih sredstava, na osnovu nekih prosječnih međunarodnih tržnih cijena područja u koje se naša privreda uklapa.

Time je cijena električne energije dovedena u disparitet s ostalim zavisnim cijenama odnosno cijenama elemenata reprodukcije elektroprivrede.

Elektroprivreda nabavlja i plaća sredstva svoje reprodukcije po nekim međunarodnim tržnim

cijenama, prerađuje ih u električnu energiju i isporučuje potrošačima po administrativno proračunatim cijenama, koje su u prosjeku niže od sume nabavnih cijena potrebnih elemenata reprodukcije i drugih tereta. Potrošači električne energije ujedno su, bilo direktno bilo indirektno, i dobavljači elemenata reprodukcije elektroprivrede pa u uvjetima takvog dispariteta između cijena električne energije i ostalih zavisnih cijena iscrpljuju ekonomsku snagu elektroprivrede.

Budući da su nove cijene raznih proizvoda formirane za privrednu reformu na osnovu nekih međunarodnih tržnih cijena, revalorizacija sredstava radnih organizacija tih privrednih grana nije trebala, u procesu mjera privredne reforme, prethoditi fazi utvrđivanja novih cijena. Naknadnom revalorizacijom sredstava tih privrednih grana izmijenio se samo kvalitet proporcija unutar istog okvira njihovih novih tržnih cijena. Smanjio se, odnosno objektivizirao, iznos dohotka a povećao se i objektivizirao iznos amortizacije i drugih troškova sredstava rada. Otuda i stav da se za efekte revalorizacije ne mogu povećavati utvrđene nove cijene proizvoda. Takav stav je razumljiv, jer međunarodne tržne cijene sadrže realnu (revaloriziranu a i suvremenu) amortizaciju i druge troškove sredstava rada po dnevnim cijenama pa i realne troškove električne energije po cijenama formiranim na tržištu električne energije područja UCPTE[1]. U stručnoj literaturi se to međunarodno udruženje naziva *»Zajedničkim tržištem električne energije«* pa je ono mjerodavno i za utvrđivanje međunarodnih tržnih cijena te energije.

Nasuprot tome, revalorizacija sredstava radnih organizacija elektroprivrede, morala je prethoditi fazi proračunavanja i donošenja novih cijena električne energije na opisani način za privrednu reformu, pa sada ne bi bilo poteškoća oko pokrića efekata naknadno provedene revalorizacije a ni cijena električne energije ne bi se dovela u tako oštri disparitet s ostalim zavisnim cijenama a ni s cijenama električne energije razvijenijih elektroprivreda drugih zemalja.

[1] Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité (Udruženje za koordinaciju proizvodnje i prenosa električne energije). Osnivači su: Francuska, Italija, SR Njemačka, Belgija, Nizozemska, Luksemburg (zemlje-članice Evropske ekonomske zajednice), Švicarska i Austrija. Jugoslavija je pridruženi član UCPTE i djeluje u južnoj regionalnoj grupi u okviru SUDEL-a s Austrijom i Italijom. Kao pridruženi članovi djeluju i druge države u posebnim regionalnim grupama.

Disparitet između cijena električne energije i ostalih zavisnih cijena, može se najlakše ocijeniti usporedbom naših i evropskih cijena električne energije, jer su evropske cijene i troškovi te energije sastavni dio tzv. međunarodnih tržnih cijena ostalih proizvoda. Međutim, pri tome treba imati u vidu, da elektroprivrede Francuske, SR Njemačke, Italije, pa i elektroprivrede drugih država Evrope, raspolažu bogatim i ekonomičnim energetskim potencijalom, razvijenim elektroenergetskim kapacitetima i vrlo jakim intenzitetom potrošnje električne energije. Na osnovu tih faktora imaju objektivno i manje realne troškove na jedinicu proizvoda.

2. Prosjek cijena električne energije na području Evropske ekonomske zajednice

Države članice Evropske ekonomske zajednice (EEZ) ili tzv. Zajedničkog evropskog tržišta su: Francuska, SR Njemačka, Italija i države Beneluxa: Belgija, Nizozemska i Luksemburg.

Budući da je jedna posebna i opsežnija analiza ukupnih prosječnih i karakterističnih pojedinačnih — međusobno usporedivih — cijena električne energije za područje EEZ[2], izrađena u toku 1961. i 1962. godine na temelju podataka 1960. godine, to će se ovdje izloženi potrebni indikatori utjecajnih relevantnih faktora također odnositi na stanje 1960. godine.

Elektroprivrede država-članica EEZ imaju različitu strukturu proizvodnje i potrošnje električne energije pa i različite prosječne cijene. Udio hidroenergije prikazuju podaci tablice 1.

Procenti udjela hidroenergije u tablici 1 ne sadrže energiju utrošenu u pumpne stanice hidroelektrana, a kod SR Njemačke, ne sadrže osim toga ni hidroenergiju koja se na temelju ugovora dobavlja iz Austrije.

Javna elektroprivreda Nizozemske nema hidroelektrana. Najveći udio hidroproizvodnje imaju Francuska i Italija. Udio hidroelektrane u strukturi proizvodnje električne energije javne elektroprivrede Jugoslavije iznosio je 1960. godine 66,8 % — dakle manje od udjela hidroproizvodnje Italije. Iako udio termoproizvodnje električne energije Jugoslavije raste, prosječna cijena elek-

[2] Naziv analize u prijevodu: *»Cijene električne energije u zemljama Evropske ekonomske zajednice«* — Generalna direkcija za ekonomiku i financije — Izvještaj grupe stručnjaka — 13. septembra 1962.

Udio hidroenergije u strukturi proizvodnje javnih elektroprivreda država-članica Evropske ekonomske zajednice 1960. godine

Tablica 1

	Belgija	SR Njemačka	Francuska	Italija	Luksemburg	EEZ
Udio hidroelektrana u proizvodnji javne elektroprivrede	1,9%	12,3%	56,8%	70,9%	26,2%	37,2%
Kupnja od drugih	—	4,9%	2,5%	1,8%	—	3,1%
Udio hidroelektrana u strukturi ukupne predaje električne eergije preko javne mreže	1,9%	17,2%	59,3%	72,7%	26,2%	40,3%

Izvor podataka: Statistički ured EEZ

Struktura potrošnje električne energije javne elektroprivrede država-članica Evropske ekonomske zajednice 1960. godine

Tablica 2

	Belgija	SR Njemačka	Francuska	Italija	Luksemburg	Nizozemska	EEZ
Ukupno predana električna energija GWh	8.120	75.425	51.620	38.641	172	11.623	185.601
Struktura potrošnje:	%	%	%	%	%	%	%
Industrija	64,2	62,7	63,4	62,5	43,0	56,0	62,5
Saobraćaj	6,6	3,0	6,9	7,0	0,0	6,2	5,3
Neindustrijska potrošnja:							
— Poljoprivreda		2,6	1,2	1,3	....		....
— Domaćinstvo	22,5	16,3	14,5	23,0	....	23,3	....
— Trgovina		9,9	7,6	6,2	....	14,5	....
— Obrt	1,0				....		....
— Javne službe	5,7	5,5	6,4		....		....
Udio javne elektroprivrede u ukupnoj predaji električne energije potrošačima (isključivo gubici u mreži i potrošnja pumpnih stanica hidroelektrana)	60,6	72,3	79,2	81,2	12,0	79,2	75,3

Izvor podataka: Statistički ured EEZ

trične energije i dalje opada. To opadanje prosječne cijene nije, naravno, posljedica izmijenjenih faktora proizvodnje.

Strukturu potrošnje električne energije promatranih elektroprivreda prikazuju podaci tablice 2.

U tablici 2 prikazana potrošnja električne energije industrije predstavlja samo dio te potrošnje, odnosno samo potrošnju na mreži javne elektroprivrede. Ukupna potrošnja industrije je veća za proizvodnju industrijskih elektrana.

Specifični potrošak ukupne potrošnje električne energije po stanovniku prikazuju podaci tablice 3.

Specifični potrošak električne energije po stanovniku država-članica EEZ u 1960. godini kWh po stanovniku

Tablica 3

Države-članice EEZ	Potrošnja industrije	Potrošnja saobraćaja	Neindustrijska potrošnja	Ukupno
Belgija	1.034	67	259	1.463
SR Njemačka	1.400	70	484	1.954
Francuska	1.016	78	337	1.431
Italija	662	65	239	966
Luksemburg	4.194	45	312	4.551
Nizozemska	833	63	382	1.278
Ukupno EEZ	1.034	70	354	1.458

Izvor podataka: Statistički ured EEZ

Ako se i zanemari Luksemburg, koji ima jako razvijenu industriju željeza i čelika, razlika u veličini specifičnog potroška električne energije po stanovniku promatranih država dosta je velika.

Ukupne prihode po kWh prodane električne energije 1960. godine prikazuju podaci tablice 4.

Prikazane cijene u tablici 4 su neto cijene bez poreza na tzv. višak vrijednosti od 10 % i bez poreza na promet.

Za Italiju i Luksemburg nema podataka o ukupnoj prosječnoj cijeni električne energije. Za proračunavanje prosjeka ove cijene na tržištu EEZ, podaci za Luksemburg se mogu zanemariti,

Ukupni prosjek cijena električne energije na području država-članica EEZ 1960. godine

Tablica 4

Kategorije potrošača	Belgija	SR Njemačka	Francuska	Nizozemska
A. *Velepotrošači*				
USAcent/kWh	1,75	1,83	1,24	1,89
SDin/kWh	21,88	22,88	15,50	23,63
B. *Malopotrošači*				
USAcent/kWh	5,28	4,03	4,30	3,21
SDin/kWh	66,00	50,38	53,75	40,13
C. *Ukupni prosjek*				
USAcent/kWh	2,69	2,50	1,95	2,33
SDin/kWh	33,63	31,25	24,38	29,13
D. Odnos B : A	3,0	2,2	2,5	1,7

Izvor podataka: Statistički ured EEZ

jer svojim relativno malim volumenom potrošnje neće mnogo utjecati na ukupni prosjek, dok će se prosječna cijena Italije utvrditi na osnovu njenih prosječnih cijena za pojedine grupe potrošača koje su poznate.

Prilikom svake komparacije međunarodnih cijena nailazi se na više poteškoća, među kojima je naročito i pitanje izbora najprikladnijeg tečaja za preračunavanje cijena raznih nacionalnih valuta. Grupa stručnjaka Komisije EEZ za ekonomska i financijska pitanja, odlučila se za službeni tečaj, budući da je to najjednostavnije rješenje za ove svrhe. Cijene su preračunate po slijedećim tečajevima:

1 USA dolar

= 50,00 bfr = 4,00 DM = 4,937 NF
= 625,00 Lit = 50,00 lfrs = 3,62 hfl

Iako se cijene električne energije država-članica EEZ odnose na stanje iz 1960. godine, kada je tečaj dinara bio niži, ipak su inozemne cijene električne energije preračunate, za svrhe ovih razmatranja, u dinarske vrijednosti po novom tečaju

od 1.250 SDin za 1 USA dolar, jer promatrane inozemne cijene EEZ su danas veće a ne manje od onih iz 1960. godine, pa razlika između sadašnjih jugoslavenskih i evropskih adjustiranih cijena, može biti samo veća. Današnje cijene električne energije promatranih elektroprivreda veće su barem za 10 % od onih iz 1960.

U pogledu prikladnosti primjene službenog tečaja dinarske valute za preračunavanje cijena datih u USA dolarskim centima, može se reći, da će službeni tečaj dati dovoljno realnu sliku reda veličina za ova razmatranja. Međutim, zainteresirani čitalac može, prema svom nahođenju, preračunavati tretirane cijene i po nekom drugom tečaju.

3. Usporedba prosjeka cijena električne energije Jugoslavije i država članica Evropske ekonomske zajednice

Ukupna potrošnja električne energije Jugoslavije na mreži prenosa, razvoda i distribucije iznosila je 1966. godine — zajedno s neznatnim međusobnim isporukama elektrodistributivnih poduzeća — 13.122 GWh. Za tu energiju realizirano je po današnjim prodajnim cijenama 247.053 milijuna starih danara. Veći dio potrošnje i realizacije od potrošača otpada na djelatnost razvoda i distribucije električne energije. Odnose prikazuju podaci tablice 5.

Pregled potrošnje, ostvarenih prihoda i prosječnih prodajnih cijena električne energije na mreži prenosa i mreži distribucije

Tablica 5

	Prihodi od prodaje 10^3 S Din	Prodaja MWh	Prosječna cijena S Din/kWh
Udružena poduzeća za proizvodnju i prenos	28,824.988	3,610.578	7,98
Poduzeća za razvod i distribuciju	218,227.868	9,511.702	22,94
Ukupno	247,052.856	13,122.280	18,83

Od ukupno prodate električne energije na mreži javne elektroprivrede Jugoslavije otpada na potrošače elektrodistributivnih poduzeća 72,5 % a na tzv. direktne potrošače, koji se snabdijevaju na mreži prenosa, 27,5 %. Prosječna prodajna cijena električne energije za potrošnju na mreži razvoda i distribucije veća je 2,9 puta od prosječne cijene, realizirane na mreži prenosa od direktnih potrošača. Na ovaj omjer utječu niske cijene električne energije specijalnih velepotrošača.

U prihodima od prodaje električne energije elektrodistributivnih poduzeća Jugoslavije sadržani su troškovi nabave električne energije sa 118.595 milijuna starih dinara ili 54,4 %. Od prosječne prodajne cijene elektrodistributivnih poduzeća od 22,94 SDin/kWh otpada na troškove nabavljene električne energije 12,46 SDin/kWh.

Narednih godina trebat će ovaj omjer izmijeniti u korist djelatnosti razvoda i distribucije, kako bi se elektroopskrbna mreža dovela u red i eliminirala uska grla proizvodnje na tom sektoru elektroprivrede. To znači da treba prodajne cijene električne energije na mreži niskog, a i srednjeg napona, postepeno povećavati i izjednačiti ih s troškovnim cijenama za ta mjesta potrošnje.

Kao što je već spomenuto, za Italiju nema podataka o ukupnoj prosječno realiziranoj cijeni. Međutim, prosječne cijene za industriju Italije i Belgije približno su iste, dok su prosječne cijene Italije za domaćinstvo, poljoprivredna gospodarstva, obrt (zanatstvo) i trgovinu nešto niže od tih cijena u Belgiji. Imajući u vidu strukturu potrošnje ovih zemalja, moglo bi se ocijeniti, da se ukupna prosječna cijena električne energije Italije kreće negdje između prosječnih cijena SR Njemačke i Belgije, u veličini od 32,30 SDin/kWh.

Budući da su prikazane prosječne cijene električne energije država-članica EEZ važile 1960. godine, komparacija ovih cijena može se dati u dva vida: s nekorigiranim i s korigiranim inozemnim cijenama. Za ocjenu porasta inozemnih cijena električne energije u proteklih 6 godina, odgovarat će umjereni korekcioni faktor 1,1. Usporedbu cijena prikazuju podaci tablice 6.

Pregled prosječnih cijena električne energije Jugoslavije i država članica EEZ

Tablica 6

	Nekorigirano		Korigirano faktorom 1,1	
	S Din/kWh	Indeks	S Din/kWh	Indeks
1. Jugoslavija	18,83	100	18,83	100
2. Belgija	33,63	179	36,99	196
3. SR Njemačka	31,25	166	34,78	185
4. Francuska	24,38	129	26,82	142
5. Italija	32,30	172	35,53	189
6. Nizozemska	29,13	155	32,04	170
7. EEZ bez Luksemburga	29,53	157	32,48	172

Podaci tablice 6 pokazuju velik raskorak između jugoslavenskih i inozemnih cijena električne energije, čak i onda, kad se jugoslavenska cijena iz 1966. komparira s inozemnim cijenama iz 1960. Stvarni raskorak je, međutim, još veći, ako se inozemne cijene iz 1960. adjustiraju i svedu, pomoću ocijenjenog minimalnog korekcionog faktora, na stanje 1966.

Na volumen proizvodne cijene elektroprivrede utječe više faktora, među kojima i struktura proizvodnje električne energije. Udio hidroelektrana u strukturi proizvodnje električne energije Jugoslavije manji je od tog udjela Francuske i Italije zajedno. Međutim, jugoslavenska cijena električne energije iz 1966. niža je od ponderiranog prosjeka te cijene Francuske i Italije zajedno prema stanju 1960. Evo usporedbe:

	SDin/kWh	Indeks
Jugoslavenska prosječna cijena električne energije iz 1966.	18,83	100
Ponder prosječnih cijena električne energije Francuske i Italije:		
— prema stanju 1960.	27,77	147
— povećano faktorom 1,1	30,50	162

Očito je da se elektroprivreda ne može normalno reproducirati s toliko depreciranom cijenom električne energije.

4. Prosječne cijene električne energije za osnovne grupe potrošača na području država-članica EEZ

U ovom dijelu razmatrat će se prosječne cijene električne energije osnovnih grupa potrošača država-članica EEZ i to: industrije, domaćinstva, poljoprivrednih gospodarstava, obrta (zanatstva) i trgovine.

A) Prosječne cijene električne energije industrijskih potrošača

Prosječne cijene električne energije za industriju, razlikuju se zavisno od veličine i stepena iskorištenja angažirane snage.

Prema veličini angažirane snage, potrošači industrije grupirani su, za svrhe promatranja prosječnih cijena električne energije, u pet grupa i to:

— za opterećenje od 125 kW
„ „ „ 500 kW
„ „ „ 1.000 kW
„ „ „ 3.000 kW i
„ „ „ 10.000 kW

a svaka od ovih grupa obrađena je prema satnom iskorištenju angažirane snage i to:

A — jedna radna smjena — 1.900 sati godišnje
B — dvije radne smjene — 4.300 sati godišnje
C — tri radne smjene — 6.600 sati godišnje

Veličine prosječnih cijena električne energije za takve grupe potrošača prikazuju podaci tablice 7.

U tablici 7/1 iskazane cijene za Belgiju su ostvarene prosječne cijene. Za Francusku su uzete prosječne cijene električne energije regije »NORD« jer predstavljaju srednje cijene između najvećih cijena regije »BRETAGNE« i najmanjih cijena regije »GRENOBLE«.

Prosječne cijene električne energije raznih grupa industrijskih potrošača na području Belgije, SR Njemačke i Francuske

Tablica 7/1

Karakteristike potrošnje		Belgija		SR Njemačka		Francuska	
Angažirana snaga kW	Satno iskorištenje	USAc/kWh	S Din/kWh	USAc/kWh	S Din/kWh	USAc/kWh	S Din/kWh
	A	2,48	31,00	3,15	39,38	1,88	23,50
125	B	2,02	25,25	2,21	27,63	1,58	19,75
	C	1,82	22,75	1,89	23,63	1,18	14,75
	A	2,24	28,00	2,87	35,88	1,86	23,25
500	B	1,84	23,00	2,06	25,75	1,56	19,50
	C	1,71	21,38	1,76	22,00	1,17	14,63
	A	2,16	27,00	2,78	34,75	1,86	23,25
1.000	B	1,78	22,25	2,00	25,00	1,55	19,38
	C	1,64	20,50	1,66	20,75	1,16	14,50
	A	2,06	25,75	2,52	31,50	1,84	23,00
3.000	B	1,58	19,75	1,84	23,00	1,54	19,25
	C	1,28	16,00	1,48	18,50	1,15	14,38
	A	2,06	25,75	2,30	28,75	1,62	20,25
10.000	B	1,54	19,25	1,68	21,00	1,35	16,88
	C	1,26	15,75	1,28	16,00	1,03	12,88

Prosječne cijene električne energije raznih grupa industrijskih potrošača na području Italije, Luksemburga i Nizozemske

Tablica 7/2

Karakteristike potrošnje		Italija		Luksemburg		Nizozemska	
Angažirana snaga kW	Satno iskorištenje	USAc/kWh	S Din/kWh	USAc/kWh	S Din/kWh	USAc/kWh	S Din/kWh
	A	2,50	31,25	2,64	33,00	2,32	29,00
125	B	1,87	23,38	2,05	25,63	1,67	20,88
	C	1,71	21,38	1,64	20,50	1,33	16,63
	A	2,34	29,25	2,34	29,25	2,18	27,25
500	B	1,75	21,88	1,75	21,88	1,56	19,50
	C	1,50	18,75	1,42	17,75	1,28	16,00
	A	2,27	28,38	2,34	29,25	2,13	26,63
1.000	B	1,67	20,88	1,75	21,88	1,54	19,25
	C	1,41	17,63	1,42	17,75	1,23	15,38
	A	2,12	26,50	2,34	29,25	2,04	25,50
3.000	B	1,54	19,25	1,71	21,38	1,51	18,88
	C	1,29	16,13	1,38	17,25	1,19	14,18
	A	2,09	26,13	—	—	1,93	24,13
10.000	B	1,51	18,88	—	—	1.48	18,50
	C	1,27	15,88	—	—	1,13	14,13

Za Italiju iskazane cijene u tablici 7/2 su ostvarene prosječne cijene električne energije, a za Nizozemsku su izvedene prosječne cijene.

Za Luksemburg nema podataka o cijenama kod opterećenja od 10.000 kW, jer se takvi potrošači ne snabdijevaju na mreži javne elektroprivrede, već direktno iz svojih industrijskih elektrana. Od ukupne potrošnje električne energije na području Luksemburga, na javnu elektroprivredu te zemlje otpada samo 12 %.

Sve iskazane cijene u tablicama 7/1 i 7/2 su neto ili proizvodne cijene, i ne sadrže tzv. porez na višak vrijednosti (Mehrwertsteuer) od 10 % a ni porez na promet ili druge fiskalne terete sekundarne raspodjele. Te poreze i ostale fiskalne terete plaća potrošač. Prema tome, stvarne prodajne cijene električne energije za potrošača su veće. Budući da su ti porezi različiti u promatranim zemljama, nejednake će biti i razlike između iskazanih neto ili proizvodnih cijena i stvarno plaćenih finalnih cijena električne energije.

Ukupni prosjeci cijena električne energije pojedinih država EEZ razlikuju se zavisno od raznih utjecajnih proizvodnih i drugih faktora — o kojima će još ovdje biti govora — pa su različite i cijene za pojedine karakteristične grupe industrijskih potrošača. Na razliku utječu i primijenjeni opći principi tarifiranja električne energije[3].

Stupanj degresije prosječnih cijena električne energije kod povećanja angažirane snage od 125 do 10.000 kW za promatrana godišnja satna iskorištenja, prikazuju podaci tablice 8.

Pregled degresije prosječnih cijena električne energije industrijskih potrošača država-članica EEZ kod povećanja angažirane snage od 125 na 10.000 kW

Tablica 8

Satna iskorištenja	Belgija	SR Njemačka	Francuska	Italija	Nizozemska
	% degresije				
kod 1.900 sati/god.	17	37	14	17	15
kod 4.300 sati/god.	24	24	14	20	15
kod 6.600 sati/god.	31	32	14	26	15

Za Luksemburg nije proračunat stupanj degresije, jer njegova javna elektroprivreda nema industrijskih potrošača s opterećenjem od 10 000 kW. Procenti degresije cijena električne energije kod ostalih država-članica EEZ, djelomično su zaokruženi i ne odgovaraju uvijek egzaktnim vrijednostima.

Na području Francuske, procenat degresije cijena električne energije za promatrano povećanje angažirane snage, jednak je za sve stupnjeve godišnjeg satnog iskorištenja. Na području Italije i Belgije, degresija cijena je veća i raste s povećanjem godišnjeg satnog iskorištenja. Najjaču degresiju cijena ima SR Njemačka i ona je veća kod manjeg godišnjeg iskorištenja angažirane snage.

Slična slika se dobije kad se promatra degresija cijena električne energije kod povećanja godišnjeg satnog iskorištenja angažirane snage od 1.900 na 6.600 sati. Tu sliku prikazuju podaci tablice 9.

Pregled degresije prosječnih cijena električne energije industrijskih potrošača država-članica EEZ kod povećanja godišnjeg satnog iskorištenja od 1.900 na 6.600 sati

Tablica 9

Angažirana snaga	Belgija	SR Njemačka	Francuska	Italija	Luksemburg	Nizozemska
	% degresije					
125 kW	27	40	37	32	38	42
500 kW	24	40	37	36	39	42
1.000 kW	24	40	37	38	39	42
3.000 kW	38	40	37	39	41	42
10.000 kW	39	44	37	39	—	42

U Francuskoj je degresija cijena električne energije za povećano satno iskorištenje jednaka kod svih klasa angažirane snage. Utjecaj satnog iskorištenja na degresiju cijena znatno je veći od utjecaja veličine angažirane snage.

U Italiji je utjecaj satnog iskorištenja na degresiju cijena električne energije također veći od utjecaja veličine angažirane snage, s tim, što svi procenti degresije rastu s porastom angažirane snage do 3.000 kW. Za opterećenja od 10.000 kW i 3.000 kW, procenat degresije je isti.

U Belgiji, također, opadaju cijene električne energije s porastom satnog iskorištenja, ali ne jednako za sve klase angažirane snage. Kod srednjih klasa opterećenja (500 i 1.000 kW) degresija je manja.

U SR Njemačkoj, degresija cijena je najjača i jednaka je za sve klase angažirane snage do uključivo 3.000 kW. Za angažiranu snagu od 10.000 kW degresija cijene osjetno raste.

Interesantno je vidjeti, za koliko su porasle cijene električne energije industrijskih potrošača evropskih elektroprivreda u proteklih 10 godina. Za prikaz porasta cijena električne energije nekih grana industrije, na raspolaganju su podaci SR Njemačke[4]. Podatke prikazuje tablica 10.

Trend porasta prosječnih cijena električne energije crne metalurgije, kemijske industrije i prerade kamena i zemlje SR Njemačke

Tablica 10

Godine	Crna metalurgija		Kemijska industrija		Prerada kamena i zemlje	
	Pf/kWh	Indeks	Pf/kWh	Indeks	Pf/kWh	Indeks
1950	5,16	100	5,20	100	5,35	100
1955	5,86	114	6,19	119	6,68	125
1958	6,15	119	6,44	124	7,06	132
1959	6,21	120	6,46	124	7,07	132
1960	6,30	122	6,50	125	7,09	133

[3] Vidi: a) UNIPEDE — Skandinavski kongres — juni 1964. »*Opći principi tarifiranja električne energije*«. Izdanje prijevoda za internu upotrebu: Koordinacioni odbor republičkih poslovnih udruženja i poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije.

b) Ekonomska komisija OUN za Evropu — juli 1965. »*Tarifni sistemi za prodaju električne energije u Evropi*«. Izdanje prijevoda za internu upotrebu: Koordinacioni odbor republičkih poslovnih udruženja i poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije.

c) UNIPEDE — Kongres u Madridu — maja 1967. »*Izvještaj Radne grupe za strukturu tarifa na mreži niskog napona, Komiteta UNIPEDE za studij tarifa.*« Izdanje prijevoda za internu upotrebu: Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske, Zagreb.

[4] Prof. Dr. Theodor Wessels: »*Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Energiekosten*«, München 1966.

Iz podataka tablice 10 se vidi, da cijene električne energije konstantno rastu i kod razvijene elektroprivrede s vrlo jakim intenzitetom potrošnje i značajnim efektima stalnog povećanja efikasnosti osnovnih faktora proizvodnje. Odličan kvalitet organskog sastava kapitala elektroprivrede u ekonomskom rastu, omogućuje usporenije kretanje cijena električne energije. Prikazane cijene električne energije ne rastu sporadično već paralelno s porastom zavisnih cijena, kojima se iz godine u godinu prilagođuju. Nema, dakle, takvog zamrzavanja cijena koje bi dovelo u pitanje reprodukciju elektroprivrede i volumen i kvalitet isporuke električne energije. Svi ugovori s potrošačima sadrže klauzule adjustiranja ugovorene cijene tj. okolnosti i način povećanja cijene električne energije u toku ugovorenog perioda. To je uostalom i jedini način osiguranja normalne reprodukcije u ekonomskom rastu, u uvjetima, kad nema dotacija sa strane za pokriće gubitaka izazvanih zamrzavanjem cijena električne energije. Takvih dotacija neće više biti ni za elektroprivredu Jugoslavije, kad prestanu važiti prelazne odredbe Osnovnog zakona o elektroprivredi i Odluke o najvišim prodajnim cijenama električne energije na prenosnoj mreži. Stoga treba pravovremeno razmisliti i odlučiti se za neki sistem adjustiranja naših cijena električne energije. Takav prijedlog je već 1960. iznijet na II Savjetovanju ekonomista elektroprivrede i opetovano 1964. na IV Savjetovanju. Sistem prilagođavanja cijena električne energije tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije, predložen je nadležnim organima i 1965. prilikom utvrđivanja novih cijena električne energije za privrednu reformu u elaboratu: *»Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije«.*

Trend porasta ukupnog prosjeka cijena električne energije svih potrošača elektroprivrede na području SR Njemačke razvijao se, izraženo indeksima, ovako:

1950 = 100
1955 = 114
1958 = 117
1959 = 118
1960 = 117

Cijene električne energije ne razlikuju se samo po državama-članicama EEZ. One se još više razlikuju po regijama i poduzećima svake pojedine države. O tome ima dosta podataka u publikacijama pojedinih većih elektroprivreda. Radi pomanjkanja prostora, ovdje će se za ilustraciju iznijeti samo cijene električne energije iz 1964, po regijama i nekim poduzećima elektroprivrede SR Njemačke.[5]

Za svrhe promatranja i usporedbe prosječnih cijena električne energije, SR Njemačka je podijeljena na 5 zaokruženih regija, označenih ovdje slovima A do E. Te regije obuhvaćaju slijedeće pokrajine:

A — Bremen, Hamburg, Donja Saska i Schleswig-Holstein
B — Sjeverno Porajnje — Westfalija
C — Hessen
D — Baden-Würtemberg, Porajnje-Pfalz i Saar
E — Bavarska.

S područja tih regija odabrano je 63 elektroprivrednih poduzeća, koja snabdijevaju električ-

[5] VDEW Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke: *»Strompreise für Sonderabnehmer«* — Frankfurt (Main) 1965.

Prosječne cijene električne energije ugovornih potrošača po regijama i poduzećima SR Njemačke za 1964. godinu

Opterećenje: 100 k
Faktor snage: cos φ 0,90

Tablica 11/1

Naziv poduzeća	Za godišnja iskorištenja					
	1.600 sati		2.500 sati		4.000 sati	
	Pf/kWh	S Din/kWh	Pf/kWh	S Din/kWh	Pf/kWh	S Din/kWh
REGIJA A (12 poduzeća)						
1. Überland-Zentrale AG Helmstedt	13,90	43,44	10,90	34,06	8,80	27,50
2. Stadtwerke, Kiel	16,20	50,63	13,10	40,94	10,40	32,50
REGIJA B (17 poduzeća)						
3. Stadtwerke GmbH, Bielefeld	14,11	44,09	11,25	35,16	8,75	27,34
4. Wuppertaler Stadtwerke, Wuppertal--Barmen	15,04	47,00	13,51	42,22	10,82	33,81
REGIJA C (9 poduzeća)						
5. Zweckverband Oberhessische Versorgungsbetriebe, Überlandwerk Oberhessen-Wasserwerk Inheiden, Friedenberg/Hessen	15,29	47,78	12,00	37,50	9,74	30,44
6. Main-Kraftwerke AG, Frankfurt a.Main-Höchst	15,31	47,84	13,72	42,88	11,86	37,06
REGIJA D (16 poduzeća)						
7. Neckarwerke Elektrizitätversorgungs AG Esslingen/Neckar	12,82	40,06	10,57	33,03	8,70	27,19
8. Koblenzer Elektrizitätswerk und Verkehrs AG, Koblenz	16,06	50,19	12,95	40,47	10,73	33,53
REGIJA E (9 poduzeća)						
9. Lech-Elektrizitätswerke AG, Augsburg	14,90	46,56	11,98	37,44	9,82	30,69
10. Fränkisches Überlandwerk AG, Nürnberg	17,19	53,72	13,98	43,69	11,48	35,88

Prosječne cijene električne energije ugovornih potrošača po regijama i poduzećima SR Njemačke za 1964. godinu

Opterećenje: 250 kW
Faktor snage: cos φ 0,96

Tablica 11/2

Naziv poduzeća	Za godišnja iskorištenja od					
	1.600 sati		2.500 sati		4.000 sati	
	Pf/kWh	S Din/kWh	Pf/kWh	S Din/kWh	Pf/kWh	S Din/kWh
REGIJA A (12 poduzeća)						
11. Stadtwerke Hameln AG, Hameln a.d. Weser	13,78	43,06	11,25	35,16	9,16	28,69
12. Schleswig-Holsteinische Stromversorgungs AG, Rendsburg	15,44	48,25	12,60	39,38	10,23	31,97
REGIJA B (17 poduzeća)						
13. Aachner Strassenbahn-und Energieversorgungs AG, Aachen	11,56	36,13	10,37	32,41	8,29	25,91
14. Kommunales Elektrizitätswerk Mark AG, Hagen	13,68	42,75	11,69	36,53	10,01	31,28
REGIJA C (9 poduzeća)						
15. Hessische Elektrizitäts AG, Darmstadt	15,19	47,47	12,73	39,78	9,92	31,00
16. Überlandwerk, Gross-Geran	16,08	50,25	13,11	40,97	10,97	34,28
REGIJA D (16 poduzeća)						
17. Badenwerk AG, Karlsruhe	12,07	37,72	10,08	31,50	8,48	26,50
18. Elektrizitätswerke Rheinhessen AG. Worms-Rhein	15,90	49,69	12,52	39,13	10,14	31,69
REGIJA E (9 poduzeća)						
19. Stadtwerke-Elektrizitätswerke, München	15,88	49,63	12,46	38,94	9,13	28,53
20. Überlandwerk Oberfranken AG, Bamberg	15,68	49,00	12,89	40,28	10,69	33,41

Prosječne cijene električne energije ugovornih potrošača po regijama i poduzećima SR Njemačke za 1964. godinu

Opterećenje: 500 kW
Faktor snage: cos φ 0,96

Tablica 11/3

Naziv poduzeća	Za godišnja iskorištenja od					
	1.600 sati		2.500 sati		4.000 sati	
	Pf/kWh	S Din/kWh	Pf/kWh	S Din/kWh	Pf/kWh	S Din/kWh
REGIJA A (12 poduzeća)						
21. Stadtwerke, Hannover	12,79	39,97	10,46	32,69	8,86	27,69
22. Überlandwerk Nord-Hannover AG, Bremen	14,42	45,06	11,93	37,28	10,00	31,25
REGIJA B (17 poduzeća)						
23. Stadtwerke, Düsseldorf	10,90	34,06	8,91	27,84	7,45	23,28
24. Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG, Dortmund	13,18	41,19	11,25	35,16	9,61	30,03
REGIJA C (9 poduzeća)						
25. Stadtwerke, Wiesbaden AG	13,52	42,25	11,48	35,88	9,94	31,06
26. Städtische Werke AG, Kassel	13,92	43,50	11,75	36,72	10,33	32,28
REGIJA D (16 poduzeća)						
27. Pfalzwerke AG- Ludwigshafen/Rhein	13,70	42,81	10,45	32,66	8,10	25,31
28. Stadtwerke, Mainz	13,04	40,75	11,14	34,81	9,77	30,53
REGIJA E (9 poduzeća)						
29. Isar-Amperwerke AG, München	15,23	47,59	12,09	37,78	9,87	30,84
30. Fränkische Überlandwerk AG, Nürnberg	16,58	51,81	13,36	41,75	10,86	33,94

nom energijom ugovorne potrošače (Sonderabnehmer). Broj odabranih poduzeća po regijama nije jednak. Kreće se od 9 do 17. Prosječne cijene električne energije se razlikuju ne samo po regijama, nego i po poduzećima iste regije.

Da bi se prikazala veličina porasta cijena električne energije od 1960. do 1964. (jer se osnovna razmatranja u ovom članku odnose na inozemne cijene iz 1960.) i razlike cijena po regijama i poduzećima, odabrana su iz raspoloživih podataka (Lit. 5) samo po dva poduzeća svake regije. Jedno s relativno većom i jedno s relativno manjom prosječnom cijenom.

Prosječne cijene ugovornih potrošača obrađene su za opterećenja od 100 kW sa cosφ 0,90 i od 250, 500 i 1.000 kW s cosφ 0,96. Za svako od tih opterećenja proračunate su prosječne cijene za godišnja isporištenja od 1.600, 2.000, 2.500, 3.150 i 4.000 sati.

Radi pomanjkanja prostora, prikazat će se samo prosječne cijene električne energije za godišnja iskorištenja od 1.600, 2.500 i 4.000 sati. Cijene prikazuju podaci tablice 11.

Prosječne cijene električne energije ugovornih potrošača po regijama i poduzećima SR Njemačke za 1964. godinu

Opterećenje: 1.000 kW
Faktor snage: cos φ 0,96

Tablica 11/4

Naziv poduzeća	Za godišnja iskorištenja od					
	1.600 sati		2.500 sati		4.000 sati	
	Pf/kWh	S Din/kWh	Pf/kWh	S Din/kWh	Pf/kWh	S Din/kWh
REGIJA A (12 poduzeća)						
31. Elektrizitätswerke Wesertal GmbH, Hameln a.d. Weser	12,99	40,59	10,65	33,28	8,86	27,69
32. Landelektrizität GmbH, Fallersleben (Krs. Gifhorn)	14,39	44,97	11,91	37,22	9,99	31,22
REGIJA B (17 poduzeća)						
33. Rheinische Licht- und Kraftwerke GmbH, Brand (Krs. Aachen)	10,23	31,97	9,19	28,72	7,84	24,50
34. AG für Versorgungs- Unternehmen im Ennepe Ruhr, Kreis Gevelsberg	12,98	40,56	11,01	34,41	9,44	29,50
REGIJA C (9 poduzeća)						
35. Hessische Elektrizitäts AG, Darmstadt	15,19	47,47	11,78	36,81	9,24	28,88
36. Städtische Werke AG, Kassel	13,68	42,75	11,75	36,72	10,33	32,28
REGIJA D (16 poduzeća)						
37. Überlandwerk Jagstkreis AG, Ellwangen	12,18	38,06	10,03	31,34	8,11	25,34
38. Vereinigte Saar-Elektrizitäts AG, Saarbrüken	13,19	41,22	11,00	34,38	9,00	28,13
REGIJA E (9 poduzeća)						
39. Bayerische Elektrizitäts-Lieferungs AG, Bayereuth	14,05	43,91	11,52	36,00	9,52	29,75
40. Überlandwerk Unterfranken AG, Würzburg	14,60	45,63	12,00	37,50	9,90	30,94

Troškovi električne energije plaćaju se po različitim tarifnim stavovima (stavovi za angažiranu snagu u vrijeme vršnog, srednjeg, niskog opterećenja i dr. — stavovi za potrošenu energiju danju, noću, ljeti, zimi i dr.). Usporedbom tarifnih stavova i odgovarajućih odredaba analizira se tarifni sistem. Usporedbom obračunskih veličina potrošača (snaga, cosφ, energija i dr.) analiziraju se njegove energetske karakteristike. Za usporedbu troškova električne energije za potrošača, prikladnije su prosječne cijene po kWh, jer obuhvaćaju svu naknadu za isporučenu električnu energiju.

U tablicama 11 prikazane prosječne cijene električne energije — snimljene na dan 1. VII 1964. — odnose se na isporuke s mreže visokog napona (uglavnom 4 i 20 kV). Potrošači snose troškove priključka. Transformator je vlasništvo potrošača i obavezan je uzdržavati ga. Isporuka energije se vrši na osnovu dugoročnih ugovora od 5 godina. Ugovori sadrže klauzule o adjustiranju ugovorene cijene električne energije i o rabatima. U najviše slučajeva se primjenjuje 15 minutno mjerenje snage, a ponegdje i 30 minuta.

Osnovne karakteristike promatranih potrošača domaćinstava, poljoprivrednih gospodarstava, obrta i trgovine

Tablica 12

Grupe potrošača	Električni aparati, broj prostorija i površina	Priključna vrijednost kVA	Godišnja potrošnja kWh
1. *Domaćinstvo*			
A — malo	Rasvjeta, radio i nekoliko kućanskih aparata, 3 stambene prostorije, zahod i hodnik, 50 m²	1 do 1,4	300
B — srednje	Rasvjeta, hladnjak, televizor, više kućanskih aparata, 4 stambene prostorije, kuhinja, kupaonica, hodnik, 70 m²	2 do 3	1.000
C — veliko	Sve kao pod B, više štednjak, bojler i pranje rublja, 90 m²	4	3.600
2. *Poljoprivredno gospodarstvo*	Potpuno elektrificirano domaćinstvo od 4 člana, 10 ha	10	4.800
3. *Obrt (zanatstvo)*		za rasvjetu 2 za pogon 10	8.000
4. *Trgovina*		3	2.000

B. Prosječne cijene električne energije za domaćinstvo, poljoprivredna gospodarstva, obrt (zanatstvo) i trgovinu

Prosječne cijene električne energije domaćinstva država-članica EEZ, snimljene su za tri intenziteta potrošnje i to:

A = potrošači domaćinstva s malom potrošnjom
B = potrošači domaćinstva sa srednjom potrošnjom i
C = potrošači domaćinstva s velikom potrošnjom

Podatke o osnovnim karakteristikama potrošaća domaćinstva, poljoprivrednih gospodarstava, obrta (zanatstva) i trgovine prikazuje tablica 12.

Potrošači domaćinstva s velikom potrošnjom električne energije (1 C) troše danju 3/4 a noću 1/4 ukupne energije.

Potrošači poljoprivrednih gospodarstava troše u domaćinstvu 2/3 a za pogon 1/3 ukupne energije.

Potrošači obrta (zanatlije) troše 1/8 energije za rasvjetu a 7/8 za pogon.

Prema namjeni potrošnje električne energije uzete su slijedeće količine:

— kuhinja	840 kWh godišnje
— bojler	1.560 kWh godišnje
— hladnjak	180 kWh godišnje
— pranje rublja	420 kWh godišnje
— manji kućanski aparati	600 kWh godišnje.

Prosječne cijene električne energije domaćinstava, poljoprivrednih gospodarstva, obrta i trgovine Belgije i SR Njemačke

Tablica 13/1

Grupe potrošača	Belgija		SR Njemačka	
	USAc/kWh	S Din/kWh	USAc/kWh	S Din/kWh
1. Domaćinstvo:				
A — malo	6,04	75,50	5,68	71,00
B — srednje	4,68	58,50	3,50	43,75
C — veliko	2,66	33,25	2,50	31,25
2. Poljoprivredna gospodarstva	3,44	43,50	2,83	35,88
3. Obrt (zanatstvo)	4,40	55,00	5,30	66,25
4. Trgovina	5,46	68,25	7,95	99,38

Prosječne cijene električne energije potrošača domaćinstva, poljoprivrednih gospodarstava, obrta i trgovine prikazane su na tablici 13.

Prosječne cijene električne energije domaćinstava, poljoprivrednih gospodarstava, obrta i trgovine Nizozemske

Tablica 13/3

	Nizozemska			
	Regija I		Regija II	
	USAc/kWh	S Din/kWh	USAc/kWh	S Din/kWh
1. Domaćinstvo:				
A — malo	4,14	51,75	4,70	58,75
B — srednje	2,76	34,50	3,04	38,00
C — veliko	1,80	22,50	1,93	24,13
2. Poljoprivredna gospodarstva	2,49	31,13	2,49	31,13
3. Obrt (zanatstvo)	3,59	44,88	3,04	38,00
4. Trgovina	4,14	51,75	4,14	51,75

Regija I: Nord Holland, Zuid Holland (Sjeverna i Južna Holandija), Utrecht.
Regija II: Ostale provincije Nizozemske.

Prosječne cijene električne energije domaćinstava, poljoprivrednih gospodarstava, obrta i trgovine Francuske

Tablica 13/4

Nazivi regija	Domaćinstva			Poljoprivredna gospodar.	Obrt	Trgovina
	mala	srednja	velika			
Pariz						
USAc/kWh	4,98	3,17	2,48	—	4,28	5.59
SDin/kWh	62,25	39,63	28,00	—	53,50	69,88
Nancy						
USAc/kWh	5,01	3,51	2,22	3,12	4,25	5,47
SDin/kWh	62,63	43,88	27,75	39,00	53,13	68,38
Toulouse						
USAc/kWh	4,31	3,32	2.33	4,18	3,90	5,48
SDin/kWh	53,88	41,50	29,13	52,25	48,75	68,50
Rennes						
USAc/kWh	5,32	4,28	2,94	3,57	4,36	5,51
SDin/kWh	66,50	53,50	36,75	44,63	54,50	68,88

Prosječne cijene promatranih potrošača električne energije razlikuju se i po regijama SR Njemačke. Npr.:

Domaćinstvo:

A — malo — najmanju cijenu ima Baden-Würtemberg: SDin/kWh 61,88, a najveću Niedersachsen: SDin/kWh 75,88

Prosječne cijene električne energije domaćinstava, poljoprivrednih gospodarstava, obrta i trgovine Italije i Luksemburga

Tablica 13/2

Grupe potrošača	Italija				Luksemburg	
	Veliki gradovi		Ostalo područje			
	USAc/kWh	S Din/kWh	USAc/kWh	S Din/kWh	USAc/kWh	S Din/kWh
1. Domaćinstvo:						
A — malo	4,80	60,00	5,76	72,00	8,63	107,88
B — srednje	3,78	47,25	4,16	52,00	4,29	53,63
C — veliko	2,78	34,75	2,88	36,00	3,21	40,13
2. Poljoprivredna gospodarstva	—	—	2,86	35,75	3,58	44,75
3. Obrt (zanatstvo)	4,32	54,00	4,12	51,50	4,60	57,50
4. Trgovina	4,54	56,75	4,93	61,63	—	—

Italija — Veliki gradovi: Rim, Milano, Genova, Torino, Napulj

B — srednje — najmanju cijenu ima Baden-Würtemberg: S/Din/kWh 43,13, a najveću Schleswig-Holstein: SDin/49,75

C — veliko — najmanju cijenu ima Nordrhein-Westfalen: SDin/kWh 28,50, a najveću Bayern: SDin/kWh 35,00.

Poljoprivredna gospodarstva:

— najmanju cijenu ima Rheinland-Pfalz/Saar: SDin/kWh 30,38, a najveću 37,88 SDin/kWh Bayern

Obrt (zanat):

— najmanju cijenu ima Niedersachsen: SDin/kWh 87,25 a najveću Hamburg: SDin/kWh 117,88

Trgovina:

— najmanju cijenu ima Bremen: SDin/kWh 56,00 a najveću Bayern: SDin/kWh 74,75.

Raspon između prosječnih cijena električne energije potrošača industrije, s opterećenjem od 1.000 kW, i prosječnih cijena promatranih potrošača na mreži niskog napona, nije kod svih elektroprivreda jednak, što ukazuje i na stanovitu diskriminaciju u tarifiranju.

Na primjer:

Omjer raspona prosječnih cijena:

	Industrija		Domaćinstvo		
	1.000 kW		malo	srednje	veliko
Luksemburg	1	:	4,93	2,45	1,83
Belgija	1	:	3.39	2,63	1,49
Italija	1	:	2,87	2,26	1,66
			do 3.45	do 2,49	do 1,72
SR Njemačka	1	:	2,84	1.75	1,25
Francuska	1	:	2,78	2,04	1,44
			do 3,43	do 2,76	do 1,90
Nizozemska	1	:	2,69	1,79	1,17
			do 3,05	do 1,97	do 1,25
			Trgovina		
SR Njemačka	1	:	3,98		
Francuska	1	:	3,53	do 3,61	
Belgija	1	:	3,07		
Italija	1	:	2,72	do 2,95	
Nizozemska	1	:	2,69		

Manji rasponi prosječnih cijena su kod poljoprivrednih domaćinstava. Kreću se od 1 : 1,42 (SR Njemačka) do 1 : 2,04 (Luksemburg). Najravnomjerniji raspon je kod obrta (zanatstva). Kod svih promatranih elektroprivreda kreće se u omjeru 1 : 2,3 do 2,6.

Budući da se ne raspolaže s takvim podacima drugih elektroprivreda (izvan EEZ) na osnovu kojih bi se mogao sastaviti sistematizirani pregled usporedivih prosječnih cijena električne energije promatranih grupa potrošača, to se usporedba, s još više cijena drugih elektroprivreda, nije mogla dati. Međutim, podaci o cijenama električne energije domaćinstva za mnogo evropskih i prekomorskih zemalja i podaci o cijenama električne energije obrta za više raznih zemalja (na osnovu ankete UNIPEDE), objavljeni su u elaboratu Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije: »*Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije*« pa se za potrebe širih razmatranja mogu tamo naći. I cijene električne energije tih zemalja, stare više godina, veće su od jugoslavenskih cijena.

5. Usporedba cijena električne energije osnovnih grupa potrošača Jugoslavije i država-članica EEZ

Prosječne ostvarene cijene električne energije osnovnih grupa potrošača javne elektroprivrede Jugoslavije iz 1966. godine, nisu za sve vrste potrošnje sistematizirane po istoj shemi, kao cijene električne energije na području EEZ. Za takav rad treba mnogo truda i više ljudi. Međutim, disparitet jugoslavenskih i drugih cijena električne energije za osnovne grupe potrošača, moći će se ocijeniti i na osnovu raspoloživih jugoslavenskih cijena.

A. Industrijski potrošači Jugoslavije

1. Direktni potrošači na prenosnoj mreži

Prosječne cijene električne energije po grupama tzv. direktnih potrošača, ostvarene su 1966. godine ovako:

— Željezare:		
na 110 kV naponu	SDin/kWh	8,34
na 35 kV naponu	SDin/kWh	9,22
— Dušik, karbid i ostalo:		
na 110 kV naponu	SDin/kWh	6,18
na 35 kV naponu	SDin/kWh	8,33
— Ferolegure i aluminij:		
na 110 kV naponu	SDin/kWh	7,82
na 35 kV naponu	SDin/kWh	6,44
— Ugljenokopi i ostalo:		
na 35 kV naponu	SDin/kWh	10,17
Ukupno direktni potrošači	SDin/kWh	7,08

Teško je ovakve prosječne cijene električne energije usporediti s bilo kojim od izloženih prosječnih cijena na području država-članica EEZ. Ako bi ih usporedili s najmanjim prosječnim cijenama za opterećenje od 10.000 kW (Francuska 12,88; Nizozemska 14,13; Belgija 15,75; Italija 15,88; SR Njemačka 16,00 SDin/kWh), ili s cijenama po privrednim granama SR Njemačke (crna metalurgija 19,69; kemijska industrija 20,31 SDin/kWh), disparitet između navedenih jugoslavenskih i inozemnih cijena kretao bi se u omjeru od 1 : 1,6 do 2,0. Pri tome, inozemne promatrane cijene predstavljaju tzv. neto proizvodne cijene, koje su za potrošače uvećane spomenutim porezima. Osim toga, te inozemne cijene su važile 1960. godine i danas su veće. Omjer dispariteta u odnosu na te cijene treba uzeti s rezervom, jer na taj omjer može znatno utjecati nejednaka struktura potro-

šnje i specijalni režim rada nekih velepotrošača. Nedvojbeno je, međutim, da su jugoslavenske cijene navedenih potrošača zaostale za međunarodnim tržnim cijenama te energije.

2. *Potrošači na mreži visokog napona elektrodistributivnih poduzeća*

Da bi se cijene električne energije za industrijske potrošače na mreži visokog napona elektrodistributivnih poduzeća Jugoslavije mogle usporediti s prikazanim inozemnim cijenama, treba ih svesti na iste kategorije reprezentacije. U tu svrhu poslužila je tarifa regije Zagreb.

Komparativne prosječne cijene električne energije proračunate su na osnovu važećih tarifnih stavova ovako:

— tarifni stavovi za angažiranu snagu i potrošnju energije:
  4 mjeseca viša sezona,
  8 mjeseci niža sezona;
— tarifni stavovi za dobe dana:
  70 % energije po većim (dnevnim) tarifnim stavovima,
  30 % energije po manjim (noćnim) tarifnim stavovima;
— cosφ 0,90.

Tarifni stavovi za snagu ne opadaju s povećanjem angažirane snage, kao kod promatranih inozemnih elektroprivreda. Na degresiju naše prosječne cijene utječe samo povećanje satnog iskorištenja. Degresija tarifnih stavova za snagu, zavisno od povećanja angažirane snage, je vid tarifne politike.

Komparativne prosječne cijene proračunate su za mjesta preuzimanja na 10 i 35 kV naponu i za satna iskorištenja od 1.900, 4.300 i 6.600 sati godišnje (A — jedna radna smjena, B — dvije radne smjene i C — tri radne smjene). Za sve promatrane klase angažirane snage (125, 500, 1.000, 3.000 i 10.000 kW) prosječne komparativne cijene su iste, jer kako je već spomenuto, nema degresije tarifnih stavova za snagu, srazmjerno povećanju angažirane snage. Podatke prikazuje tablica 14.

Komparativne prosječne cijene električne energije za područje Zagreba po tarifnim stavovima za 1966.

Tablica 14.

Opterećenje	Satno iskorištenje angažirane snage godišnje	10 kV		35 kV	
		S Din/kWh	Stupanj degresije	S Din/kWh	Stupanj degresije
Za sve klase angažirane snage	A – 1.900 sati	26,36	100	24,50	100
	B – 4.300 sati	20,59	78	17,35	71
	C – 6.600 sati	17,83	68	15,05	61

Degresija prosječne cijene električne energije za povećanje iskorištenja angažirane snage od 1.900 na 6.600 sati godišnje iznosi na 10 kV naponu 32 % a na 35 kV naponu 39 %.

Ako se naše prosječne cijene električne energije po tarifnim stavovima za 1966. godinu usporede s prosječnim ažuriranim cijenama (faktor 1,1) promatranih elektroprivreda iz 1960. za srednje opterećenje od 1.000 kW, onda su za slučaj godišnjeg iskorištenja od 1.900 sati (jedna radna smjena), inozemne cijene veće od naših cijena na 10 kV naponu za 1,1 (Nizozemska) do 1,4 puta (SR Njemačka). Jedino su cijene elektroprivrede Francuske manje za 2%. Ako se za bazu uzmu naše prosječne cijene na 35 kV naponu, za isto iskorištenje snage od 1.900 sati godišnje, onda su sve inozemne cijene veće za 1,04 (Francuska) do 1,5 puta (SR Njemačka). Zaostajanje naših za inozemnim cijenama s manjim je varijacijama isto i za iskorištenja od 4.300 i 6.600 sati godišnje. Ako se naše komparativne cijene za 10 i 35 kV napon ponderiraju, i usporede s prosječnim cijenama ugovornih potrošača pojedinih poduzeća po regijama SR Njemačke, razlike su u mnogo slučajeva još veće.

Ostvarena godišnja prosječna cijena električne energije za ostvarene energetske karakteristike potrošača 1966. godine na području Zagreba, odstupaju od prosječnih cijena reprezentacije, zavisno od veličine angažirane snage, satnog iskorištenja, sezone i dobe dana, kao i od cosφ. Podatke prikazuje tablica 15.

Ostvarene prosječne cijene električne energije nekih potrošača na području Zagreba 1966. godine

Tablica 15

Godišnja potrošnja MWh	Maksimalno opterećenje kW	Godišnje iskorištenje sati	Prosječna cijena S Din/kWh	Napon
143	720	199	37,96	10 kV
94	120	788	37,40	10 kV
134	78	1.720	29,29	10 kV
2.676	530	5.049	20,66	10 kW
916	228	4.017	18,43	10 kV
11.183	1.843	6.068	16,05	10 kV
13.052	3.000	4.351	14,90	10 kV
1.479	1.320	1.240	18,86	35 kV
10.180	3.840	2.651	17,10	35 kV
8.948	2.340	3.824	15,11	35 kV
16.166	4.992	3.239	14,15	35 kV
43.148	9.312	4.634	13,39	35 kV

Podaci tablice 15 jasno pokazuju koliko utječe režim rada potrošača na prosječnu cijenu električne energije. Potrošači koji vrlo malo sati godišnje koriste veliku snagu, imaju i veću prosječnu cijenu električne energije. I obrnuto, veliko satno iskorištenje relativno male snage, ima manju cijenu električne energije. Koliku degresiju prosječne cijene omogućuje tarifa na području Zagreba, prikazuju komparativne cijene reprezentacije.

B. Domaćinstvo i ostali potrošači Jugoslavije na mreži 0,4 kV napona

Za usporedbu s promatranim inozemnim cijenama električne energije domaćinstva, poljoprivrednih gospodarstava, obrta i trgovine, uzet će se ostvarene prosječne cijene električne energije iz 1966. godine cijelog područja Jugoslavije po grupama potrošača kako se vode za potrošnju na mreži 0,4 kV napona.

1. Domaćinstvo

Prema podacima Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije, ostvarena ukupna prosječna cijena električne energije za potrošače domaćinstva u 1966. godini iznosi 21,12 SDin/kWh. Ova jugoslavenska prosječna cijena je manja od bilo koje inozemne prosječne cijene iz 1960. godine za veliko, srednje ili malo domaćinstvo.

Ako se jugoslavenska prosječna cijena domaćinstva usporedi s ažuriranim (faktor 1,1) prosječnim cijenama promatranih drugih elektroprivreda za grupu *»srednje domaćinstvo«*, onda su te inozemne prosječne cijene veće od jugoslavenskog prosjeka cijene svih domaćinstava i to u: Belgiji za 3,07; SR Njemačkoj za 2,28; Italiji za 2,46 (gradovi) do 2,7 (ostala područja); Luksemburgu za 2,8; Nizozemskoj za 1,8 do 1,98 i Francuskoj za 2,06 do 2,78 puta.

Domaćinstva Jugoslavije utrošila su 1966. godine oko 3,3 milijarde kWh električne energije ili 25 % ukupne potrošnje na mreži javne elektroprivrede. Udio domaćinstava u ukupnoj potrošnji električne energije na mreži elektrodistributivnih poduzeća Jugoslavije iznosi 34,6 %. Razumljivo je, da s toliko depreciranim cijenama električne energije za potrošače domaćinstava, pa i industrije i ostalih potrošača, mora zaostajati prosječna cijena realizacije za cijenom reprodukcije elektroprivrede.

2. Ostali potrošači na mreži 0,4 kV napona

Ostvarena jugoslavenska prosječna cijena električne energije ostalih potrošača na mreži 0,4 kV napona iznosi 1966. godine 35,89 SDin/kWh. Ova cijena je, manje više, jednaka prosječnoj cijeni poljoprivrednih gospodarstva iz 1960. godine kod većine promatranih inozemnih elektroprivreda. Međutim, daleko je manja od bilo koje inozemne cijene iz 1960. godine za potrošače obrta (zanatstva) i trgovine.

6. Utjecajni faktori veličine cijene električne energije

Prilikom uspoređivanja prosječnih cijena električne energije pojedinih elektroprivreda, treba uvažiti i faktore koji utječu na veličinu cijene.

Jedan od osnovnih utjecajnih faktora je odnos proizvodnje hidro- i termoelektrana, te efikasnost njihovih kapaciteta. Elektroprivrede s većim udjelom hidroelektrana u proizvodnji električne energije, trebale bi imati manju prosječnu cijenu proizvodnje, ukoliko neki drugi utjecajni faktori ne djeluju u većoj mjeri negativno.

Po udjelu hidroelektrana u strukturi proizvodnje električne energije, Jugoslavija je iza Francuske i Italije zajedno (obje elektroprivrede su nacionalizirane). Prema tome, prosječna cijena električne energije Jugoslavije — promatrana samo s tog aspekta — trebala bi biti veća. Međutim, ona je daleko manja.

Troškovi izgradnje, stupanj tehničkog sastava i efikasnost elektrana, također utječu na veličinu cijene električne energije. Nadalje, bržom reprodukcijom postrojenja, pomlađuje se njihova starosna struktura i snizuju troškovi proizvodnje. Troškovi uzdržavanja, razlika troškova energetskog goriva i ostali pogonski troškovi često su veći od mase ubrzane amortizacije.

Novije termoelektrane većih snaga, naročito s većim snagama agregata, imaju manje specifične investicije po kW instalirane snage i manji specifični utrošak topline (kcal/kWh), pa s tim u vezi i manje troškove sredstava rada i kapitala i manje troškove energetskog goriva. Elektrane s jedinicama velikih snaga trebaju relativno manji broj radnika po instaliranom kW i manje bruto troškova radne snage.

Specifične investicije termoelektrana promatranih elektroprivreda kreću se od 100 do 150 USA dolara po kW, kako slijedi:

Belgija

Za termoelektranu na ugljen ili mješovito loženje, snage 250 MW s agregatima od po 125 MW, specifične investicije iznose 150 USA dolara po kW, a za termoelektrane na loživo ulje snage 125 MW, 130 USA dolara po kW.

Na termoelektrane izgrađene do 1950. godine otpada 39 %, do 1955. godine 22,1 % a do 1960. godine 38,9 % ukupnih termosnaga. Prosječna cijena energetskih goriva ostvarena je 1960. godine s 0,18 USA centa za 1000 kcal franko rudnik odnosno 0,2 USA centa za 1000 kcal pripremljenih.

75 % proizvodnje termoelektrana daju termojedinice stare manje od 10 godina a samo 9 % proizvodnje termojedinice starije od 20 godina.

SR Njemačka

Za termoelektrane na ugljen snage 300 do 400 MW s jedinicama od 100 do 150 MW, specifične investicije iznose 125 do 145 USA dolara po kW. U ovim troškovima nisu uključene investicije priključnih postrojenja na mrežu prenosa.

Na termoelektrane izgrađene do 1950. godine otpada 40 %, do 1954. godine 27 %, a do 1960. godine 33 % ukupnih termosnaga. Cijena ugljena iz Ruhra, franko elektrana za neke velike gradove, kreće se od 0,24 (Hamburg, Frankfurt) do 0,28 USA centa za 1000 kcal (München), dok cijene lignita u termoelektranama na rudniku iznose oko 0,1 USA centa za 1000 kcal.

Francuska[6]

Za termoelektrane na ugljen snage 500 MW s jedinicama od po 250 MW, specifične investicije iznose 150 USA dolara po kW, a za termoelektrane na ugljen snage 500 MW s jedinicama od po 125 MW, 155 USA dolara po kW. Kod termoelektrana na loživo ulje s uređajima za višemjesečno uskladištenje goriva, te su vrijednosti za 11 % manje, a kod termoelektrana na zemni plin, manje su čak za 17 %. Kod termoelektrana s mješovitim loženjem (loživo ulje i zemni plin), vrijednosti specifičnih investicija veće su za 9,5%.

[6] Electricité de France — Coût de reference: 1. IV 1961.

Na termoelektrane izgrađene do 1950. godine otpada 26 %, do 1954. godine 25 % a do 1960. godine 49 % ukupnih termosnaga. Prema IV Planu EdF, satno iskorištenje termoelektrana predviđeno je ovako:

termoelektrane stare od 1 do 5 godina prosječno 5.600 sati, od 6 do 10 godina 4.500 sati, od 11 do 15 godina 2.800 sati, od 16 do 20 godina 1.300 sati i od 21 do 25 godina samo 450 sati.

Cijene ugljena iz 1962. godine kreću se od 0,19 do 0,206 USA centa za 1000 kcal gornje kalorijske vrijednosti. Cijena ugljena iz USA iznosi 0,194 centa za 1000 kcal. Cijene loživog ulja kreću se od 0,211 do 0,3 USA centa za 1000 kcal.

Italija

Za termoelektrane na loživo ulje s jedinicama snage 300 MW, specifične investicije iznose 100 USA dolara po kW, a za termojedinice od 125 MW s mješovitim loženjem, 150 USA dolara po kW.

Italija ima najpovoljniju starosnu strukturu termoelektrana. Na termoelektrane (uključivo i one na loživo ulje i plin) izgrađene do 1955. godine otpada 46 %, do 1959. godine 16,6 % a do 1961. godine 37,4 % ukupnih termosnaga.

Cijene ugljena za elektrane u blizini obale sjevernog dijela Italije, iznose 0,19 USA centa za 1000 kcal (gornje kalorijske vrijednosti), a cijene loživog ulja 0,2 USA centa. U južnom dijelu Italije cijene goriva su veće za 7 do 8 %.

Specifične investicije svih termoelektrana Jugoslavije na dan 31. XII 1965. godine[7] (prema revaloriziranim vrijednostima) iznose 180 USA dolara po kW. Na ovu vrijednost utječu: realnost revalorizacije i starosna struktura termoelektrana. Prema planu novih investicija u termoelektrane do 1970, 1975. i 1980. godine, specifične vrijednosti ovih investicija po kW instalirane snage opadaju iz perioda u period.

Specifični utrošak topline po kWh proizvodnje termoelektrana prikazuju podaci tablice 16.

Pregled specifičnog potroška topline u termoelektranama javne elektroprivrede država-članica EEZ

Tablica 16

Države-članice EEZ	kcal/kWh/neto		
	1958	1959	1960
Belgija	3.335	3.215	2.995
SR Njemačka	3.360	3.260	3.140
Francuska	2.780	2.600	2.540
Italija	3.080	2.890	2.800
Nizozemska	3.150	3.100	3.035

Izvor podataka: Statistički ured EEZ

Nasuprot tome, specifični potrošak topline u termoelektranama javne elektroprivrede Jugoslavije iznosio je 1962. godine 3.558 kcal/kWh, 1963. godine 3.459 kcal/kWh, 1964. godine 3.494 kcal/kWh, 1965. godine 3.562 kcal/kWh i 1966. godine 3.466 kcal/kWh. U odnosu na specifični potrošak topline iz 1960. godine u termoelektranama promatranih inozemnih elektroprivreda (koji, kao što je iz gornjih podataka vidljivo, konstantno opadaju), specifični potrošak topline elektroprivrede Jugoslavije iz 1966. godine veći je od potroška Belgije za 1,16 puta, SR Njemačke za 1,1 puta, Francuske za 1,36 puta, Italije za 1,24 puta i Nizozemske za 1,14 puta.

Elektroprivrede s većim udjelom hidroelektrana u proizvodnji električne energije (Francuska, Italija) imaju najmanji specifični potrošak topline po kWh, jer se za dopunsku proizvodnju termoenergije stavljaju u pogon samo najekonomičnije termoelektrane.

Veći specifični potrošak topline po kWh termoproizvodnje u Belgiji i SR Njemačkoj posljedica je relativno manjeg udjela termojedinica od 100 i više MW. Udio takvih većih termojedinica iznosio je 1960. godine u SR Njemačkoj 27 %, Belgiji 20 % i Nizozemskoj 3 %, dok je u Francuskoj iznosio 65 %. Osim toga SR Njemačka sagorjeva u svojim termoelektranama vrlo velike količine lignita. Specifični potrošak topline na bazi lignita nije — radi lošijeg kvaliteta tog goriva — usporediv sa specifičnim potroškom topline na bazi kamenog ugljena.

Na veličinu cijene električne energije utječe i politika amortizacije: period amortizacije (fizički ili ekonomski radni vijek), metoda amortizacije (linearno, degresivno, progresivno) i realnost vrijednosti koja se amortizira. Kod elektroprivreda promatranih zemalja u izuzetnim se slučajevima primjenjuje fiskalna (granična) stopa amortizacije u prosjeku od 8,3 %, što odgovara graničnom periodu amortizacije od 12 godina. To znači da se masa ukalkulirane amortizacije do te granice ne smatra dobitkom i ne podliježe oporezivanju. Na ukalkuliranu masu preko te granice plaća se porez na dobitak. Prosječni period amortizacije iznosi kod elektroprivrede Belgije 20, SR Njemačke 17, Francuske 30, Italije 20 i Nizozemske 15 godina. S time u vezi različite su godišnje stope i ukalkulirana masa amortizacije, što s odgovarajućom veličinom utječe na razlike promatranih prosječnih cijena električne energije.

Elektroprivreda Jugoslavije amortizira svoja sredstva rada po stopi koja odgovara fizičkom radnom vijeku. Pri tome, vrijednost osnovice zaostaje uvijek za dnevnim cijenama. I ta okolnost utječe na depresiju cijene električne energije, na volumen i kvalitet zamjene postrojenja i na veličinu vlastitih sredstava. Prosječni period amortizacije iznosi za hidroelektrane 32, termoelektrane 21 i mrežu razvoda i distribucije 20 godina.

Udio troškova radne snage u ukupnim troškovima promatranih elektroprivreda vrlo je različit i teško usporediv, jer ne postoje odgovarajuće analize. Kod elektroprivrede SR Njemačke na troškove radne snage otpada 14 % a kod elektroprivrede Francuske 23 %.

Udio troškova radne snage u strukturi ukupnog prihoda elektroprivrede Jugoslavije — po depreciranim prodajnim cijenama električne energije — je mali. Bio bi još manji da je ukupni prihod rea-

[7] Institut za elektroprivredu, Zagreb: »*Struktura investicija po fazama prerade energije za instalirani MW u elektranama*« — 1967.

liziran po realnim paritetnim cijenama električne energije. Na primjer, kod djelatnosti razvoda i distribucije električne energije, neto osobni dohoci sudjeluju s 8,3% u ukupnom prihodu 1965. godine. Te godine, električna energija je samo nekoliko zadnjih mjeseci obračunavana po novim većim cijenama.

Na veličinu cijene električne energije utječe i njega postrojenja, investiciono uzdržavanje i ostali pogonski troškovi, od kojih zavisi kvalitet rada elektroenergetskih postrojenja. Grupa ovih troškova je veća kod starijih postrojenja pa veličina tih troškova zavisi od starosne strukture sredstava rada.

Osim strukture proizvodnje (hidro-termo) na veličinu cijene utječe i struktura ukupnih sredstava rada elektroprivrede: elektrane, mreža prenosa, razvoda i distribucije. Na troškove elektrana promatranih elektroprivreda otpada 40 do 50 % ukupnih troškova, a na troškove transporta električne energije (prenos, razvod, distribucija i predaja) od 50 do 60 %.

U strukturi troškova djelatnosti razvoda i distribucije Jugoslavije, na troškove nabavljene električne energije otpada 54,4 %.

Na veličinu troškova prenosa utječe udaljenost između elektrana i konzumnih područja a na veličinu troškova razvoda, distribucije i predaje utječu: gustoća naseljenosti, rastepenost pojedinih naselja i topografske prilike, intenzitet transformacije i struktura potrošnje. Troškovi ovih osnovnih djelatnosti elektroprivrede zavise naravno i od tehničkog sastava i starosne strukture sredstava rada.

Kod većeg udjela hidro- i nuklearnih elektrana manji će biti udio sredstava rada transporta energije u strukturi ukupnih sredstava elektroprivrede, a i manji udio u strukturi troškova. Kod većeg udjela stare mreže u strukturi ukupnih sredstava elektroprivrede, veći će biti i udio troškova transporta u ukupnim troškovima. Promjena strukture sredstava rada u ekonomskom rastu, utječe i na promjenu strukture a i obujma troškova pa prema tome i na veličinu cijene električne energije.

Uzročnu vezu između tehničkog sastava i vrijednosti sredstava rada, najbolje će ilustrirati podaci elektroprivrede Italije (Lit. 11) na tablici 17 gdje su podaci 1963. i 1964. ostvareni a podaci za 1965. do 1970. su planirani.

Struktura novih investicija elektroprivrede Italije

Tablica 17

Godine	Hidro-elektrane	Termo-elektrane	Ukupno proizvodnja	Prenos	Razvod i distribucija	Ukupno transport
1963	21,7%	28,4%	50,1%	15,0%	34,9%	49,9%
1964	17,3%	28,0%	45,3%	15,5%	39,2%	54,7%
1965	15,7%	28,7%	44,4%	14,0%	41,6%	55,6%
1966	12,8%	31,8%	44,6%	13,9%	41,5%	55,4%
1967	14,0%	33,6%	47,6%	14,3%	38,1%	52,4%
1968	13,9%	33,3%	47,2%	13,4%	39,4%	52,8%
1969	14,0%	40,2%	54,2%	10,4%	35,4%	45,8%
1970	10,6%	45,3%	55,9%	9,8%	34,3%	44,1%

Na strukturu novih investicija utječe stupanj elektrificiranosti zemlje a i zaostale investicije uskih grla. Elektroprivrede u procesu elektrifikacije svojih područja imaju nužno i veći udio razvoda i distribucije u strukturi ukupnih investicija.

Elektrane i mreža prenosa Jugoslavije imaju povoljniju starosnu strukturu sredstava rada od djelatnosti razvoda i distribucije, pa s tim u vezi i objektivno manje troškove. Osim toga, s obzirom na zaostale investicije i na proces šire elektrifikacije, udio novih investicija djelatnosti razvoda i distribucije za toliko je veći u ukupnim investicijama elektroprivrede.

Na promatrane prosječne cijene električne energije različito utječu troškovi kapitala. Oni zavise od kondicija i strukture uloženih sredstava. Struktura financijskih sredstava (vlastita, tuđa), rokovi otplata zajmova i kamati, različiti su u promatranim elektroprivredama:

Belgija

Dok je 94 % elektrana u privatnim rukama, a samo 6 % u javnim — 41 % sredstava rada električne mreže je u privatnom, 19 % u javnom i 40 % u mješovitom vlasništvu.

U razdoblju od 1958. do 1961. godine, nove investicije elektroprivrede financirane su (prema podacima 7 najvećih poduzeća na koja otpada polovica ukupne energije) emisijom novih akcija 56 %, dugoročnim zajmovima 29 % i vlastitim sredstvima (amortizacija, dobitak) 15 %. Prosječna kamatna stopa za zajmove od 10 do 15 godina iznosila je 6 % a u nekim slučajevima i 7 %. Kamatna stopa komunalnih kredita iznosila je 5,5 %.

SR Njemačka

Na javna savezna, pokrajinska i komunalna elektroprivredna poduzeća (najmanje 95 % kapitala u javnim rukama) otpada 52 % ukupne isporuke električne energije na mreži javne elektroprivrede, na mješovita poduzeća (ispod 95 a preko 50 % kapitala u javnim rukama) 45 % a na privatna poduzeća (preko 50 % privatnog kapitala) samo 3 %.

Nove investicije elektroprivrede financirane su sredstvima povećanja kapitala (nova emisija akcija ili dr.) 32 %, dugoročnim zajmovima 46 % i vlastitim sredstvima (amortizacije, dobitak, fondovi) 22 %. Ako se uzme u obzir struktura financiranja novih investicija ukupne elektroprivrede (zajedno s industrijskim elektranama) onda na vlastita sredstva otpada 40 %. Kamatna stopa se stabilizirala na 6 %. Ranijih godina bila je veća. Npr. 1956. iznosila je čak 9 %.

Francuska

Veći dio sredstava rada elektroprivrede Francuske nacionaliziran je 8. aprila 1946. godine. Nisu nacionalizirani: Compagnie Nationale du Rhone i neka regionalna poduzeća, koja sada, zajedno s Edf vrše funkciju javne opskrbe električnom energijom. Izvan EdF djeluju neka pokrajinska i

općinska elektroprivredna poduzeća, koja također nisu nacionalizirana.

Nacionalizacijom elektroprivrede Francuske prestalo je djelovati uhodano klasično pravilo »*trotrećinske strukture*« sredstava za financiranje investicija (prema članku d Ormesson-a, direktora financija EdF — Revue de l'Energie, 11—12/1961.), i to: jedna trećina vlastiti kapital, jedna trećina zajmovi od drugih i jedna trećina samofinanciranje realiziranim vlastitim sredstvima.

Za konsolidaciju dugova nacionalizirane elektroprivrede odobrena je 1956. godine dotacija od 3,15 milijarda NF (oko 638 milijuna USA dolara) iz Fonda za privredni i društveni razvoj (Fond Developpment Economique et Social — FDES). Nakon toga, EdF financira svoje investicije dugoročnim zajmovima i realiziranim vlastitim sredstvima (amortizacija, dobitak).

Na relativno manju prosječnu cijenu električne energije Francuske, naročito utječe veliki udio dugoročnih zajmova povoljnih uvjeta u strukturi financiranja investicija. U razdoblju od 1946. do uključivo 1960. zajmovi EdF iz Fonda za privredni i društveni razvoj iznosili su 11.538 milijuna NF (ili oko 2,34 milijarde USA dolara) uz slijedeće uvjete:

— tri prve godine (period izgradnje) ne plaćaju se anuiteti,
— rok otplate 30 godina,
— kamatna stopa 4,5 %,
— ravnomjerni anuiteti.

Osim zajmova Fonda za privredni i društveni razvoj, EdF koristi i obligacione zajmove koje realizira uglavnom od tzv. malih štediša. Za te zajmove jamči vlada Francuske. EdF ih raspisuje početkom svake godine. Rok vraćanja je 20 do 30 godina. Kamatna stopa je 5 % (ranijih godina bila je 4,5 %, 5 %, 5,5 %, 6 %). Broj obligacionara se kreće oko 2 milijuna. U financiranju investicija sudjeluju zajmovi FDES s oko 55 %, obligacioni zajmovi s oko 28 %, ostala tuđa sredstva s 3 % i vlastita sredstva sa 14 %.

Veliki udio zajmova i vrlo mali udio vlastitih sredstava u financiranju investicija, rezultat je nisko držane cijene električne energije i dovodi do povećanja indeksa zaduženosti (odnos zajmova — dulje- i srednjeročnih — i vlastitog kapitala) koji za EdF 1960. godine iznosi već 107,9.

Dakle, relativno manja prosječna cijena električne energije Francuske, u odnosu na druge članice EEZ, rezultat je intervencije FDES, a posljedica toga je veliki indeks zaduženosti.

Italija

Prije nacionalizacije elektroprivrede Italije 1962. godine, investicije su financirane akcijskim kapitalom 50 %, zajmovima 25 % i vlastitim sredstvima 25 %. Kamatna stopa zajmova kretala se između 5,5 % i 6 %. Dividende su se kretale između 5,5 i 8,5 % od nominalne vrijednosti akcija. Međutim, realne vrijednosti dividenda iznosile su, prema ocjeni Banca d Italia, samo 3 do 4 %.

Prema godišnjem izvještaju ENEL-a za 1963 godinu (Ente Nazionale per l'Energia Elettrica) u kojem se obrađuje poslovni uspjeh 70 nacionaliziranih od ukupnih 640 elektroprivrednih poduzeća (nacionalizirat će se još daljnjih 200 elektroprivrednih poduzeća), nacionalizirana elektroprivreda je za financiranje novih investicija raspisala u toku 1963. godine, preko Cassa Depositi e Prestiti, dva obligaciona zajma od 155 mlrd lira uz 5,5 % kamata.

Elektroprivreda Jugoslavije nema dovoljno sredstava za financiranje svojih investicija. Vlastita sredstva su minimalna, u okviru deprecirane cijene električne energije, a zajmova nema dovoljno. Uvjeti raspoloživih zajmova — i to samo za djelatnost proizvodnje i prenosa — mnogo su nepovoljniji od onih prije privredne reforme. Raspoloživi zajmovi se daju maksimalno na 15 godina uz najmanje 6,5 % kamata. Potrebni zajmovi za konsolidaciju zaostale opskrbne mreže i njeno proširenje u skladu s razvojem i povećanjem potrošnje električne energije, još su uvijek otvoreno pitanje.

Efikasnost osnovnih faktora proizvodnje elektroprivrede Jugoslavije, iako raste, manja je od te efikasnosti promatranih inozemnih elektroprivreda. Udio hidroelektrana u strukturi proizvodnje električne energije Jugoslavije manji je od tog udjela u elektroprivredama Francuske i Italije zajedno. Osim toga, sadašnji udio naše termoproizvodnje će se povećati, kako bi se zbog oscilacija vodotoka osigurao kontinuitet opskrbe potrošača. Razlike između naših kamata i kamata na kapital promatranih elektroprivreda manje su od razlika između efikasnosti faktora proizvodnje naše i drugih elektroprivreda.

Nema, dakle, takvih ekonomskih faktora, koji bi omogućili opisano zaostajanje cijena električne energije Jugoslavije za cijenama drugih elektroprivreda.

7. Zaključak

Realna proizvodna cijena električne energije i prodajna cijena po sadašnjoj tarifi, u velikom su raskoraku. Taj se još više širi zamrzavanjem depreciranih cijena, a time se usporava i reprodukcija elektroprivrede.

Cijenu električne energije treba urediti, a prije svega, treba se odlučiti za takvu strukturu financiranja investicija, u skladu sa stopama rasta fiksnih fondova elektroprivrede i potrošnje električne energije, koja će odgovarati datim uvjetima. Na osnovu toga i na osnovu objektivnih parametara troškova osnovnih faktora proizvodnje pojedinih djelatnosti elektroprivrede u ekonomskom rastu, proračunati se mogu cijene električne energije koje će, uz odgovarajuće angažiranje zajmova, osigurati — nakon potrebnog perioda konsolidacije — normalnu reprodukciju elektroprivrede i normalno snabdijevanje privrede i ostalih potrošača električnom energijom.

Cijene električne energije utvrđene na tim osnovama bit će znatno veće od sadašnjih cijena

i neće se moći odmah primjenjivati u cijelosti. Trebalo bi stoga ocijeniti neki optimalni prelazni period u toku kojeg bi se sadašnje cijene postupno korigirale. Istovremeno bi utvrđene realne cijene električne energije trebalo, primjenom nekog odgovarajućeg sistema, ažurno i automatski prilagođavati kretanju ostalih zavisnih cijena.

Tarifa električne energije, ako se primjenjuje na sve potrošače, trebala bi biti elastičnija ili bi trebalo sastaviti samo opću tarifu za većinu istovjetnih potrošača a ostale uvrstiti u tzv. ugovorne potrošače, raznih kategorija, s kojima bi se slobodno ugovarali posebni uvjeti i posebne cijene.

Literatura:

1. Th. Wessels, *Die Volkswirtschaftliche Bedeutung der Energiekosten* — Herausgegeben vom Energiewirtschaftlichen Institut an der Universität, Köln 1966.
2. D. Feöcze, *Bilanca cijena električne energije* — »Energija«, Zagreb 3—4/1966.
3. Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije, *Disparitet cijena električne energije* — elaborat za SIV, februar 1967.
4. D. Feöcze, *UCPTE — Udruženje za koordinaciju proizvodnje i prenosa električne energije Zapadne Evrope.* »Energija«, Zagreb 5—6/1962.
5. Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke — VDEW — c., *Strompreise für Sonderabnehmer* — 1965.
6. D. Feöcze, *Proširena reprodukcija i dugoročni plan elektroprivrede.* »Zbornik« IV Savjetovanja ekonomista elektroprivrede Jugoslavije, Sarajevo 1964.
7. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, *Statistički godišnjaci elektroprivrede Jugoslavije.*
8. D. Feöcze, *Mogućnost učešća elektroprivrede u financiranju novih investicija.* »Energija«, Zagreb 3—4/1967.
9. Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije, *Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije.* 1965.
10. Institut za elektroprivredu, *Struktura investicija po fazama prerade energije za instalirani MW u elektranama.* 1967.
11. D. Feöcze, *Elektrifikacija sela u uvjetima privredne reforme.* »Energija«, Zagreb, 5—6/1966.

Naslov pisca: Daniel Feöcze, dipl. ek. — Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

TENDENCIJE RAZVOJA PROGNOZIRANJA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

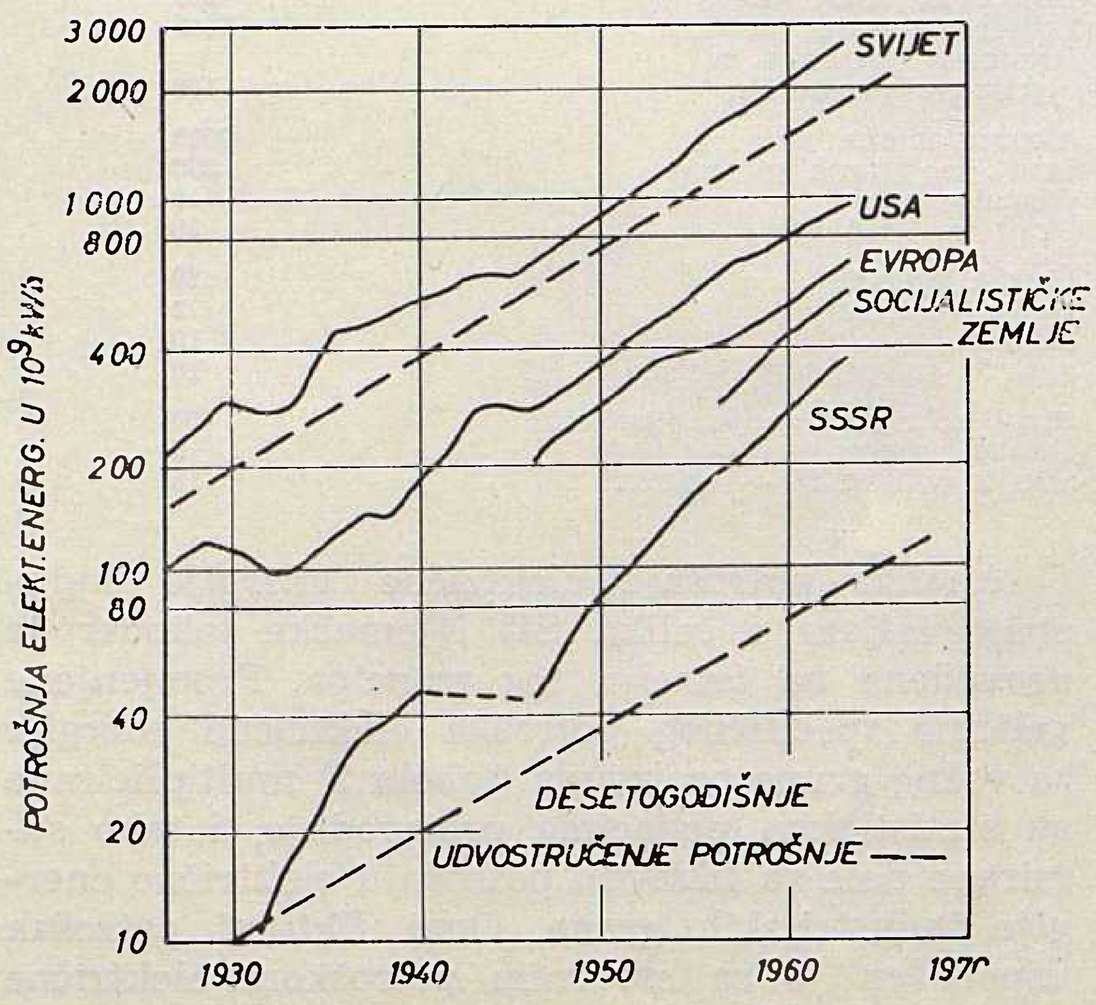
Siegfried Gehrecke, Borovo

DK 621.311.1

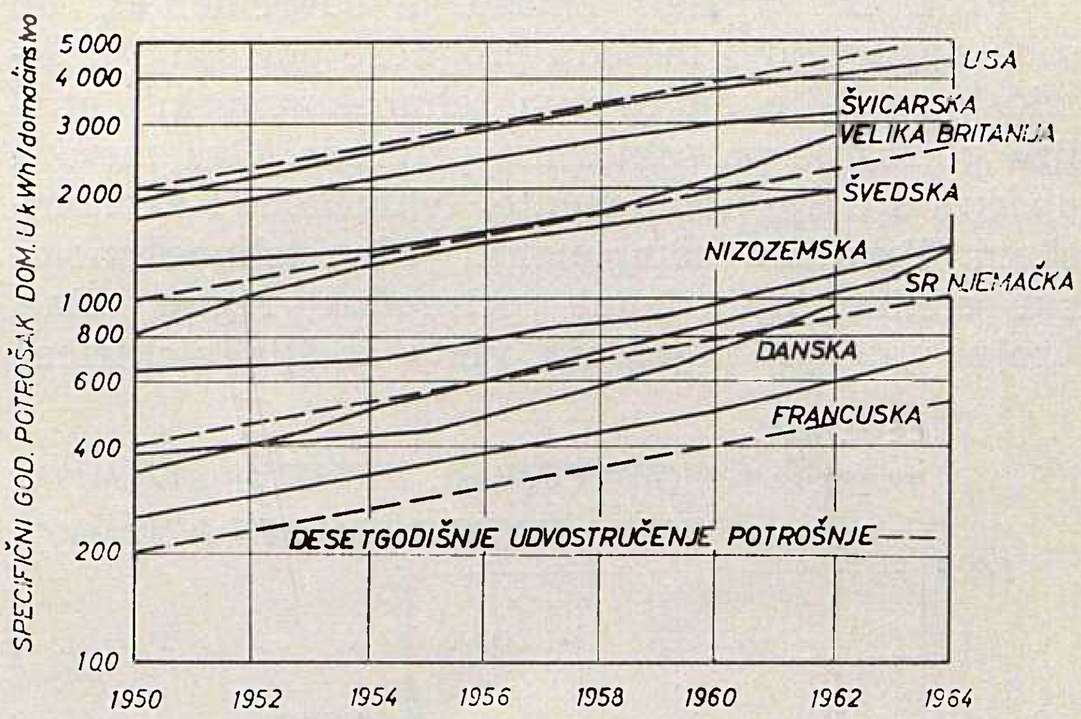
Na savjetovanju djelomičnog zasjedanja Svjetske energetske konferencije u Tokiju 1966. godine, predloženi su od strane 21 zemlje prilozi za rješenje problema prognoziranja potrošnje električne energije. Taj problem je obrađen od metodičnog postupka do opisa provedenih prognoza. Prof. Dr Wessels objavio je informaciju o rezultatima zasjedanja u Tokiju [1] u kojoj opisuje najnovije postupke prognoziranja.

1. Jednostavna ekstrapolacija

Kod prognoziranja potrošnje električne energije još uvijek je uobičajena jednostavna ekstrapolacija vremenskih radova kako je to objavljeno i u najnovijem članku Almers-a [2]. Ekstrapolacija se obično temelji na iskustvenom pravilu desetgodišnjeg udvostručenja potrošnje električne energije, kojem odgovara prosječna godišnja stopa rasta od 7,2 %. Ovo pravilo je potpuno u skladu s razvojem svjetske potrošnje električne energije u razdoblju od 1930. do 1963. kako je to vidljivo iz primjera sa slike 1. Potrošnja električne energije USA slijedi također, približno, ovaj trend dočim potrošnja socijalističkih zemalja, a napose SSSR-a raste mnogo brže. Prema Prof. Dr Wessels-u prosječna godišnja stopa rasta potrošnje električne energije u razdoblju od 1950. do 1964. u USA iznosi 7,16 %, a u SSSR-u čak 12,11 %. Stope rasta ostalih zemalja kreću se od 5,1 % do 19,3 %.



Slika 1.



Slika 2.

2. Metoda međunarodnih komparacija

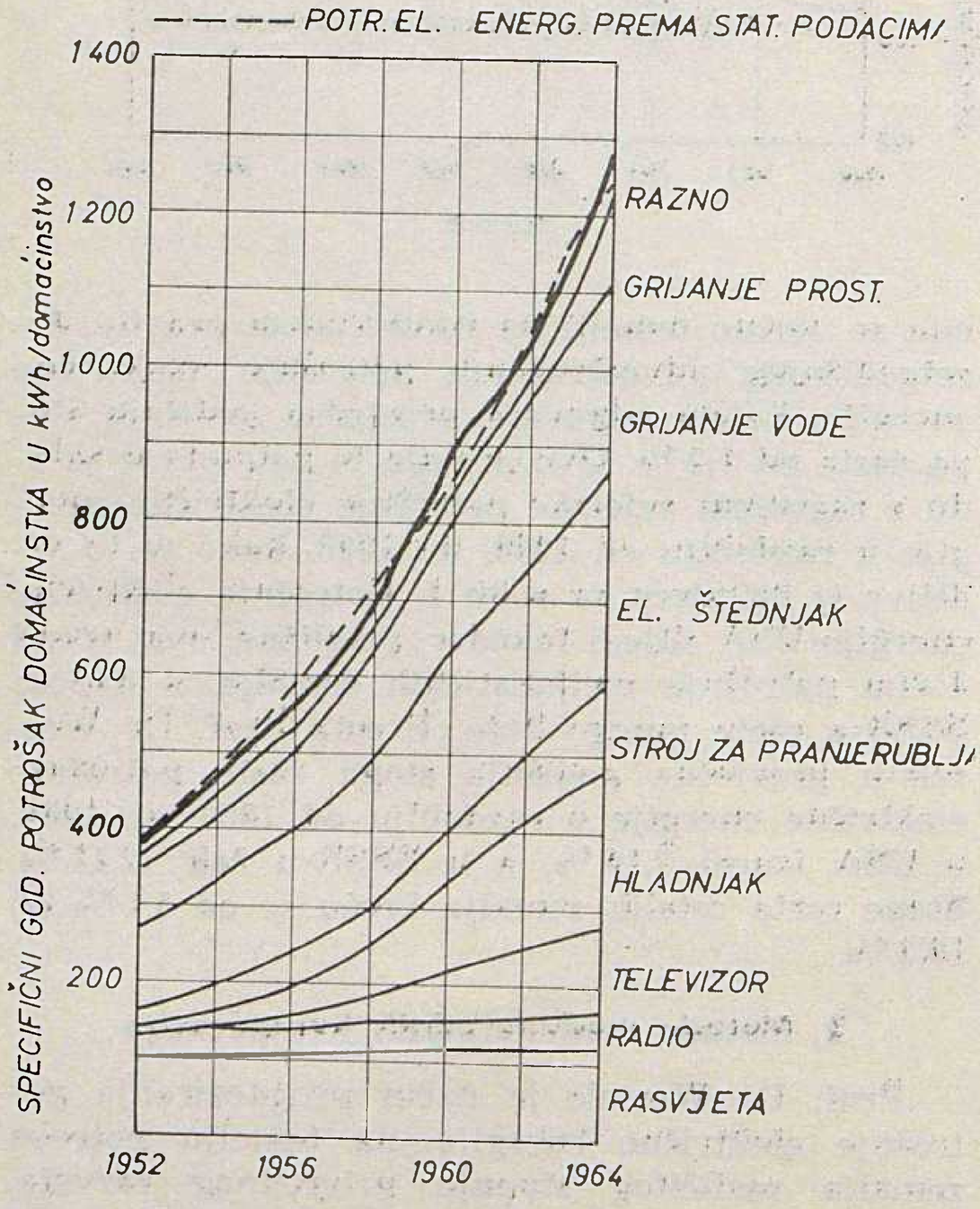
Prof. Dr Wessels je način prognoziranja potrošnje električne energije, na temelju potreba zemalja različitog stupnja privrednog razvoja, prvi ocijenio metodom prognoziranja. Ovaj se na-

čin prognoziranja potrošnje električne energije primjenjuje već dulje vremena u praksi. Polazi se od pretpostavke da postoje stanovite zakonitosti u razvoju potrošnje svih zemalja utoliko, što razvoj privredno slabije razvijenih zemalja prati, s izvjesnim zaostajanjem, trend razvoja privredno razvijenih zemalja. Prema toj hipotezi, stupanj razvoja elektroprivrede industrijski razvijenih zemalja postići će i industrijski manje razvijene zemlje u nekom budućem razdoblju.

Prof. Dr Wessels iznosi i primjer Brazilije koja svoju duljeročnu prognozu potrošnje električne energije temelji na korelaciji nacionalnog bruto produkta i neto potrošnje električne energije po stanovniku. Osim ove, izložio je i najnoviju prognozu potrošnje električne energije domaćinstava SR Njemačke do 2.000. godine, koja se osniva na potrošnji energije različito razvijenih zemalja i na specifičnom potrošku električne energije po kućanskom elektroaparatu. Na slici 2. prikazan je razvoj potrošnje električne energije raznih zemalja.

3. Tehnoekonomske analize

Prof. Dr Wessels izložio je suvremenu i do sada najsloženiju metodu prognoze potrošnje električne energije na osnovu tehnoekonomskih analiza potrošnje po sektorima privrede. Ova metoda operira s dvije komponente: tehničkom i ekonomskom. Tehničku komponentu jedne tehnoekonomske cjeline, npr. jedne privredne regije, čine, brojno stanje pojedinih vrsta trošila električne energije i trend razvoja specifičnog potroška energije tih trošila, promatrane privredne regije.



Slika 3.

Budući da se razvoj tehnike može dosta sigurno prognozirati, riziko prognozirane potrošnje ostaje na kvalitetu ocjene relevantnih ekonomskih veličina. Riziko se time, naravno, ne umanjuje ali je jasnije uočljiv pa se lakše i lokalizira.

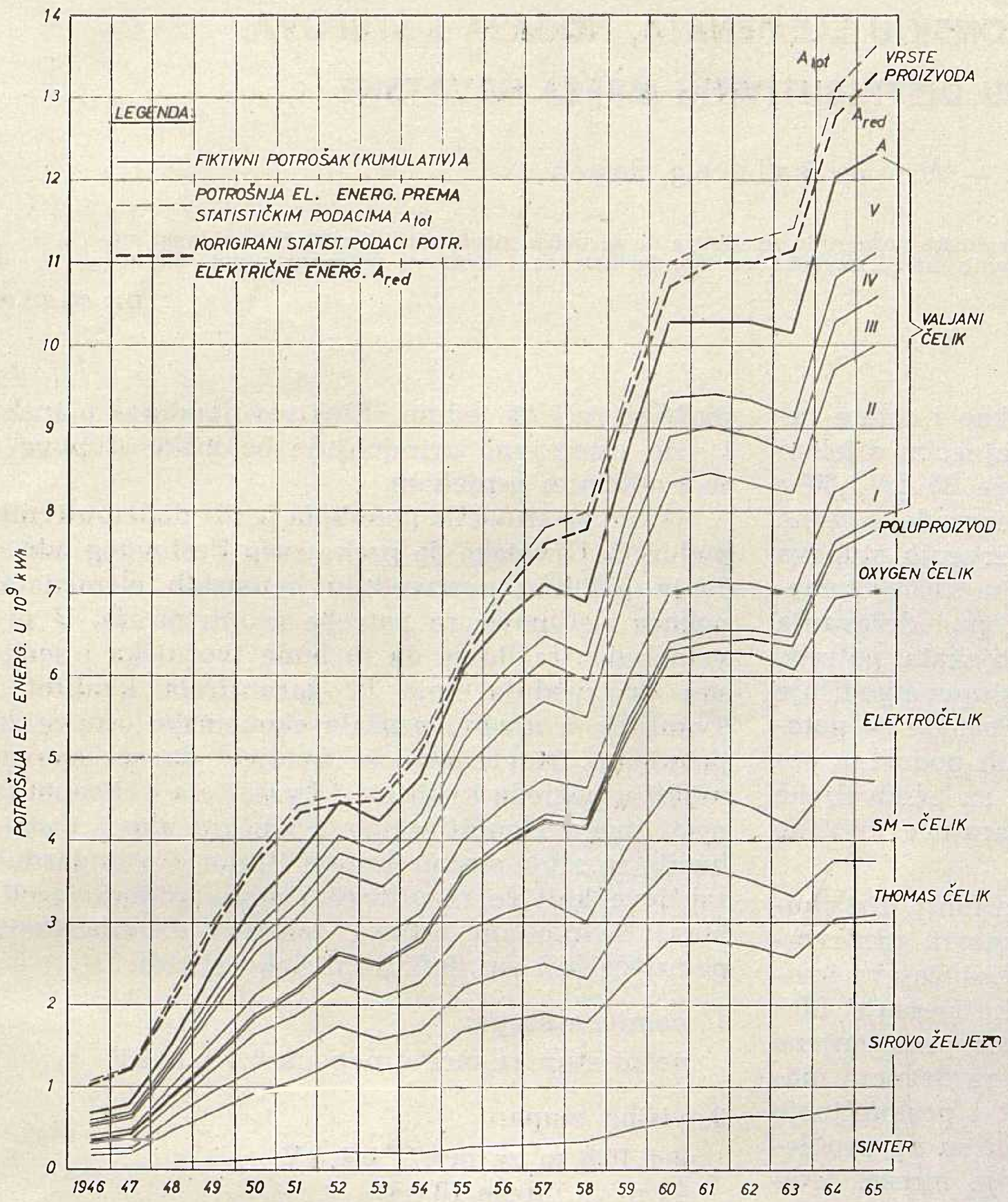
Iako je ova metoda izložena u referatima Svjetske energetske konferencije u Tokiju, ona se ne provodi konzekventno. Prognozu potrošnje po sektorima privrede, odnosno po važnijim privrednim granama, prva je provela SR Njemačka [3, 4, 5, 6] na osnovu studije Instituta za energetsku privredu Tehničke visoke škole u Karlsruhe (Forschungsstelle für Energiewirtschaft an der Technischen Hochschule). Posebno treba istaći analizu Schaefera i Göthlera o potrošnji električne energije u domaćinstvima SR Njemačke. Oni su prikazali kauzalitet između stvarne i tzv. fiktivne potrošnje domaćinstava, koja predstavlja produkt specifičnog potroška električne energije po vrstama kućanskih elektroaparata i broja tih aparata. Ta analiza za razdoblje od 1952. do 1964. prikazana grafički na slici 3, poslužila je zajedno s metodom međunarodnih komparacija, za prognozu buduće potrošnje električne energije domaćinstava SR Njemačke, pri čemu su specifični potrošak električne energije po trošilu i broju trošila posebno ekstrapolirani.

Specifični potrošak električne energije najvažnijih kućanskih trošila u SR Njemačkoj

Tablica 1

Kućansko trošilo	Godišnji potrošak u kWh/god
Rasvjeta	90—125
Radio prijemnik	60
Televizor	200
Hladnjak	300
Hladnjak za duboko smrzavanje	700
Stroj za pranje rublja	250
Centrifuga stroja za pranje rublja	20
Električni štednjak	550—600
Bojler za vodu (mali)	200
Bojler za vodu (veliki)	1000
Prenosna grijalica za grijanje prostorija	100
Akumulaciona peć	9000
Stroj za pranje posuđa	350
Glačalo	40
Stroj za glačanje	80
Usisač prašine	20
Brijaći aparat	2
Mikser	10
Aparat za prženje kruha	10
Stroj za uništavanje otpadaka	650
Grijaći jastuk	5
»Do it yourself« — aparat	15

Analiza potrošnje električne energije industrije željeza i čelika SR Njemačke također je provedena na temelju tog principa. Procijenjene veličine specifičnog potroška električne energije za važne grupe proizvoda (tabela 2) multiplicirane su statističkim podacima proizvodnje, i tako sumirane dale su fiktivnu potrošnju električne energije industrijskih grana. Ovaj fiktivni potrošak uspoređen je sa stvarnim potroškom električne energije pojedine grane industrije. Na slici 4 pri-



Slika 4.

Tablica 2

Specifični godišnji potrošak električne energije za najvažnije grupe proizvoda industrije željeza SR Njemačke

Grupa proizvoda	Specifični potrošak električne energije kWh/t
Sinter	25
Sirovo željezo	85
Thomas čelik	60
Siemens-Martin-čelik	60
Elektro čelik	720
Oxygen - čelik	110
Poluproizvod	60
Valjani čelik vrste I	105
Valjani čelik vrste II	200
Valjani čelik vrste III	160
Valjani čelik vrste IV	135
Valjani čelik vrste V	285

kazana je kumulativno fiktivna potrošnja električne energije pojedinih proizvoda, nadalje potrošnja prema službenoj statistici za promatranu granu industrije, kao i korigirani potrošak električne energije (statistički potrošak — procijenjeni potrošak kovačnice čelika).

Ne treba posebno isticati da se takav postupak može primijeniti i za analizu potrošnje električne energije pojedinih poduzeća ili pogona.

4. Zaključne napomene

Prema Prof. Dr Wessels-u sve više važnosti se pridaje sektorskim analizama, dok globalne analize cjelokupne privrede sve više gube na značenju, pa se danas uglavnom provode još samo za kontrolu drugih načina prognoziranja. Od metoda prognoziranja za sada još uvijek prevladava matematsko-statistička metoda korelacije s opće privrednim faktorima. Ali i ovu postepeno zamjenjuju metode i modeli koji su tehnički i ekonomski detaljno razrađeni, jer sve više nastoje obuhvatiti faktore uzročnike.

Literatura

[1] Wessels, Th.: *Die Problematik der Energieprognose.* BWK 19 (1967) Nr. 3
[2] Almers, H.: *Entwicklungstendenzen in der Energiewirtschaft.* VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1966.
[3] Göttler, L. L., i H. Schaefer: *Prognose des Haushaltsstromverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland:* Praktische Energiekunde 14 (1966), H. 6.
[4] Wenzel, H. L. L. Göttler, S. Gehrecke i H. Schaefer: *Strombedarfsanalyse und -prognose für den Bereich der Eisenschaffenden Industrie.* Praktische Energiekunde 14 (1966), H. 4.
[5] Gehrecke, S., G. Layer i L. Kritter: *Methoden und Ergebnisse der Stromverbrauchsanalyse für die Holzschliff, Zellstoff, Papier und Pappe erzeugende Industrie von 1929 bis 1964.* Das Papier 20 (1966), H. 6.
[6] Gehrecke, S., L. L. Göttler, G. Layer i H. Schaefer: *Analyse und Prognose des Stromverbrauchs der Holzschliff, Zellstoff, Papier und Pappe erzeugenden Industrie.* Praktische Energiekunde 14 (1966), H. 5.

Naslov pisca: Siegfried Gehrecke, dipl. teh. ek. Jugoslavenski kombinat gume i obuće Borovo, Tehničko-razvojni sektor

UVOĐENJE BETONSKIH ELEMENATA, NOGARA I STUPOVA, U GRADNJU DISTRIBUTIVNIH MREŽA HRVATSKE

Miroslav B a l l i n g, Zagreb

Poslovno udruženje distribucije Hrvatske pokrenulo je akciju da se počnu proizvoditi kvalitetni betonski stupovi i nogari za potrebe distributivnih mreža. Izvedbe su standardizirane i dani su potrebni uvjeti za proizvodnju.

DK 621.315.66

Distributivne mreže Hrvatske, kao i ostale jugoslavenske mreže, izgrađene su najvećim dijelom na drvenim stupovima: 37% mreže 35 kV, 88% mreže 10 kV i 74% mreže 0,4 kV izgrađeno je na drvenim stupovima. Ukupni broj drvenih stupova ugrađenih u mreže, danas premašuju 470.000 komada ili 160.000 m³. Uz prosječnu stopu održavanja od 13% kao i za izgradnju novih objekata, potrebe do 1970. iznose oko 60.000 komada stupova/godišnje ili cca 23.000 m³/godišnje (Lit. 2). Poznate su poteškoće u snabdijevanju distributivnih poduzeća potrebnom drvnom masom: potrebe su zadovoljene sa svega 25 do 30% pa se odgovarajuće količine čak i uvoze iz inozemstva.

U intenzivnoj poslijeratnoj izgradnji distributivnih mreža, drveni je stup kao osnovni građevinski elemenat predstavljao u najviše slučajeva jedino moguće tehničko pa i ekonomsko rješenje. Međutim, zadnjih godina, loš kvalitet primijenjene drvene građe kao i velike potrebe za drvnom masom s jedne strane a deficitarnost i poskupljenje drvne mase s druge strane, ukazali su na problematičnost takovog načina izgradnje mreža. Istovremeno, odnosi ekonomičnosti mreža na drvenim stupovima i mreža sa betonskim elementima bitno su se izmijenili. Drveni stup postao je tehnički loš — ne odgovaraju dimenzije —, a ekonomski nepovoljan zbog slabe trajnosti — impregnacija je loša. Betonski stup, tehnički dobar zadovoljava u odnosu na drveni stup.

Treba istaći, da je poslijeratno razdoblje karakterizirano u nizu evropskih zemalja širokom i intenzivnom primjenom betonskih stupova u gradnji mreža niskog i srednjih napona. Tako je npr. u ČSSR god. 1956. bilo 11 drvenih stupova na 1 betonski, a 1965. dolaze 3 betonska stupa na 1 drveni, dok se za mreže niskog napona drveni stupovi uopće više ne primjenjuju. Dvije velike tvornice centrifugiranih stupova sa kapacitetima od po 80.000 komada stupova/godišnje proizvode potrebne količine za potrebe čehoslovačke elekroprivrede. U Francuskoj, od ukupnog broja stupova na mreži niskog i srednjeg napona 70% su betonski stupovi. Francuska direkcija elektroprivrede propisala je niz tipova betonskih stupova koji se isključivo primjenjuju, a proizvode se na nizu mjesta u Francuskoj. U Rumunjskoj, 95% svih stupova na mreži srednjeg napona su betonski stupovi. Razlog zbog kojeg se u mnogim zemljama sve više uvode betonski stupovi u prvom je redu deficitarnost drvenih masa, a zatim vijek trajanja betonskih stupova — od 30 do 80 godina. U Jugoslaviji, može se reći da jedino »Elektrovojvodina« planski i vrlo intenzivno primjenjuje betonske stupove i to s odličnim uspjehom.

Ovakova situacija ponukala je niz distributivnih poduzeća Hrvatske da preko svog Poslovnog udruženja potaknu proizvodnju betonskih elemenata, nogara i stupova, za potrebe svojih mreža. U prvom redu tražilo se da to bude tvornička i serijska proizvodnja koja bi garantirala kvalitet i kvantitet, a ujedno pružala ekonomske osnove za primjenu. Istovremeno se uvidjelo da se osnovni uvjeti u pogledu kvaliteta i kvantiteta i ekonomičnosti mogu ispuniti samo u slučaju ako i distribucija sa svoje strane postavi tipske — standardne zahtjeve koji će rezultirati i standardnom izvedbom. U glavnim crtama zahtjevi distributivnih poduzeća bili su, definirani kako slijedi:

1. namjena stupa:
   nosni stup za mreže napona 0,4 i 10 kV
2. visina stupa:
   9 i 10,5 m za mreže 0,4 kV
   12 m za mreže 10 kV
3. broj i presjek vodiča:
   za stupove 9 i 10,5 m, do 6 × 35 mm² Alu
   za stup 12 m, do 3 × 35 mm² Al — Če + 1 × 35 mm² Fe
4. rasponi:
   za stupove 9 i 10,5 m, do 40 m
   za stup 12 m, do 80 m
5. dodatni teret: $0{,}18 \sqrt{d}$ kg/m
6. tlak vjetra 50 kp/m²
7. radno naprezanje vodiča: 8 — 10 kp/mm²
8. dimenzioniranje stupa: prema »Prijedlog propisa za gradnju nadzemnih vodova«
9. količinske potrebe: 10.000 komada/godišnje

U pogledu betonskih nogara postavljeni su zahtjevi, koji u osnovnim elementima odgovaraju onima za stupove.

Intenzivnija akcija počela je početkom 1966. Prvi kontakti učinjeni su sa dotadašnjim lokalnim proizvođačima betonskih nogara. No, ubrzo se uvidjelo da ti proizvođači nisu spremni da svoju neopremljenu i obrtničku proizvodnju dignu na nivo koji bi odgovarao uvjetima, a s druge strane nisu raspolagali ni stručnim kadrom, koji bi razvijao proizvodnju, konstrukciju itd.

Kontakti s većim građevinskim poduzećima koja se bave proizvodnjom betonskih elemenata su pokazali da zbog općenite situacije u građevinarstvu postoji veliki interes za proizvodnju koju su tražila distributivna poduzeća. Svima interesentima dani su istovjetno definirani zahtjevi u pogledu visine stupova, broja vodiča, naprezanja itd. tako da bi se rezultati mogli uspoređivati. Na kraju predstavnici Poslovnog udruženja obišli su sve interesente u cilju da se probno uvjere o mogućnostima proizvodnje, da u osobnom kontaktu s interesentima dobiju uvid u spremnost i ozbiljnost samih proizvođača i da ih potaknu na davanje ponuda. Ovakovim podsticanjem na konkurenciju htjelo se postići prvo, da cijene betonskih elemenata budu na realnom nivou i drugo, da se dođe do konstrukcije stupa koja bi maksimalno odgovarala zahtjevima distributivnih mreža u pogledu čvrstoće, težine itd. U pogledu cijena, usporedni pregled ponuda je pokazao da su one manje-više jednake što ukazuje na realnost kalkulacija.

Cijene se kreću (za 1967.):

za stup	9	m visine	: od 280 do 320	N. Din
za stup	10,5	m "	: od 365 do 380	N. Din
za stup	12	m "	: od 420 do 450	N. Din
za nogare			70 do 75	N. Din

U pogledu konstrukcije stupa, gotovo svi ponuđači ponudili su stupove čiji presjek predstavlja realizaciju statističkih svojstava odnosno prednosti tzv. I — profila.

Općeniti zaključci koji su se mogli povući iz toka i rezultata opisane akcije bili su slijedeći:

— proizvodne mogućnosti u današnjoj građevinskoj industriji postoje, iako od polovice 1967. u pogledu stupova, odnosno od početka 1967. u pogledu nogara;
— distributivna poduzeća treba da u pogledu primjene i količina betonskih elemenata, donesu principijelne i dugoročne odluke, a isto tako treba donijeti jedinstvenu odluku o izboru proizvođača. Jedino takve odluke mogu navesti proizvođača, o bilo kojem da se radi, da investira u proizvodnju betonskih elemenata za potrebe distribucicije. U protivnom slučaju, tj. ukoliko se narudžbe distribucije rasparčaju na više proizvođača, doći će u pitanje kako ponuđene cijene, tako i ozbiljan interes proizvođača da uopće radi za potrebe distribucije.

Polazeći od navedenih zaključaka, zainteresirani članovi Poslovnog udruženja distributera Hrvatske, tj. »Elektra«—Zagreb, »Elektra«—Karlovac i »Elektra«—Sisak, donijeli su odluku da isporučilac betonskih elemenata bude poduzeće »SAVA«—Krško (Gradbeno podjetje »SAVA«—Krško). Razlozi koji su utjecali na donošenje ovakove odluke bili su slijedeći:

— ovo je poduzeće najviše napredovalo u razvoju tipova betonskih nogara i stupova, a u razvoju specifične proizvodnje je steklo najveća iskustva, što garantira kako kvalitet tako i kvantitet u rokovima isporuke.
Akciju oko proizvodnje nogara i stupova ovo je poduzeće započelo već početkom 1966, a stručnost proizvodnje i njezin kvalitet su u neku ruku garantirani uskom suradnjom s Građevinskim Institutom u Ljubljani, a posebno s prof. Umekom, poznatim kapacitetom u oblasti prefabriciranih betonskih elemenata;
— ovo poduzeće posjeduje povoljnu sirovinsku bazu, tj. vlastitu šljunčaru s kvalitetnim šljunkom i vlastiti rudnik kremenog pijeska. Ovo garantira da će osnovni elementi kalkulacije proizvodne cijene biti povoljni za kupca;
— ovo je poduzeće pokazalo najveću spremnost da od početka konstruktivno surađuje, da investira u proizvodnju (pogon, hale, oprema) i da orijentira svoju proizvodnju (70%) za potrebe distribucije. Ovo, što je navedeno u pogledu orijentacije tog poduzeća, ima posebnu važnost, jer to znači da uspjeh i opstanak tog poduzeća direktno ovisi o tome kako je u pogledu kvalitete i kvantitete zadovoljilo potrebe distibutivnih poduzeća. Obratno, kod poduzeća kod kojih su potrebe distribucije male u okviru vlastitog velikog brutto-produkta, može se očekivati da će se razgovori s distribucijom uvijek odvijati na sporednom kolosijeku;
— ovo je poduzeće ponudilo cijene koje su konkurentne odgovarajućim ponudama ostalih poduzeća.

U daljenjem tekstu bit će opisani betonski elementi, proizvod poduzeća »SAVA«-Krško, i mogućnosti njihove primjene u gradnji distributivnih mreža n. napona i napona 10 kV.

Betonski nogar »Univerzal«

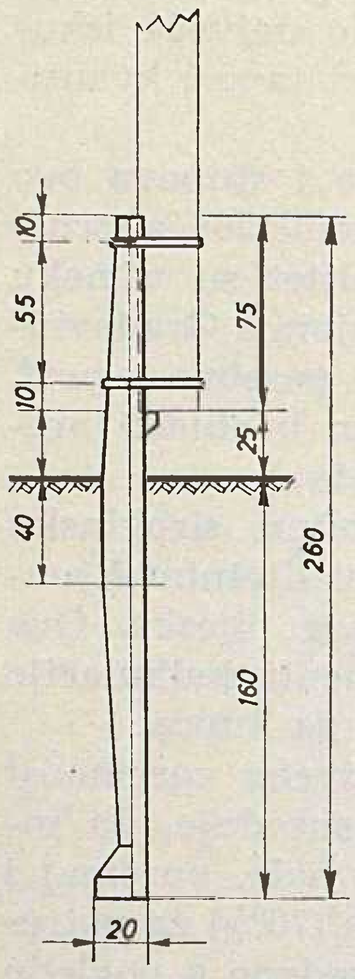
Namjena je betonskih nogara »Univerzal« da budu element pri asanaciji postojećih i gradnji novih distributivnih mreža na drvenim stupovima. U tu svrhu, proizvođač »SAVA«-Krško dao je na tržište dva tipa betonskih nogara: Univerzal I i Univerzal II. Navedeni tipovi nogara razlikuju se po čvrstoći. Kao mjerila čvrstoće služe momenti otpora u dva osnovna smjera naprezanja: u smjeru okomitom na trasu (Mx), i u smjeru koji je paralelan s trasom (My).

Ukupna čvrstoća nogara izražena je omjerom momenata u oba smjera, tj. M = Mx/My.

Univerzal I : M = 622/440 kpm
Univerzal II : M = 900/600 kpm

Tip I namijenjen je prije svega za primjenu u normalnim uvjetima, tj. za pritisak vjetra do kp/m² (brzina vjetra do 105 km/sat)., dok je tip II namijenjen za teže uvjete, tj. za pritisak vjetra do 70 kp/m² (brzina vjetra do 125 km/sat).

Nogari su izrađeni iz visokokvalitetnog betona MB 450 što garantira u velikoj mjeri trajnost nogara.



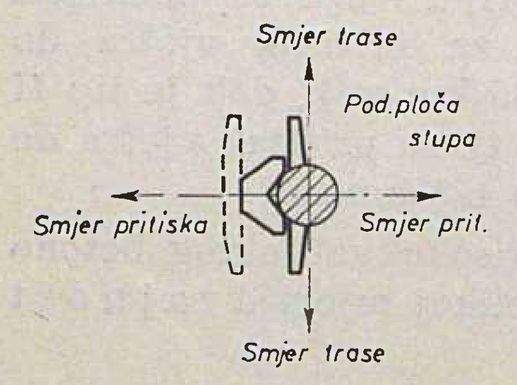
Sl. 1. Osnovne dimenzije betonskih nogara Univerzal I i II

Težina nogara iznosi 156 kg ,i prema tome predstavlja relativno lagan elemenat pri gradnji, jer omogućuje i ručnu manipulaciju.

Dimenzije nogara dane su na sl. 1. Vidljivo je da pri ukupnoj dužini nogara od 2,60 m dubina ukopa iznosi 1,6 m, dok se nogar u dužini 1 metra nalazi izvan zemlje. Čelične obujmice (proizvod: »Dalekovod«-Zagreb) omogućuju čvrsto pritezanje stupa uz nogar, dok za bolje učvršćivanje (fiksiranje) stupa služi uzdužni utor u nogaru, te konusni istak (»nos«) također na nogaru. Ovaj istak izrađen je tako da ima lijevak što omogućuje otjecanje atmosferske vode a ubrzava sušenje kontaktnih dijelova stupa. Za preuzimanje vertikalnih opterećenja služi prošireni dio pri dnu nogara. U koliko je teren, u koji se ukapa nogar mekan, tj. nosivosti do 1 — 1,5 kg/cm² potrebno je nogar podstaviti s podložnom pločom, dimenzije 60 × 20 cm, težine 12 kg, koja se također nalazi u asortimanu proizvoda »SAVA«-Krško.

Ugradnja nogara treba biti izvedena tako da se nogar ne stavlja pod vodiče tj. pod trasu nego sa strane (prema sl. 2) jer jedino na taj način je čvrstoća nogara najpovoljnije iskorištena. Isto tako ukoliko je okolni teren mekan (< 1 kg/cm²), pa je potrebno osigurati stup od naginjanja, stavljaju se podložne ploče postrance, i na taj način stabiliziraju stup (sl. 3).

Ukoliko se može odrediti smjer pritiska (kućni priključak, otcjep, blagi kut trase i sl.) stavljaju se i ploče za stabilizaciju na određena mjesta, kao što je to na slici 3 prikazano. Ukoliko postoji



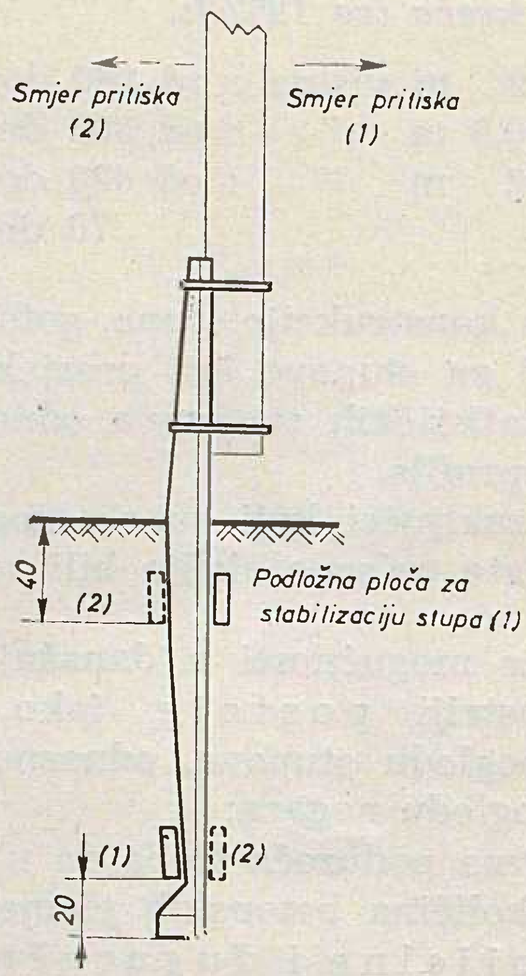
Sl. 2. Način ugradnje betonskih nogara obzirom na trasu

općenita potreba za učvršćenjem stupa onda je potrebno staviti ploče u parovima, prvo u gornjem dijelu nogara, a tek iznimno (vrlo mekan teren) i u donjem dijelu.

Čvrstoća nogara izražena momentima otpora betonskih nogara Univerzal I i II govori samo indirektno o mogućnostima primjene nogara pri gradnji, odnosno asanaciji distributivnih mreža. Direktno su te mogućnosti vidljive iz priložene tabele I u kojoj osnovne podatke za određivanje maksimalno dozvoljenih raspona predstavljaju:

broj vodiča na stupu
presjek vodiča
visina vrha stupa nad zemljom (L).

U mrežama nazivnog napona 10(6) kV postoji potreba primjene za udvostručenim nogarima Univerzal I, odnosno Univerzal II, osim što će u nekim slučajevima zadovoljiti i jednostruki nogar tipa Univerzal II.



Sl. 3. Način i mjesto ugradnje podložnih ploča za stabilizaciju stupa

Općenito, izbor betonskih nogara može se izvesti, držeći se slijedećih uputa:

a) U niskonaponskim mrežama u kojima se za gradnju normalno upotrebljavaju stupovi ukupne dužine 9 m (ukop: 1,6 m) i u krajevima gdje vladaju normalni uvjeti vjetra (do 50 kp/m², do 105 km/sat), betonski nogar UNIVERZAL I odgovara uvjetima opterećenja, ukoliko na stupovima ne dolazi više od 6 vodiča presjeka do 35 mm² Alu.
b) U niskonaponskim mrežama u kojima je bilo koji od uvjeta gradnje naveden u prethodnoj tački pooštren (vjetar, visina stupa, presjek i broj vodiča, raspon) može se primijeniti betonski nogar UNIVERZAL II uz prethodnu provjeru prema priloženim dijagramima.

Maksimalno dozvoljeni raspon između stupova na jednostrukim nogarima

(l_{max}) izračunava se iz izraza (oznake prema slici):

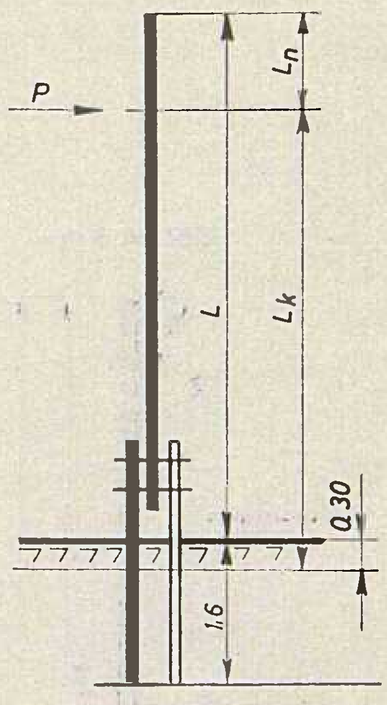
za pritisak vjetra do 50 kp/m²	$= \frac{12{,}45 - 6{,}3 \cdot L^2 \cdot 10^{-2}}{L_k \cdot d_v \cdot n}$	$= \frac{18 - 6{,}3 \cdot L^2 \cdot 10^{-2}}{L_k \cdot d_v \cdot n}$
za pritisak vjetra do 70 kp/m²	$= \frac{8{,}9 - 6{,}3 \cdot L^2 \cdot 10^{-2}}{L_k \cdot d_v \cdot n}$	$= \frac{12{,}85 - 6{,}3 \cdot L^2 \cdot 10^{-2}}{L_k \cdot d_v \cdot n}$

Maksimalno dozvoljeni raspon između stupova na dvostrukim nogarima

(l_{max}) izračunava se iz izraza (oznake prema slici):

za pritisak vjetra do 50 kp/m²	$= \frac{24{,}9 - 6{,}3 \cdot L^2 \cdot 10^{-2}}{L_k \cdot d_v \cdot n}$	$= \frac{36 - 6{,}3 \cdot L^2 \cdot 10^{-2}}{L_k \cdot d_v \cdot n}$
za pritisak vjetra do 70 kp/m²	$= \frac{17{,}8 - 6{,}3 \cdot L^2 \cdot 10^{-2}}{L_k \cdot d_v \cdot n}$	$= \frac{25{,}7 - 6{,}3 \cdot L^2 \cdot 10^{-2}}{L_k \cdot d_v \cdot n}$

Tablica I sa skicom stupa



U gornjim izrazima znače:

L = visina vrha stupa nad tlom — (m)

L_k = razmak između središta pritiska vjetra na vodiče i tla, plus 0,3 m — (m)

d_v = promjer vodiča (m)

n = broj vodiča

c) U visokonaponskim mrežama 10 kV u kojima se za gradnju upotrebljavaju stupovi ukupne dužine do 13 m (ukop: 2,2 m) u krajevima gdje vladaju normalni uvjeti vjetra (do 50 kp/m²; do 105 km/sat), udvostručeni betonski nogar UNIVERZAL II odgovara uvjetima opterećenja ukoliko se ne primjenjuje presjek vodiča veći od 35 mm² Alče.

d) U visokonaponskim mrežama 10 kV gdje su uvjeti pooštreni (vjetar, visina stupa) ili ublaženi, presjek vodiča manji od 35 mm² Alče) uputno je odabiranje nogara vršiti iz priloženih dijagrama.

Betonski stup »Delsa«

Betonski stupovi tipa »Delsa« namijenjeni su kao nosni stupovi za gradnju distributivnih zračnih mreža niskog napona i mreža 10 kV.

Proizvodnja SAVA-Krško raspolaže s tri tipa betonskog stupa: Delsa 9 m, Delsa 10,5 m i Delsa 12 m. Iz samog naziva vidljiva je dužina stupa pojedinog tipa. Osim što se razlikuju po dužini, navedeni tipovi stupova razlikuju se i po čvrstoći odnosno otpornosti. Čvrstoće stupova definirane slično kao kod betonskih nogara su slijedeće:

Delsa 12 m : M = 1700/850 kpm
Delsa 9 m : M = 1200/600 kpm
Delsa 10,5 : M = 1400/700 kpm

Ukoliko se čvrstoća stupa definira na način koji je više uobičajen kod stupova, tj. silom kojom se može horizontalno opteretiti vrh stupa, onda su pojedini tipovi stupova definirani u pogledu opteretivosti sa:

Delsa 9 m : P = 155 kp
Delsa 10,5 m : P = 155 kp
Delsa 12 m : P = 165 kp

Tipovi stupova Delsa 9 m i Delsa 10,5 m namijenjeni su za gradnju niskonaponskih mreža dok je Delsa 12 m namijenjen u prvom redu za gradnju mreža napona 10 kV.

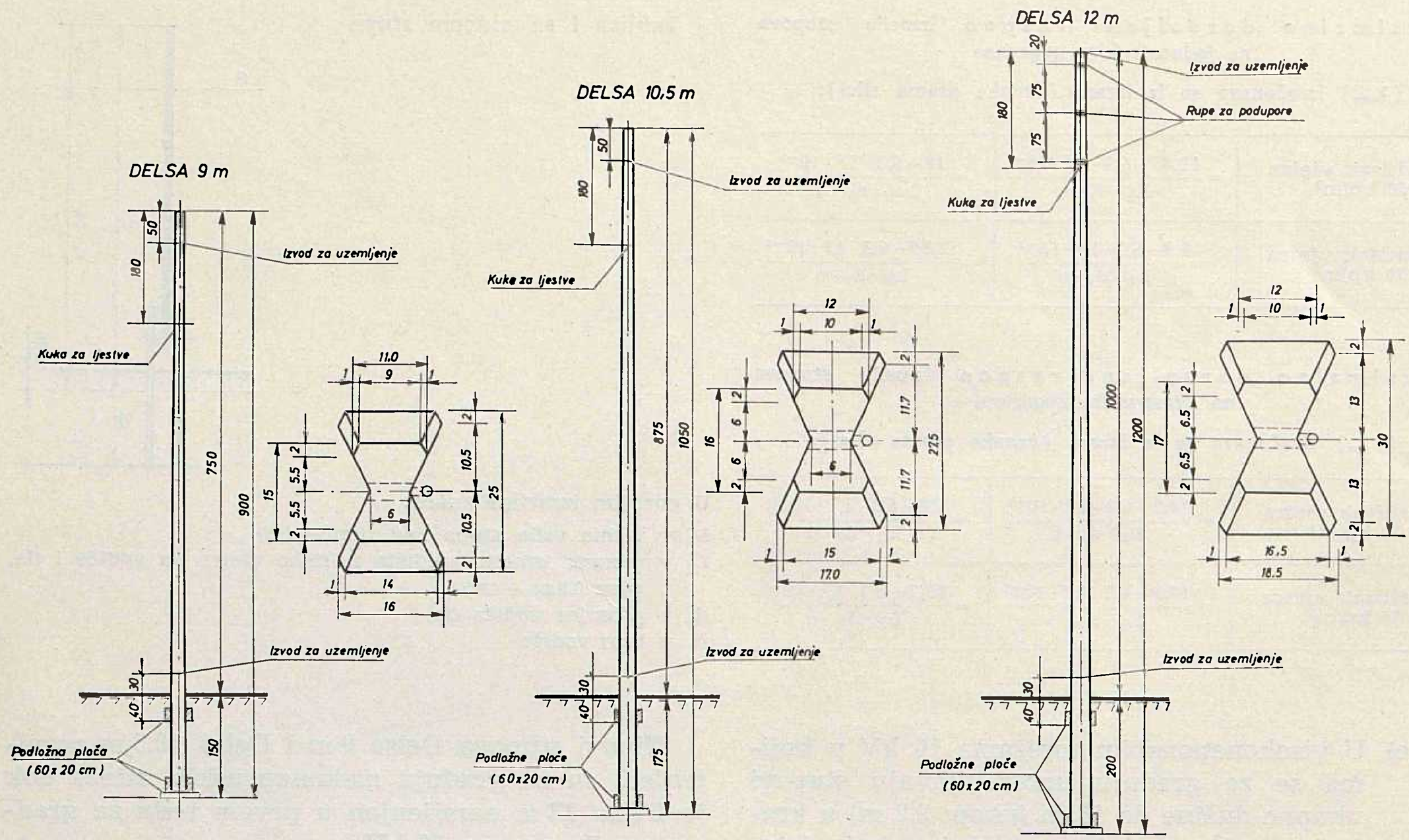
Težine stupova su relativno male u odnosu na težine betonskih stupova koji su se povremeno ugrađivali u naše mreže:

Delsa 9 m : 456 kg
Delsa 10,5 m : 610 kg
Delsa 12 m : 780 kg

Dimenzije stupa dane su na sl. 4. Karakterističan je presjek stupa tipa Delsa: I — profil proširen betonskom masom u dvostruki delta-presjek (otuda i dvostruko ime: delta-presjek — Sava-Krško). Takav presjek omogućuje ekonomično preuzimanje većih naprezanja u jednom smjeru u kojem se veća naprezanja i očekuju. Dosljedno tome duža os stupa postavlja se okomito na trasu, jer se okomito na trasu, kod nosnog stupa, pojavljuju veća horizontalna naprezanja.

Karakteristično je za primjenu Delsa stupa da se njegovo postavljanje vrši bez betonskih temelja. Na taj način pri gradnji mreža od betonskih stupova otpada potreba za ekipama građevinske struke, za kontrolom kvalitete temelja itd. Međutim, pri ugradnji tih stupova obavezna je primjena podložnih ploča na mjestima koja su označena na sl. 4.

Ove podložne ploče, također tvornički izrađene, identične su sa onima spomenutim pri opisu primjene betonskih nogara Univerzal (dimenzije ploče: 60 × 20 cm, 12 kg težine). Prema slici, uz temeljenje svakog stupa potrebno je upotrebiti i 4 podložne ploče koje se stavljaju postrance. U terenima koji imadu nosivost manju od 1,5 kg/cm² potrebno je upotrebiti i petu podložnu ploču ali ispod dna stupa tj. kao podložnicu. Napominje se ovdje kao i kod betonskih nogara, da dodatno učvršćivanje temelja pomoću kamenja ne samo da nije korisno, nego može biti i štetno za otpornost samog stupa.



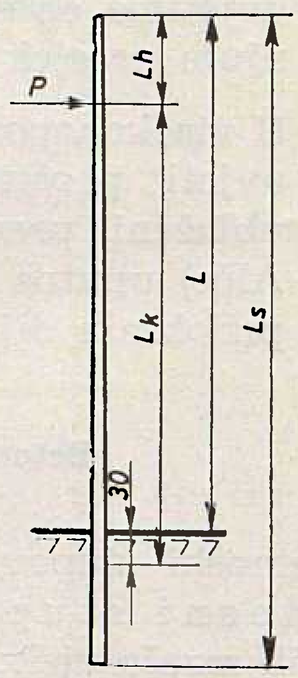
Sl. 4. Nosni betonski stupovi tipa Delsa. Proizvodnja Sava - Krško

Maksimalno dozvoljeni raspon između stupova (l_{max}) izračunava se iz izraza (oznake prema slici):

za pritisak vjetra do 50 kp/m²	$= \frac{20{,}86}{L_k \cdot d_v \cdot n}$	$= \frac{23{,}7}{L_k \cdot d_v \cdot n}$	$= \frac{26}{L_k \cdot d_v \cdot n}$
za pritisak vjetra do 70 kp/m²	$= \frac{14{,}06}{L_k \cdot d_v \cdot n}$	$= \frac{15{,}73}{L_k \cdot d_v \cdot n}$	$= \frac{16{,}35}{L_k \cdot d_v \cdot n}$

U gornjim izrazima L_k, d_v i n znače isto što i istovjetne oznake kod betonskih nogara

Tablica II sa skicom stupa



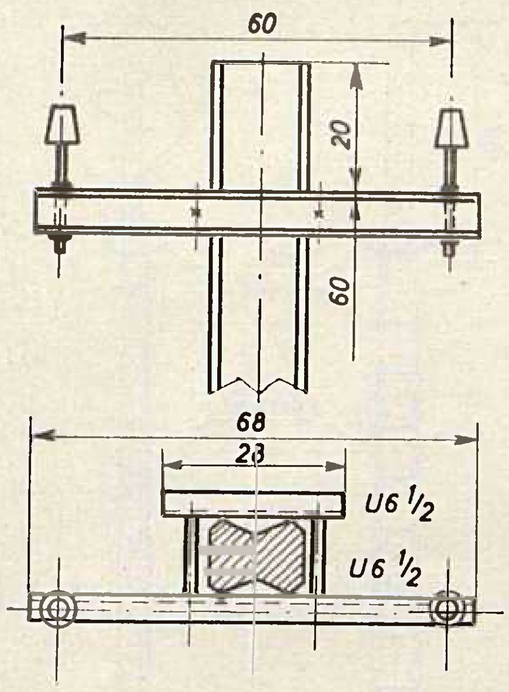
Mogućnost primjene betonskih stupova DELSA vidljiva je iz priložene tabele II. Osnovne podatke za određivanje maksimalno dozvoljenih razmaka (1 max) predstavljaju: broj vodiča i presjek vodiča.

Primjena betonskih stupova u izgradnji distributivnih mreža donosi sa sobom općenito niz problema specifičnih za te stupove i opis mogućnosti primjene betonskog stupa DELSA ne bi bio potpun kada ne bi bila opisana i rješenja tih problema.

Jedan od tih problema je problem uzemljivanja stupa. U smislu prijedloga tehničkih propisa za gradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nije potrebno izvesti uzemljenje betonskih stupova u mrežama n. napona ukoliko je ispunjen uvjet da napon dodira ne prelazi 65 V. Ovaj uvjet može se postići »nulovanjem mreže n. napona, ali istodobno uvjet nulovanja traži uzemljenje nulvodiča svakih 200—300 m kao i na kraju strujnog kruga. Uz ova uzemljenja potrebno je provesti i uzemljenje katodnih odvodnika prenapona. Navedeni zahtjevi kao i praktični razlozi upućuju na to da svaki stup mreže imade mogućnost uzemljivanja.

Kod stupa DELSA riješeno je to tako, da je upotrebljena jedna od armaturnih žila stupa presjeka većeg od 50 mm². Na žilu su privareni priključci: jedan 50 cm ispod vrha (kod Delsa 12 m, na vrhu) stupa, a drugi na donjem dijelu stupa tako da se pri ukopanom stupu nalazi 30 cm iznad terena. Priključci su iz pocinčanog čelika. Smješteni su u dubinu presjeka stupa tako da su zaštićeni pri transportu stupa profilnim izbočinama stupa, a djelomično su na taj način i sakriveni.

Daljnji problem u primjeni betonskih stupova predstavlja učvršćenje mrežnih vo-

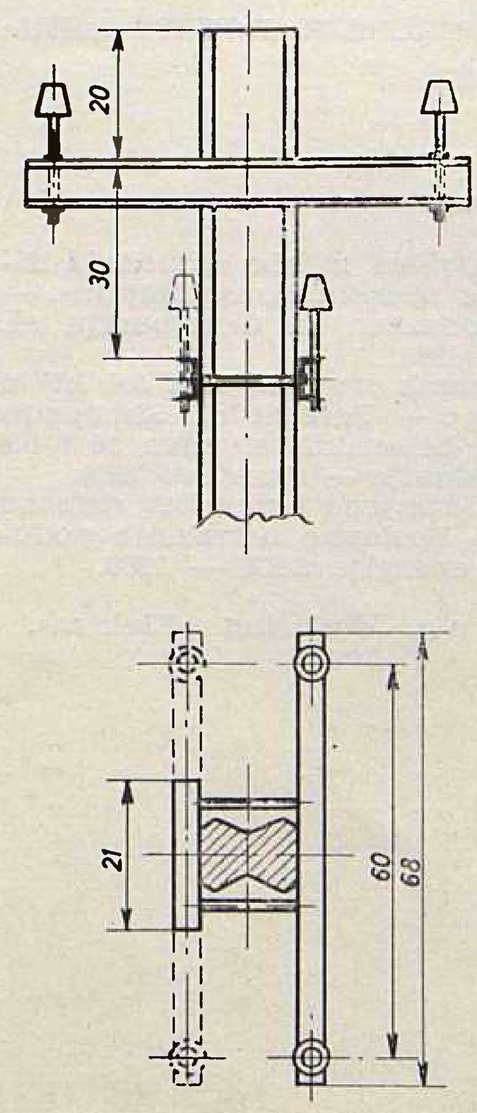


Sl. 5. Standardna konzola mreže niskog napona na stupu »Delsa«

diča, odnosno izolatora na stupove. Kod stupa »Delsa« riješeno je to posebno za stupove koji će se primjenjivati u niskonaponskim mrežama (9 i 10,5 m), a posebno za stupove namijenjene za mreže 10 kV (12 m). Postoje razne mogućnosti za rješavanje tog problema ali je zaključeno da za niskonaponske mreže najbolje odgovara primjena izolatorskih konzola i to standardnih konzola (dužine 68 cm) konstruiranih i dimenzioniranih za učvršćenje d v a j u izolatora (sl. 5). Ukoliko postoji potreba za učvršćenjem više od dvaju vodiča (do šest) nižu se konzole jedna ispod druge na razmaku od 60 cm. Ovakovo rješenje sadrži niz prednosti koje ga i opravdavaju: mogućnost usklađivanja s etapnom izgradnjom mreže jer se stavlja na stup onoliko konzola koliko je to u pojedinoj etapi potrebno, jedinstveni tip konzole za sve zahtjeve itd.

Konzola (U 6 1/2) se učvršćuje na stup pomoću priteznog željeza (U 6 1/2) i dva matična vijka. Na samom stupu predviđeni su utori koji onemogućuju klizanje stegnute konzole niz stup.

Podesnost primjene konzola upućuje da se problem k u ć n i h p r i k l j u č a k a riješi na sličan

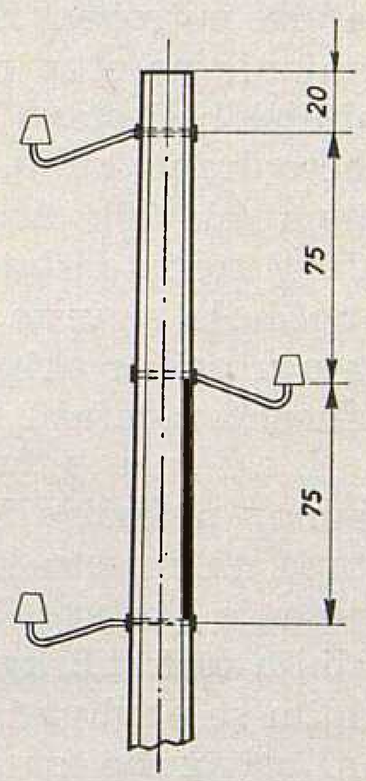


Sl. 6. Standardna konzola mreže niskog napona za kućni priključak

— u biti, isti način. Zato je riješeno da se također primjeni konzola iz profiliranog željeza za U 6 1/2, dužine 68 cm (razmak izolatora 60 cm) koja se također pomoću 2 vijka i priteznog željeza pričvršćuje na stup 30 cm ispod gornje konzole (sl. 6).

Ukoliko na istu stranu treba izvesti više priključaka onda se na 60 cm ispod gornje priključne konzole stavi još jedna, itd. Ukoliko je potrebno da se izvede priključak na obje strane stupa, onda se, umjesto priteznog željeza, postavi normalna konzola duljine 68 cm.

U č v r š ć i v a n j e m r e ž n i h v o d i č a u m r e ž i 10 kV na betonskim stupovima Delsa 12 m riješeno je na drugi način nego što je to učinjeno kod betonskih stupova namijenjenih za niskonaponske mreže. Naime, kod ovih dvaju tipova mreža postoji jedna razlika koja je za rješenje glave stupa od bitnog značenja: broj vodiča na

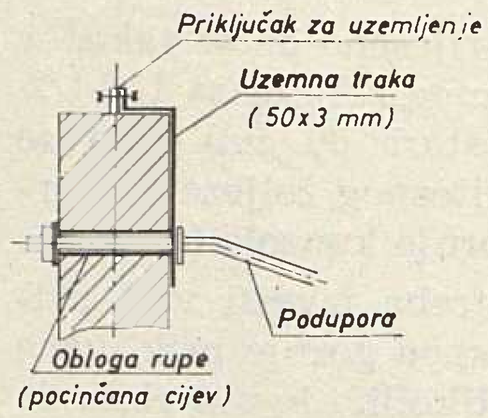


Sl. 7. Glava betonskog stupa »Delsa« u mreži 10 kV

stupu 10 kV uvijek iznosi 3, i ne mijenja se u etapama izgradnje. Prema tome, kod betonskog stupa mreže 10 kV, konzolna rješenja ne pokazuju nikakve prednosti.

Jednostavnost izvedbe i dugogodišnje iskustvo uputilo je na rješenje da se glava stupa riješi s razmještajem vodiča u obliku jele tj. s vodičima postavljenima u trokutu (sl .7). Ovaj razmještaj daje vodičima najpovoljniji položaj u momentima njihaja i odskoka. Isti razmještaj je usvojen, ako vod ima zaštitno uže. Međusobni razmaci vodiča dozvoljavaju raspone: za Alče 16 mm² do 55 m, za Alče 25 mm² do 65 m i za Alče 35 mm² do 75 m. Kako je vidljivo iz slike, podupore sa izolatorima 10 kV učvršćene su u sam stup. U tu svrhu, na mjestima prema sl. 7 u stupu se nalaze rupe 30 mm promjera obložene pocinčanom cijevi. Na taj način omogućena je jednostavna montaža podupora (NSV 25 F — VHS — 10/15 E). Uzemljenje podupora vrši se na taj način da se pocinčana traka 50 × 3 mm probuši na mjestu gdje podupora ulazi u stup, podstavi ispod podupore i na taj način učvrsti (sl. 8).

Ukoliko postoji potreba da se na vodu 10 kV primijeni zaštitno uže postoji mogućnost (sl. 9) da se na vrh stupa pričvrsti konzola koja krakom od 80

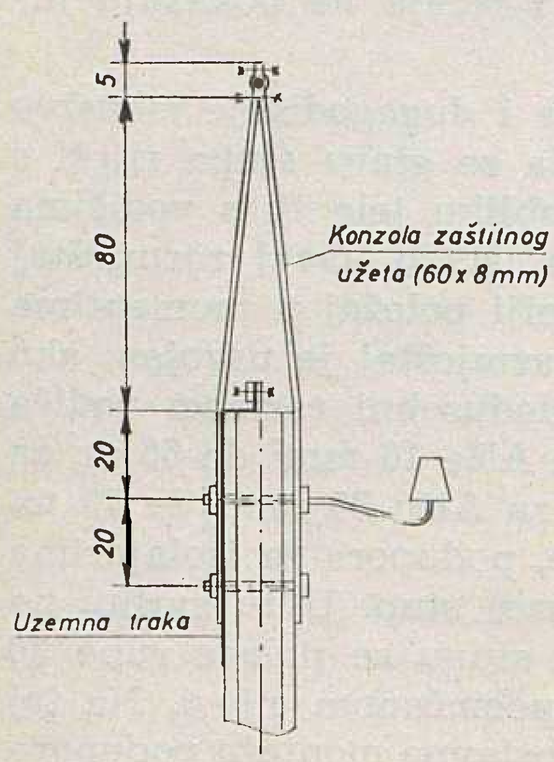


Sl. 8. Detalj spoja podupore s uzemnom trakom

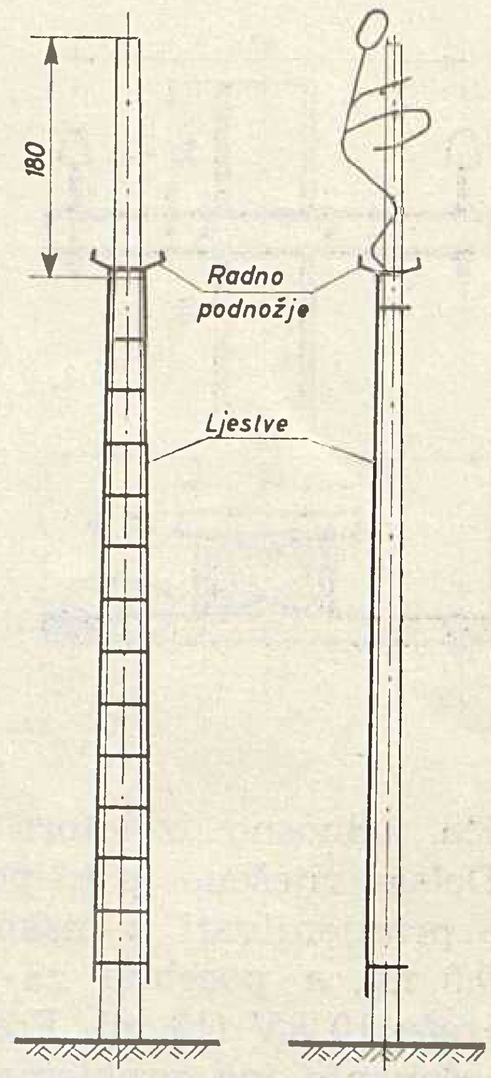
cm osigurava kako propisani zaštitni kut tako i dozvoljeni razmak od vodiča strujnog kruga.

Problem p e n j a n j a na stup je problem koji se kod primjene betonskog stupa općenito postavlja u najoštrijoj formi i ne može se reći da je taj problem, kod standardnih tipova koji se upotrebljavaju u mrežama, riješen na zadovoljavajući način. Naime, velika većina rješenja tog problema ne zadovoljava upravo onda kada je rad na stupu poslije vremenskih nepogoda — kiše, snijega, — najviše potreban. Kod betonskih stupova tipa Delsa penjanje na stup riješeno je pomoću laganih, aluminijskih ljestava koje se o k a č e na, u tu svrhu ubetoniranu kuku, koja se nalazi 180 cm od vrha stupa (sl. 10). Aluminijske ljestve (prototip teži 12 kg) treba da budu sklopive, sigurne od njihanja i općenito sigurne u upotrebi. Takove ljestve spadaju u pribor ekipa koje vrše nadzor, uzdržavanje odnosno montažu mreža.

R a d n a s t u p u (sl. 10) riješen je pomoću radnog podnožja koje se sklapa — montira oko stupa na mjestu koje se nalazi tik iznad kuke za vješanje ljestava. Radno podnožje izrađeno iz aluminija (tež. 1,5 kg) sastoji se iz sklopivog prstena kojim se obuhvati stup. Na četiri strane tog prstena privarene su četiri stajališne šipke skošene prema sredini prstena i uzvinute na krajevima. Ovakovo podnožje osigurava radniku koji radi na glavi stupa, čvrsto uporište.



Sl. 9. Glava stupa 10 kV s dozemnim užetom



Sl. 10. Penjanje na stup i rad na stupu »Delsa« primjenom ljestava i radnog podnožja

Zaključak:

Betonski elementi, nogari tipa UNIVERZAL i stupovi tipa DELSA koje proizvodi građ. poduzeće SAVA-Krško, udovoljavaju u velikoj mjeri zahtjevima i potrebama distributivnih elektroenergetskih mreža, ispunivši na taj način prazninu koja je godinama postojala na našem tržištu. Rad na razvijanju svojstava tih elemenata i njihovog asortimana ni iz daleka nije završen, ali treba očekivati da će, pravilno usmjeren i podržavan sa strane distributivnih poduzeća, u skoroj budućnosti pokazati rezultate koji će u potpunosti zadovoljiti tržište.

U svakom slučaju, distributivna elektroprivredna poduzeća dobila su u tim proizvodima i tehnički i ekonomski poticaj da planski i intenzivno priđu uvođenju betonskih elemenata, nogara i stupova u izgradnju svojih mreža.

Literatura

1. S. M a r k o v i ć : *»Stanje električne mreže razvoda i distribucije Jugoslavije i mjere za njezinu konsolidaciju«.* — Referat na II. savjetovanju poduzeća za distribuciju el. energije Jugoslavije — Beograd 1965.
2. R. Š k a r i c a : *»Upotreba drvenih stupova 10 i 0.4 kV u distributivnoj mreži Jugoslavije«* — Referat na Simpoziju o upotrebi drvenih, željeznih i betonskih stupova 10 i 0.4 kV u distributivnoj mreži Jugoslavije — Sarajevo 1965.
3. M. B a l l i n g i P. N u s s : *»Primjena betonskih stupova proizvodnje SAVA — Krško«* — Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SRH — 1966.

Obradio: Miroslav B a l l i n g, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb, Gundulićeva 32

EKONOMIKA UPOTREBE DRVENIH ELEKTROVODNIH STUPOVA ZA NADZEMNE VODOVE

Milan Mikuličić, Zagreb

DK 621.315.66

Općenito o drvenim elektrovodnim stupovima

Drveni stupovi za vodove su oblovina, koja nije namijenjena daljnjoj preradi, već se upotrebljava, u obliku u kome je u šumi izrađena, za telekomunikacijske i elektroenergetske nadzemne vodove. Stupovi se izrađuju od jele, smreke i bora, od pitomog kestena, bagrema i svih vrsta hrasta (osim cera). Za impregnaciju, po metodi kreozotnih ulja i Wolmanovih soli, stupovi se sijeku po pravilu zimi, a za impregnaciju po metodi Boucheri isključivo ljeti. Sječa za ovu vrst impregnacije ne smije biti starija od 10 dana, a stupovi se isporučuju pod korom. Drvo namijenjeno za ovo impregniranje mora biti ravno odrezano s oba kraja, što treba naročito naglasiti prilikom nabavke stupova. Stupovi općenito moraju biti zdravi, sa što manje kvrga, slepica, bez raspuklina i rupa od insekata. Gornja dva metra od vrha moraju biti ravna.

Tablica 1

Dužina stupa	Zapremnina	Debljina 80 cm od vrha	
		lišćari	četinjari
m	m³/komad	cm	
5,5	—	12	14
6,0	0,14	12	14
6,5	—	12	14
7,0	0,17	12	14
7,5	—	13	14
8,0	0,22	13	15
9,0	0,28	14	15
10,0	0,34	15	16
11,0	0,38	16	16
12,0	0,45	17	17
13,0	0,50	18	18
14,0	0,63	18	18
15,0	0,73	19	19
16,0	0,87	20	20

Debljina stupa se mjeri na 30 cm od vrha.

Ovim tabelarnim pregledom prikazana je dužina stupa, njegova zapremnina, kao i propisana debljina na vrhu stupa.

Primjena drvenih stupova kod nas

Za nadzemne vodove niskog, srednjeg i visokog napona primjenjuje se drvo, čelik i beton. Drveni stupovi za gradnju nadzemnih vodova masovno se upotrebljavaju već dugo vremena i to za električne i telefonsko-telegrafske linije. Za gradnju nadzemnih električnih vodova drvo je našlo svoju široku primjenu, u prvom redu četinjari (bor, jela i smreka), a od lišćara hrast, kesten i bagrem. Četinjarsko drvo upotrebljavamo isključivo kao drveni stup impregniran, a drvo lišćara kao neimpregniran ili samo djelomično zaštićen, bandažiran.

Upotreba drvenih stupova na vodovima visokog napona 110 kV, kod nas je praktički danas napuštena. Do velike primjene drvenih stupova kod gradnje nadzemnih vodova na mrežama srednjeg i niskog napona, dolazi u prvom redu zbog relativno male težine stupa, a s tim u vezi i laganog transporta, koji se kao problem u većem ili manjem obliku pojavljuje prilikom gradnje dalekovoda. Dizanje stupova također je usko vezano za njihovu relativno malu težinu, pa je i ta faza rada vrlo jednostavna.

Prevoz drvenih stupova je jeftiniji od željeznih i betonskih, bez obzira da li se željezni ili betonski stupovi prevoze ili se ugrađuju na licu mjesta.

Usporedimo li težinu stupova jednakih dužina, koji su dimenzionirani za jednako vršno opterećenje dobivamo odnos:

1 (drvo) : 1,3 (čelik) : 3,5 (beton)

Osim prednosti drvenih stupova u težini, moramo spomenuti i mehaničko svojstvo drva, jer je ono i s toga gledišta vrlo prikladno kao materijal za izradu stupova. Kod nadzemnih vodova je također vrlo važan faktor elastičnost, a posebno kod dimenzioniranja stupova jednostavne konstrukcije prekidne čvrstoće do 550 kg na cm². Drvo u odnosu na željezo i beton ima povoljan odnos između otpornosti i težine, posjeduje veliku elastičnost, koja dolazi do punog izražaja kada se u jednom zateznom polju pojave nejednaka opterećenja u vodičima. Veća elastičnost stupova omogućuje njihovo bolje prilagođivanje promjenljivom opterećenju, kao i bolju raspodjelu sila na čitav sistem stupova.

Drvo je pet puta elastičnije od betona, a dva puta od željeza. Nadalje, i obrada drvenih stupova na samom gradilištu je jednostavna, bilo da se radi mašinski, bilo jednostavnim alatom. Nepotrebno je angažirati veći broj kvalificiranih radnika kod stavljanja drvenih stupova, što je također jedna od velikih prednosti. Pored ovih osobina koje se ispoljavaju kod drvenih stupova prilikom primjene na nadzemnim vodovima, potrebno je spomenuti još jednu njihovu osobinu: drvo povećava izolacionu moć voda i vrlo je otporno na udarni napon, a povrh toga izgradnja dalekovoda na drvenim stupovima je brza i jednostavna, te prema tome i jeftinija. To su glavni razlozi

zašto se i danas drvo još uvijek masovno upotrebljava usprkos konkurentne primjene betona i željeza. Troškovi na projektiranju dalekovoda na betonskim i željeznim stupovima su mnogo veći, zbog statičkih računa i nacrta stupova, što kod projektiranja dalekovoda na drvenim stupovima nije slučaj, jer su stupovi dalekovoda 10 i 0,4 kV tipizirani.

Spomenute prednosti drvenih stupova zasjenjuju njihove velike mane, koje se ispoljavaju u podložnosti biološkog razaranja drva.

Zaštita stupa impregnacijom

Da bi se zaštitilo od propadanja i produžio njegov vijek trajanja, drvo se zaštićuje impregniranjem zaštitnim sredstvima, koja duboko prodiru. Impregnacijom drvenom stupu povećavamo trajnost. Prema nekim statističkim podacima zapadnih zemalja, srednji vijek trajanja drvenog stupa iznosi 18 do 20 ponekad i 27 godina, što ovisi o kvaliteti impregniranja, dobi sječe i posušenosti drva.

Metode impregniranja drvenih stupova kod nas

1. Metoda postupkom »Boucheri«
2. Metoda postupkom Wolmanovim solima
3. Metoda postupkom kreozotnim uljem
4. Metoda kombinacija Wolmanovih soli + kreozotno ulje i
5. Naknadna impregnacija bandažama i injektiranjem drvenih stupova.

U Jugoslaviji postoji 8 pogona za impregnaciju i to: u Sloveniji 2, u Hrvatskoj 3, u BiH 2 i u Srbiji 1.

Od spomenutih pogona po metodi Boucheri rade u državi samo impregnacija Imont u Dravogradu sa kapacitetom 8.000 m³ i u Hrvatskoj vlastita impregnacija distributivnog poduzeća Elektroprimorje u Srpskim Moravicama sa kapacitetom 1.000 m³. Ova impregnacija Elektroprimorja, koja je podignuta vlastitim sredstvima poduzeća, dala je u vrlo kratko vrijeme odlične rezultate. Prijašnjih godina postojala je jedna impregnacija u Lučicama kod Lokava i jedna u Novom Vinodolu, koje su također radile po metodi Boucheri, ali su prije 12 godina obustavile rad. Poznata je činjenica da se ova vrsta impregnacije mora nalaziti u neposrednoj blizini izvora sječe drva, jer sirovina za impregniranje ne smije biti starija od 10 dana otkako je posječena. Ostali pogoni za impregnaciju rade na principu Wolmanovih soli i kreozotnog ulja. Ukupni kapaciteti jugoslavenskih impregnacija iznose oko 220.000 ³. U pogledu impregniranja drvne mase po metodi kreozotnih ulja i Wolmanovih soli drvo bi trebalo u principu da je sječeno zimi, da je propisno osušeno i odležano, kako bi se polučila najbolja kvaliteta impregniranja i dubokog upijanja kemikalije u drvo.

Šumska gospodarstva koja ugovaraju s impregnacijama godišnje potrebe drvne mase za impregniranje stupova, ne drže se ni približno dinamike isporuka, tako da je impregnacijama onemogućeno pripremiti drvnu masu u određeno vrijeme. Kad bi drvo bilo dobro očišćeno od lika i kore, i dobro prosušeno, te tako pripremljeno, uz pretpostavku, da se impregnira dovoljnim i određenim količinama kreozotnog ulja i soli, onda bi svakako dobili kvalitetno odgovarajuću impregnaciju koja bi zadovoljila i vijek trajanja stupa.

Godišnje potrebe stupova i mogućnosti nabave

Prema raspoloživim podacima u jugoslavenskoj distributivnoj mreži ugrađeno je, zaključno do 35 kV napona, cca 850.000 m³ drvenih stupova. Uz prosječnu godišnju stopu održavanja od 8 do 12 %, bit će potrebno 50 do 60.000 m³ stupova, a za izgradnju novih objekata predviđa se potreba od 40.000 m³. Ako rekapituliramo godišnje potrebe drvenih stupova, te potrebe održavanja i izgradnje novih objekata u elektrodistribuciji Jugoslavije, one iznose oko 95 do 100.000 m³ za čitavo područje. Prema raspoloživim kapacitetima naših impregnacija, proizlazi, da su oni više nego zadovoljavajući. Tako ne stoji na žalost i sa raspoloživom drvnom masom. Iz plana sječe predviđa se prema nepotpunim podacima godišnja sječa oko 24 milijuna m³ od čega otpada na lišćare 18 milijuna a na četinjare 6 milijuna m³. Karakteristično je za SR Hrvatsku, da ima na svojem području pretežno staru šumu i da iz cjelokupne godišnje sječe otpada na udio Hrvatske oko 4,120.000 m³ drvne mase, od čega se jedva realizira oko 2.000 m³ elektrovodnih stupova i jedan veći dio stupova za PTT potrebe. Mlada šuma, kao što je to slučaj u Sloveniji, daje veći postotak elektrovodnih stupova i taj se kreće čak 70 : 30 tj. 70 % su elektrovodni a 30 % PTT stupovi, što znači da mlada šuma daje skoro polovinu više elektrovodnih stupova od stare. Godišnje potrebe drvne mase za tvornice celuloze, za izvoz, kao i za ostale drvene proizvode, onemogućuju da se potrebe elektrodistribucije u stupovima podmire.

Grubi pregled asortimana i potrošača:

Tvornice celuloze troše godišnje cca	2,700.000 m³
Željeznički pragovi	3,000.000 m³
Drvo za izvoz	6,000.000 m³
Gorivo drvo	7,000.000 m³
Drvo za parkete	2,000.000 m³
Rudničko drvo, drvo za skele i stupovi	3,000.000 m³
Ukupno	23,700.000 m³

Zamjena drvenih stupova betonskim

S obzirom na deficitarnost drva pristupila je elektrodistribucija Hrvatske izradi i upotrebi betonskih nogara i betonskih stupova. U prošloj je godini izrađeno i ugrađeno u distributivne mreže 10.000 komada betonskih nogara, a isto se toliko predviđa i u 1967. godini. Usvojen je tip beton-

skog nagara nazvan »univerzal« 622/440 kg/m lagane izvedbe i konstrukcije, težak 156 kg s cijenom od 70 N. dinara, sa mogućnošću primjene stabilizatorskog sistema (ploča).

Proizvodnja standardnih betonskih stupova dužine 9, 10,5 i 12 m očekuje se u drugoj polovici ove godine i atestiranje je u završnoj fazi. Ovaj betonski stup nazvan »Delsa« predviđa se u prvoj fazi proizvodnje kao nosivi, a u drugoj fazi kao rasteretni. Betonski stup »Delsa« dimenzioniran je pri vrhu na gornju poteznu snagu 175 kg, a na uzdužni vjetar na stup do 50 kg/^{3}. Stabilizacioni sistem betonskih ploča preuzima dinamičke utjecaje vjetra i osigurava položaj stupa. Ispod stupa nalazi se betonska ploča veličine 60/20 cm. Ovaj stup ima 30 cm iznad ukopanog dijela priključak za uzemljenje. Uzemljenje duž stupa provodi se preko nosive armature. U visini 1,80 m ispod vrha smještena je željezna pocinčana kuka za učvršćenje aluminijskih ljestvi, koje služe za penjanje na stup. Stup je izrađen iz kvalitetnog betona 450 prenapregnutog. Za stup dužine 9 m predviđa se težina 440 kg, a za stup 12 m oko 850 kg.

Na zemljištu ispod 1 kg/cm^2 nosivosti upotrebljavamo stabilizatorske ploče kao podložne. Kao primjer navest ćemo primjenu betonskih stupova u zadnjih 10 godina u Čehoslovačkoj republici. U ČSR su u zadnjih 10 godina izgrađene 2 tvornice betonskih stupova s kapacitetom svaka od 40.000 komada godišnje. Jedna tvornica je izgrađena u Češkoj u mjestu Chlum, a druga u Slovačkoj u mjestu Budjevica. U direktnoj proizvodnji je zaposleno 480 radnika, a proizvode se betonski centrifugirani šuplji stupovi marke betona 600 do 700. Sušenje se vrši putem pare kroz 8 sati.

Jedan primjer analize ekonomike ugrađivanja i primjene betonskih nogara i betonskih stupova umjesto drvenih impregniranih stupova

Kod bilo kojeg investicionog ulaganja uvijek treba voditi računa o tome, da predviđena nova ulaganja budu ekonomična i rentabilna. Polazeći od te postavke, potrebno je razmotriti pitanje ugrađivanja betonskih nogara i betonskih stupova umjesto drvenih, kod već postojećih mreža, ugrađivanje betonskih stupova na novim mrežama. Radi toga se u daljnjem izlaganju iznose primjeri analize ekonomičnosti ugrađivanja betonskih nogara i betonskih stupova.

Razumije se, da ova analiza ima, a i može imati samo orijentacioni značaj, jer se niže navedene računice temelje na pojedinačnim cijenama kako slijedi:

Impregnirani stup fco kupac m^3	st. Din.	65.000.—
Betonski nogari fco dobavljač kom.	„	7.000.—
Stabiliz. betonska ploča fco dobavljač kom.	„	850.—
Spojnica (šelna) jednostruka za nogar kom.	„	4.400.—
Spojnica (šelna) dvostruka za nogar kom.	„	8 800.—
Betonski stup N 9 m.	„	27.800.—
Betonski stup 10,5 m.	„	36.800.—
Betonski stup 12 m.	„	42.200.—

Izabrani vijek trajanja:

a) kod drvenog impregniranog stupa kod zemlje	8,5	godina
b) kod impregniranog stupa na vrhu	20	godina
c) kod betonskog stupa	40	godina

PRIMJER 1:

(Primjena drvenih stupova i betonskih nogara)

1 — Jednostruki betonski nogar, kod nosivosti zemlje iznad 1 kg, nova izvedba mreže sa drvenim stupovima

a) drveni impregnirani stup, sadašnja cijena stupa:

— dužine 9 m.	St. Din. 19.500 —
— ugrađivanje stupa (rad)	St. Din. 6.000.—
u k u p n o	St. Din. 25.500.—

Uzme li se, da je vijek trajanja ovakovog stupa 8,5 godina onda je godišnja amortizacija 3.000.— St. Din. (25.000 : 8,5).

b) Izvedba mreže na betonskom nogaru.

— drveni impregnirani stup 7 m.	St. Din.	13.500.—
— stab. betonska ploča kom.	„	1.700.—
— betonski nogar + transport	„	8.500.—
— spojnica jednostruka	„	4.400.—
— rad	„	8.800.—
Ukupno:	St. Din.	36.100.—

Vijek trajanja betonskih nogara u kombinaciji sa drvenim impregniranim stupom iznosi oko 20 godina. Prema tome godišnja amortizacija za ovakvu vrstu stupova je 36.100.— : 20 = 1.800.— St. Din.

Nakon što su utvrđene vrijednosti i amortizacioni iznosi za navedene dvije izvedbe voda, vrši se usporedba ekonomičnosti i usporedba korisnosti ulaganja u betonski nogar sa drvenim stupom u odnosu na ulaganja u čisti drveni stup.

Ekonomičnost i korisnost ulaganja iskazujemo faktorom, koji se dobije uspoređivanjem amortizacije jednog i drugog načina izvedbe stupa, odnosno uspoređivanjem ukupnih vrijednosti jednog i drugog načina. Faktor ekonomičnosti u tom primjeru je:

$$\frac{\text{amortizacioni iznos drvenog stupa}}{\text{amortizacioni iznos betonskog nogara}} = \frac{3.000.-}{1.800.-} = 1{,}67$$

Iz ove usporedbe proizlazi, da je polazeći sa stanovišta ekonomičnosti betonski nogar povoljniji, jer opterećuje troškove poslovanja samo sa 1.800.— St. Din. godišnje, dok izvedba sa drvenim stupom opterećuje troškove poslovanja sa 3.000.— St. Din. godišnje, tj. za 67 % više u odnosu na primjenu betonskih nogara. Da je primjena betonskih nogara ekonomičnija od drva govori u prilog osim gornjih faktora, vijek trajanja, manji troškovi uzdržavanja voda, i troškovi angažiranja sredstava ukoliko su dobivena putem kredita ili zajma. Međutim, nije dovoljno promatrati samo taj faktor ekonomičnosti, već je potrebno razmotriti korisnost ulaganja polazeći od vrijednosti ukupnih ulaganja. Usporedbom ukupnih vrijednosti navedenih načina izvedbe dobije se slijedeći rezultat:

$$\frac{\text{ukupno ulaganje u izvedbu sa bet. nogarom}}{\text{ukupno ulaganje u izvedb. sa drvenim stupom}} = \frac{36.100.-}{25.500.-} = 1{,}42$$

Iz ove usporedbe se vidi, da je ulaganje u izvedbu voda sa betonskim nogarom 42 % veće, jer se u tu izvedbu, što je i razumljivo, moraju uložiti i znatno veća sredstva.

Usporede li se naprijed dobiveni faktori vidi se, da je izvedba sa betonskim nogarom ekonomičnija, ali da iziskuje ulaganje znatno većih sredstava. Na temelju ova dva pokazatelja (faktora) može se utvrditi, da li je ulaganje u izvedbu sa betonskim nogarom korisnije ili ne. To se izračunava na taj način, da se faktor ekonomičnosti podijeli sa faktorom ulaganja. Primijenimo li ovo na konkretan primjer proizlazi slijedeće:

$$\frac{\text{faktor ekonomičnosti}}{\text{faktor ulaganja}} = \frac{1{,}67}{1{,}42} = 1{,}17$$

To znači, da je korisnije ulagati u izvedbu voda sa betonskim nogarom. Pregled i usporedba faktora prikazana je tabelarnim pregledom na kraju ovog izlaganja. Na isti način se izračunava ekonomičnost i korisnost ulaganja i za ostale izvedbe stupova, a posebno kod primjene betonskog stupa. Evo još nekoliko primjera primjene stupova.

PRIMJER 2:

Jednostruki betonski nogar, nosivost zemlje iznad 1 kg, sanacija mreže na drvenim stupovima: amortizacija vrijednosti kao pod tačkom 1)	St. Din.	3.000.—
Betonski nogar 8	,,	8.500.—
Spojnica	,,	4.400.—
Stabiliz. ploča	,,	850.—
Rad	,,	6.000.—
Ukupno	St. Din.	19.750.—
Kod produženog vijeka trajanja 11,5 god. amortizaciona vrijednost iznosi	,,	1.710.—

Ekonomičnost 3.000.— : 1.700.— = 1,75
Ulaganje 19.750.— : 25.500.— = 0,77

PRIMJER 3:

Dvostruki betonski nogar, nosivost zemlje iznad 2 kg, nova mreža na drvenim stupovima: stup 10,5 m.	St. din	25.600.—
Ugrađivanje	,,	9.000.—
Ukupno	St. Din.	34.600.—
Vijek trajanja 8,5 godina amortizaciona vrijednost	,,	4.070.—
Mreža sa betonskim nogarom:		
Stup 8,5 m.	St. Din.	18.000.—
2 stabiliz. ploče	,,	1.700.—
2 betonska nogara	,,	17.000.—
2 spojnice	,,	8.800.—
Rad	,,	13.000.—
Ukupno	St. Din	58.500.—
Vijek trajanja 20, godina amort. vrijednost	,,	2.900.—

Ekonomičnost 4.070 : 2.900 = 1,40
Ulaganja 58.500 : 34.600 = 1,69

PRIMJER 4:

Dvostruki betonski nogar, nosivost zemlje iznad 2 kg, sanirana mreža na drvenim stupovima, amortizaciona vrijednost kao kod primjera 3.)	St. Din.	4.070.—
Izvedba mreža s betonskim nogarom:		
Stabilizaciona ploča 2 km.	,,	1.700.—
Betonski nogari 2 kom.	,,	17.000.—
Spojnice 2 kom.	,,	8.800.—
Rad	,,	12.000.—
Ukupno	St. Din.	38.500.—
Vijek trajanja 11,5 godina, amort. vrijednost	,,	3.340.—

Ekonomičnost 4.070.— : 3.340.— = 1,21
Ulaganja 38.500.— : 34.600.— = 1,11

PRIMJER 5:

Primjena drvenih i betonskih stupova			
a) Mreža sa drvenim stupovima	9 m	10,5 m	12 m
Stup	19.500.—	32.500.—	38.500.—
Ugradnja	8.000.—	12.000.—	16.000.—
Ukupno	27.500.—	44.500.—	54.500.—
Kod vijeka trajanja 8,5 godina amortizaciona vrijednost za	9 m	10,5 m	12 m
St. Din.	3.240.—	5.180.—	6.420,—
b) Mreža sa betonskim stupovima	9 m	10,5 m	12 m
Stup	27.800.—	36.800.—	42.200.—
Transport	3.000.—	4.000.—	5.000.—
Stabil. ploče 4 kom.	3.400.—	3.400.—	3.400.—
Ugradnja	8.000.—	10.000.—	12.000.—
Ukupno	42.200.—	54.200.—	62.600.—
Kod vijeka trajanja 40 godina amortizaciona vrijednost	1.030.—	1.350.—	1.570.—
Ekonomičnost	3,14	3,84	4,10
Investicija	1,50	1,33	1,16

Potrebno je skrenuti pažnju na pravilnost pretpostavke vijeka trajanja drvenog stupa s nogarom sa zaštitom glave stupa. Tu je učinjena pretpostavka trajanja 20 godina kod novih mreža i 11,5 godina kod saniranih mreža kao odlučujući faktor.

Pretpostavke:

Impregnirano drvo fco kupac	65.000.—	St Din/m³
Betonski nogar fco dobavljač	7.000.—	kom.
Stabilizatorska ploča fco dobavljač	850.—	,,
Spojnica za jednostruki nogar	4.400.—	,,
Spojnica za dvostruki nogar	8.800.—	,,
Betonski stup 9 m	27.800.—	,,
Betonski stup 10,5 m	36.800.—	,,
Betonski stup 12 m	42.200.—	,,

Vijek trajanja kod impregniranog stupa kod zemlje 8,5 godina, kod impregniranog stupa na vrhu 20 godina, i kod betonskog stupa 40 godina.

Na osnovu gornjih pretpostavki, daje se tabelarni pregled ekonomičnosti ulaganja, investiranja i faktora prednosti.

Pregled ekonomičnosti ulaganja, investiranja i faktora prednosti

Opis:	Indikaktor ekonomičnosti amortizacije	Red ekonomičnosti	Faktor investiranja	Red investiranja	Faktor	Povoljni red faktora
Nogar betonski jednostruki — nova mreža	1,67	V	1,42	V	1,17	V
Nogar betonski jednostruki — sanacija	1,75	IV	0,77	I	2,27	III
Nogar betonski dvostruki — nova mreža	1,40	VI	1,69	VII	0,83	VII
Nogar betonski dvostruki — sanacija	1,21	VII	1,11	II	1,08	VI
Betonski stup 9 m	3,14	III	1,50	VI	2,09	IV
Betonski stup 10,5 m	3,84	II	1,23	V	3,12	II
Betonski stup 12 m	4,10	I	1,16	III	3,54	I

Iz podataka i pokazatelja, koje nam pruža gornji pregled proizlazi, da nije uvijek i u svako doba moguće očekivati, da će investitoru biti svejedno, da li će raspoloživa sredstva ulagati u više ili manje korisne objekte. Radi toga tabelarni pregled pokušava utvrditi stanoviti red korisnosti ulaganja u pojedine načine izvedbe. Iz redoslijeda korisnosti vidljivo je da svaki investitor, osobito onaj koji nema velika sredstva za ulaganje, mora bezuvjetno voditi računa o tome da raspoloživa sredstva koristi prvenstveno za primjenu betonskih nogara i stupova i za sanaciju postojećih drvenih razvodnih mreža.

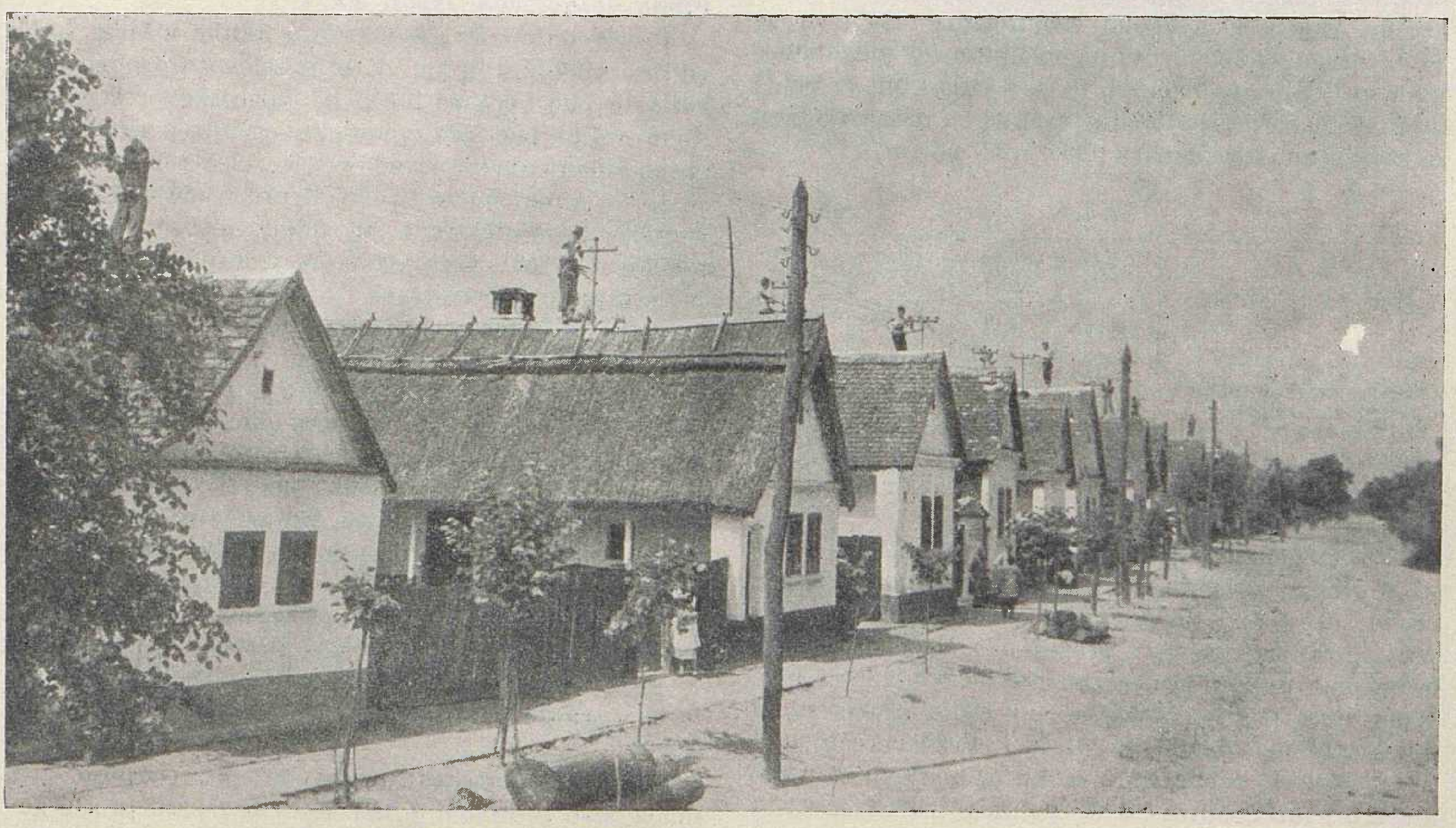
Materijal je crpljen:

iz JUS-ovih propisa, iz propisa o impregnacijama Republičke privredne komore, simpozija o drvenim stupovima ing. Škarice kao i iz dokumentacije građevinskog poduzeća »Sava«.

Zaključak:

1. Sirovina tj. drvna masa je svaki dan kritičnija, jer prirast daleko zaostaje za sječom.
2. Iz društveno-ekonomskih razloga opravdana je masovna primjena betonskih nogara i betonskih stupova.
3. Cijena koštanja betonskog stupa je za cca 35 % veća, a u odnosu na trajnost povoljnija nego drvo.
4. Trajnost betonskog stupa je neuporedivo veća u odnosu na drveni stup.

Naslov pisca: Milan Mikuličić, Poslovno udruženje distributivnih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37



Primjena drvenih stupova u seoskoj elektrifikaciji

ČIJENE, TROŠKOVI ŽIVOTA, PRIMANJA I PROIZVODNJA

U razdoblju od mjeseca srpnja do rujna porasli su indeksi cijena u elektroindustriji za 1 poen, a u industriji građevnog materijala za 0,9. U crnoj metalurgiji zabilježeno je sniženje indeksa cijena za jedan poen. Uslijed toga porast cijena za elektroindustriju i industriju građevnog materijala u odnosu na rujan 1966. i siječanj 1967., iznosio je 2 i 12 %, dok za crnu metalurgiju 4 % u odnosu na isto mjesečno razdoblje protekle godine, a 3,9 % u odnosu na siječanj 1967. Kod ostalih grana industrije, ovdje prikazanih, nije bilo promjena.

Tablica 1.

Indeksi cijena proizvođača	1966 / 1965	rujan 1967 / 1965	rujan 1967 / rujan 1966	rujan 1967 / siječanj 1967	rujan 1967 / srpanj 1967
Proizvodnja el. energije	122*	122*	100	100	100
Proizvodnja ugljena	108	108,8	101	100	100
Proizvodnja nafte	97	97	100	100	100
Crna metalurgija	120	118,8	99	99	99
Obojena metalurgija	125	132,6	104	103,9	100
Elektroindustrija	107	111,8	102	102	101
Kemijska industrija	108	111,8	104	102	100
Ind. građ. materijala	103	127,2	112	112	100,9
Proizvodnja i prerada papira	104	104	100	100	100

Cijene ugljena lignita na malo u porastu su, te im je nivo od mjeseca srpnja do rujna porastao za 3,2 %, što je u svakom slučaju povezano sa približavanjem zimskog razdoblja, te prema tome povećanom potražnjom ugljena. Kod tekućih goriva i maziva cijene na malo su porasle (za ista dva mjeseca) za 0,9 %, dok su cijene električne energije i drva za ogrjev ostale nepromijenjene. Iako se o cijenama električne energije raspravlja, promjene koje se mogu očekivati mogle bi nastupiti tek početkom dolazeće godine. Cijene električnim štednjacima ostale su na istom nivou kao i u srpnju, međutim, cijene hladionika su i dalje u opadanju, te su u rujnu bile za 3,2 % niže od cijena u srpnju, što znači da su u uspoređenju sa prosječnim cijenama u 1965. niže za 4,3 %.

Tablica 2.

Indeksi cijena na malo	1966 / 1965	rujan 1967 / 1965	rujan 1967 / prosinac 1966	rujan 1967 / srpanj 1967
Tekuća goriva i maziva	117,6	131,8	112	100,9
Električna energija	128	124,3	94,2	100
Drvo za ogrjev	111	111	100	100
Lignit	123	124,7	97	103,2
Električni štednjak	110	110	99	100
Hladionik	107,5	95,7	92,1	96,8

Troškovi života su u mjesecu rujnu niži za 1,9 % od troškova u srpnju, na što je utjecalo sniženje ishrane za 5,7 %, i to uglavnom u podgrupi voća, povrća i nekih vrsta mesa, premda su cijene nekih prehrambenih proizvoda porasle. Troškovi duhana i pića, stanarine i vode te pokućstva su ostali nepromijenjeni. Ostali troškovi, to jest za odjeću i obuću porasli su za 0,9 %, ogrjev i osvjetljenje za 1,8 %, higijenu za 0,9 %, kulturu i razonodu za 1,9 %, saobraćaj i PTT za 0,9 %.

* Indeks se razlikuje od ranije objavljenog jer je izračunat na osnovu definitivne prosječne cijene za 1966.

Tablica 3.

Indeks troškova života	1966 / 1965	1965 / srpanj 1967	rujan 1967 / 1965	rujan 1967 / rujan 1966	rujan 1967 / siječanj 1967
Ukupno	123	109,5	130,4	104,9	100
Ishrana	120	107,7	120	102	94,3
Duhan i piće	137	117,8	153,6	111	111
Odjeća i obuća	125	106,6	140	109,8	103,7
Stanarina, voda i dr.	131	124,6	161,9	123	100,8
Ogrjev i osvjetljenje	121	125,8	121	99	98
Pokućstvo	118	107,7	126,2	106	101,9
Higijena	129	144,6	154,9	116,5	110
Kultura i razonoda	126	106,6	146,1	114	109,4
Saobraćaj i PTT	125	106,6	135,1	108	102,9
Roba	122	109,2	126,8	105	99
Usluge	129	114,8	152,2	116,8	104,4

Troškovi za robu su niži za 3 %, a za usluge su porasli za 0,8 %.

Nominalna primanja u srpnju su bila viša od primanja u svibnju za 7,3 %, a za 18 % viša od prosječnih primanja u 1966. U privredi je porast nominalnih primanja niži od porasta u neprivredi. Najmanji porast primanja zabilježen je u industriji, a najviši u poljoprivredi.

Realna primanja su od svibnja do srpnja porasla za 9 %, i to u privredi nešto niže dok u neprivredi za 11 %. Time je nivo realnih primanja viši za 9 % od nivoa u srpnju 1965., a 19,2 % viši od prosječnih realnih primanja u 1965. Isti odnosi vrijede za privredu, dok povećanje nivoa u neprivredi iznosi 6,6 % odnosno 20,5 %.

Količina novca u opticaju je u porastu te je u srpnju bila za 30 % viša od prosjeka u 1966., a u kolovozu na 28 %. Porast količine novca u opticaju od lipnja do kolovoza iznosi 2,7 %.

Proizvodnja energije u srpnju je bila niža za 7,1 % od proizvodnje u lipnju, da bi u kolovozu ponovno porasla te bila veća za 2,1 % od lipanjske proizvodnje. Tako veliki pad proizvodnje u srpnju posljedica je općeg smanjenja proizvodnje, i to električne energije za 4,7 %, a ugljena za 13,6 %. U proizvodnji električne energije termoelektrane su sudjelovale sa 45,4 %, za razliku od 1966., kada je učešće iznosilo 57,3 %. Time je učešće termoelektrana u proizvodnji električne energije povećano s obzirom na mjesec lipanj kada je iznosilo 37,1 % (1966. — 45,3 %).

U mjesecu kolovozu počela je rasti proizvodnja električne energije, što je normalno, te je bila viša od proizvodnje u srpnju za približno 1 %. Istovremeno je poraslo učešće termoelektrana u proizvodnji na 55,8 % (1966. — 57,5 %). Ove godine je u ljetnom razdoblju znatno porasla proizvodnja električne energije u hidroelektranama u odnosu na isto razdoblje prošle godine. Proizvodnja ugljena u kolovozu je povećana za 20 %, prešavši na taj način proizvodnju u lipnju.

Proizvodnja i prerada nafte je u stalnom porastu te je u srpnju povećana za 7,5 %, a u kolovozu za još 0,9 %.

Ukupna industrijska proizvodnja je u srpnju o. g. imala nivo proizvodnje isti kao i u srpnju prošle godine, dok je u kolovozu za jedan poen niža za Jugoslaviju, a jedan viša za Hrvatsku. *Boris Tilić*

LOŠA USLUGA ZAJEDNIČKOM RADU

Diskusija Ive Božina, dipl. ing., direktora Biroa Poslovnog udruženja, koja je u izvornom obliku objavljena u »Energiji« broj 7—8 ove godine, bila je već predmet opravdanih primjedaba na upotrebljene postavke i račune. Ove primjedbe nisu uvažene, pa ih ponovno iznosimo. Pri tome se koristimo podacima koje je, na naš zahtjev, dalo Poslovno udruženje (dopis broj 131/2 od 24. VIII 1967.) kao svoje tumačenje i računski postupak.

Promatramo samo 1969. godinu, što se može primijeniti i na ostale. Na strani 266 dat je manjak snage za slučaj odvojenog rada regionalnih poduzeća:

Rijeka	(MW)	+ 39,7
Split	(MW)	— 31,6
Zagreb	(MW)	— 219,3
Ukupno	(MW)	— 212,2

Ove su snage potrebne uz zadane redukcije Rijeke u 1 %, Split u 15 % i Zagreb u 1 % slučajeva. Ovom, odvojenom radu, kompariran je zajednički rad uz redukcije u 15 % slučajeva i tada, u 1969. godini, nema manjka snage. Rezultat: »zajednički rad bolji je u 1969. godini od odvojenog za 212,2 MW ili 6,7 mlrd. st. dinara«.

Međutim, ovi podaci o manjkovima snage nisu usporedivi radi različitih pretpostavki zadovoljenja potrošača.

U spomenutom dopisu Poslovnog udruženja data je komparacija uz 1 % redukcija u svim regionalnim poduzećima u odvojenom radu sa 1 % redukcija u čitavoj republici u zajedničkom radu. Rezultati su:

1969. odvojeni rad

Rijeka	(MW)	+ 39,7
Split	(MW)	— 124,5
Zagreb	(MW)	— 219,3
Ukupno	(MW)	— 304,1

1969. zajednički rad

SRH	(MW)	— 177,0

Razlika je između odvojenog i zajedničkog rada 127,1 MW, dakle manje nego u prvom navedenom primjeru.

Pokušajmo u aproksimaciji pretpostaviti linearne odnose: ako se manjak snage regija Split smanjio za 124,5 — 31,6 = 92,9 MW prelazeći iz redukcija u 1 % na one u 15 % slučajeva, onda bi se odvojeni i zajednički rad kod istih redukcija (15 %) mogao razlikovati za 177,0 — 92,9 = 84,1 MW, odnosno, manjak snage kod odvojenog rada bio bi 212,2, a kod zajedničkog 128,1 MW.

Zajednički rad se unaprijed pretpostavlja kao racionalan, što može biti, a odvojeni kao neracionalan, što ne mora biti. Tako se kod odvojenog rada ne dozvoljava nikakvo hidrološko komplementiranje (unutar republike prekinute su sve električne veze!) Posljedica je da su kod zajedničkog rada preljevi prosječno godišnje 307,6 GWh, a kod odvojenog rada:

Rijeka	692,5	GWh
Split	546,4	„
Zagreb	0,0	„
Ukupno	1.238,9	GWh

Današnji (i jučerašnji) rad regionalnih poduzeća ne poznaje ovakove preljeve. Komu i zašto je onda potrebno ovakovo tumačenje zajedničkog rada!?

Ante Busatto, dipl. ing.
»Elektroprivreda Dalmacije«

IZ »IZVJEŠTAJA« KOMISIJE KOJA JE RAZMATRALA UZROKE POMANJKANJA ELEKTRIČNE ENERGIJE KRAJEM LISTOPADA I POČETKOM STUDENOGA GODINE 1967.

Rješenjem saveznog sekretara za privredu br. Pov. 116/1 od 3. XI 1967, obrazovana je komisija sa zadatkom da ispita zbog čega je došlo do opće nestašice električne energije i do neophodnosti donošenja Naredbe o ograničavanju isporuke električne energije, kao i da predloži odgovarajuće mjere. Radi izvršenja ovog zadatka komisija je trebala ispitati i ocijeniti, da li su racionalno korišteni postojeći elektroenergetski kapaciteti, odnosno izvori. Komisija je pri tom imala naročito da ispita:

— u čemu je nestašica električne energije,
— da li je postojeća elektroenergetska bilanca za ovu godinu realna, šta je ta bilanca predvidjela za pokrivanje potreba u kritičnim mjesecima i da li je po njoj postupano,
— da li su pojedine vrste izvora električne energije optimalno korištene, a posebno da li su optimalno i svrsishodno korištene akumulacije, da li je pravilno planirano i kako je realizirano korištenje akumulacije,
— da li su najracionalnije iskorištene proizvodne mogućnosti termoelektrana u prethodnom periodu radi čuvanja akumulacija za kritičan period, da li je njihov remont bio sa ovim usklađen, zašto su pojedine termoelektrane i toplane ostale izvan pogona u kritičnom periodu, koji su uzroci njihovih kvarova i da li ih se moglo izbjeći,
— da li je razmjena električne energije među poduzećima optimalno obavljena,
— kako je na ovu situaciju utjecala razmjena električne energije sa susjednim zemljama,

— da li su mogle biti poduzete parcijalne izmjene u tarifnom sistemu kojim bi se utjecalo na ravnomjernije angažiranje odnosno korištenje energetskih kapaciteta,
— da li su u odgovarajućoj mjeri korištene prognoze hidrometeoroloških službi, i
— kada se konkretna opća nestašica električne energije mogla predvidjeti i zbog čega nisu pravovremeno upozoreni svi zainteresirani, odnosno nadležni organi.

Navedenu komisiju su sačinjavali:

— Predsjednik komisije: Hasan Šiljak, pomoćnik saveznog sekretara za privredu,
Članovi komisije:
— Filipovski ing. Blagoje, pomoćnik republičkog sekretara za privredu SR Makedonije,
— Jurida ing. Vladislav, direktor sektora energetike u poslovnom udruženju Progres-Invest, Beograd
— Krivanek ing. Valter, profesor Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu,
— Lešnik Vladimir, pomoćnik republičkog sekretara za privredu SR Slovenije,
— Mandić ing. Dejan, rukovodilac sektora u poduzeću Energoprojekt, Beograd,
— Pop-Kocić dr Živojin, savjetnik u Saveznom sekretarijatu za privredu,
— Požar dr ing. Hrvoje, profesor Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu,
— Stepanović Radomir, sekretar Odbora za energetiku Upravnog odbora Savezne privredne komore,
— Subanović ing. Bratislav, prof. Tehničkog fakulteta u Nišu,
— Šlebinger dr ing. Vladimir, savjetnik u Saveznom sekretarijatu za privredu.

Na temelju provedene analize komisija je došla do slijedećih zaključaka:

1. Redukcije sprovedene krajem oktobra i početkom novembra 1967. iznosile su oko 60 GWh električne energije. Redukcije su posljedica pomanjkanja energije i snage.

2. U razdoblju januar—septembar ove godine podmiren je stvarni konzum u cijelosti, pri čemu su svi potrošači (distribucija i direktni potrošači) preuzeli 96 %, a direktni 90 % od bilancom predviđenih količina.

3. Elektroenergetska bilanca izrađena na bazi prosječnih prirodnih uvjeta (u skladu s čl. 50. Osnovnog zakona o elektroprivredi) predstavlja značajan elemenat nesigurnosti u sagledavanju situacija koje se mogu očekivati u elektroenergetskom sistemu. Elektroenergetska bilanca bila je, dakle, postavljena nerealno s obzirom na predviđanja pojave pojedinih dotoka, koji su mogli (a to se i desilo) i izostati. Ni tako izrađena elektroenergetska bilanca nije sadržavala rezerve u drugom polugodištu.

4. Postojećim hidroelektranama i termoelektranama planirani konzum u godini 1967. može se u potpunosti zadovoljiti sa sigurnošću od 93,3 % promatrano po mjesecima, a kad se promatra kalendarska godina u cjelini može se očekivati u jednoj od tri godine pojava redukcije.

Pojavu nezadovoljenja konzuma nije moguće sa sigurnošću vremenski locirati u određene mjesece. Najčešće se poteškoće mogu pojaviti u razdoblju od septembra do decembra.

Treba naglasiti da je elektroprivreda za visinu konzuma koji je predviđen u 1967. planirala u svom razvoju pored kapaciteta koji su u pogonu u toj godini, i nove kapacitete. Takvi kapaciteti su odobreni, nalaze se u izgradnji, ali nisu na vrijeme dovršeni. Uz nove kapacitete postojala bi veća sigurnost opskrbe potrošača.

5. Hidroelektrane su od januara do oktobra 1967. proizvele za 473 GWh više nego što je predviđeno elektroenergetskom bilancom, što je posljedica povoljnijih hidroloških uvjeta, dok su u periodu juni — oktobar proizvele za 301 GWh više, što je s jedne strane posljedica povoljnijih dotoka do kraja septembra, a s druge više napunjenih akumulacija početkom tog perioda.

6. U akumulacijama za HE Mavrovo, HE Vlasina, HE Bistrica i HE Split sačuvane su relativno velike količine vode, što je omogućilo praktički maksimalno korištenje tih akumulacija krajem oktobra i početkom novembra, pa stanje u tim akumulacijama nije utjecalo na pomanjkanje energije u razmatranom periodu.

7. Pražnjenje akumulacija za HE Vinodol, HE Perućica i HE Jablanica uvjetovano je potrebom pokrivanja vršnih opterećenja. Može se, međutim, ocijeniti da se u akumulaciji HE Perućica (nekoliko GWh) i u HE Jablanica moglo tokom septembra smanjiti pražnjenje za 10 do 15 GWh, što bi samo u manjoj mjeri moglo ublažiti redukciju krajem oktobra i početkom novembra.

8. Povećanje pražnjenja akumulacija za HE Mavrovo, HE Vlasina, HE Bistrica i HE Split ne bi moglo smanjiti pražnjenje akumulacija u HE Vinodol, HE Jablanica i HE Perućica, jer su obje grupe hidroelektrana bile angažirane za vrijeme vršnih opterećenja.

9. Termoelektrane su u periodu januar — oktobar proizvele za 1090 GWh manje, a u periodu juni — oktobar za 599 GWh manje nego što je elektroenergetskom bilancom bilo predviđeno. Termoelektrane su mogle s obzirom na tehničke mogućnosti proizvesti i više od ostvarene proizvodnje.

10. Remont termoelektrana izvršen je, kako je i planirano, u prvoj polovini godine, te su one bile spremne za preuzimanje planiranih opterećenja. Neke od termoelektrana (toplane Beograd, Zagreb i Ljubljana) nisu bile spremne za pogon uslijed kvarova, ali njihovi kapaciteti ne premašuju 15 % od ukupne snage termoelektrana, s kolikom se rezervom normalno računa.

11. Povećanje proizvodnje termoelektrana u periodu od jula do septembra utjecalo bi na smanjenje pražnjenja akumulacija za HE Mavrovo, HE Vlasina, HE Bistrica i HE Split. Današnje stanje tih akumulacija moglo bi utjecati na energetsku situaciju u posljednjoj dekadi novembra i kasnije ako do tada ne dođe do većih padavina i znatnog porasta dotoka.

12. Optimalni pogon elektroenergetskog sistema (uključujući način korištenja akumulacija, čuvanje re-

zervi u akumulacijama), sa stanovišta elektroprivrede i privrede u cjelini bit će postignut, ako se proizvodnja ostvari na takav način da zbir troškova vezanih za gorivo i šteta nastalih uslijed povremenih redukcija bude minimalan.

Samo se po sebi razumije da je pri tome odgovarajućim, prije svega ekonomskim mjerama, potrebno stvoriti uvjete za postavljanje i provođenje takvog optimalnog plana.

13. Izvoz električne energije nije utjecao na elektroenergetsku krizu krajem oktobra i početkom novembra. Uvoz je omogućio ublaženje krize. Neophodno je pojačati veze pogotovo s velikim elektroenergetskim sistemima drugih zemalja u koje je moguće izvesti viškove energije i od kojih se može očekivati uvoz u slučajevima pomanjkanja električne energije.

14. Može se konstatirati da su se u III dekadi oktobra i II dekadi novembra na Neretvi i na Trebišnjici pojavili mali protoci kakvi se u istom periodu nisu pojavili ni jedanput u posljednjih četrdeset godina.

Osim toga može se konstatirati da su se u 1967. na Neretvi (dvije posljednje u oktobru i prve dvije dekade u novembru), na Drini (posljednja u oktobru i prva dekada u novembru) i na Trebišnjici (posljednja u oktobru i prve dvije dekade u novembru) pojavile katastrofalno male vode.

Izostanak dotoka u drugoj polovini oktobra i početkom novembra izazvao je teškoće koje se objektivno nisu mogle izbjeći.

15. U periodu august — oktobar fleksibilnim potrošačima isporučeno je električne energije za oko 52 GWh više, a samo u oktobru za oko 12 GWh više nego što je predviđeno bilancom. Više isporučene količine imale su izvjesnog utjecaja na stanje u akumulacijama HE Mavrovo, HE Vlasina, HE Bistrica i HE Split, ali nisu imale utjecaja na stanje u ostalim akumulacijama.

16. Iako je Osnovnim zakonom o elektroprivredi predviđeno da se elektroenergetska bilanca izrađuje na osnovu prosječnih prirodnih uvjeta, te iako su u elektroenergetskoj bilanci bile navedene mogućnosti proizvodnje za različite vjerojatnosti pojava, trebalo je bilancom predvidjeti kako treba postupiti u slučaju da protoci dostignu niži nivo od planiranog (plan redukcije za različite stepene kritičnosti situacije, posebni tretman fleksibilnih potrošača).

Osim toga u elektroenergetskoj bilanci trebalo je da postoji upozorenje i analiza stvarne situacije u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije da ne bi ni privreda ni nadležni organi živjeli u uvjerenju da je u 1967. elektroprivreda u stanju da sigurno podmiri potrebe električne energije predviđene elektroenergetskom bilancom.

Rezimirajući sve gore izloženo može se konstatirati da je do nestašice električne energije krajem oktobra i početkom novembra došlo u prvom redu zbog niskih protoka u većini hidroelektrana i to u drugoj polovini oktobra i prvoj polovini novembra.

Osim toga komisija je razmatrala neka opća pitanja u elektroprivredi, pa je došla do slijedećih konstatacija:

1. Neka opća pitanja odnosa u elektroprivredi i elektroprivrede sa potrošačima

Velika nesigurnost u predviđanju dotoka u hidroelektrane predstavlja činjenicu o kojoj treba voditi računa kad se razmatraju međusobni odnosi unutar elektroprivrede, a također i između elektroprivrede i nekih grupa potrošača.

Međusobni odnosi unutar elektroprivrede, te elektroprivrede i potrošača, trebalo bi da se osnivaju na slijedećim principima:

— nedvosmisleno utvrditi materijalnu odgovornost elektroprivrednih poduzeća za opskrbu potrošača,

— osigurati optimalnu eksploataciju elektroenergetskog sistema Jugoslavije i pored činjenice da postoji organizaciona podvojenost elektroprivrede,

— osigurati interes svih proizvodnih i prijenosnih poduzeća da koriste ekonomičniju energiju bez obzira gdje se elektrane nalaze.

2. Obavezne isporuke među poduzećima u čiju djelatnost spada prijenos električne energije

Obavezne isporuke električne energije između elektroprivrednih preduzeća u čiju djelatnost spada prijenos električne energije utvrđuju se godišnjom elektroenergetskom bilancom, koja se zasniva na prosječnim prirodnim uvjetima (čl. 50. st. 2. Osnovnog zakona o elektroprivredi). Međutim, kad se pojave odstupanja od bilance predviđenih hidroloških uvjeta dolazi ili do nemogućnosti izvršenja isporuka ili do nemogućnosti preuzimanja planiranih količina energije.

Ostvarene međusobne isporuke u prvih 10 mjeseci 1967. pokazuju znatna odstupanja od bilancom predviđenih. Tako je na primjer u januaru poduzeće iz Sarajeva bilo obavezno da isporuči 149 GWh a isporučilo je 135, poduzeće iz Titograda bilo je obavezno da isporuči u oktobru 9 GWh a preuzelo je od drugih 13, poduzeće iz Zagreba trebalo je u januaru da dobije 67 GWh a preuzelo je 42, a u junu da preuzme 143 GWh a preuzelo je 107, poduzeće iz Skoplja trebalo je u septembru da preuzme 42 GWh a preuzelo samo 12, poduzeće iz Beograda trebalo je da preda ostalim poduzećima 33 GWh a u tom mjesecu je preuzelo 24, dok je u oktobru trebalo staviti na raspolaganje ostalim poduzećima 53 GWh a predalo je samo 4 GWh.

3. Odnos prema velikim potrošačima

Potpuna sigurnost snabdijevanja potrošača traži tolike investicije da je neekonomično izgraditi toliko kapaciteta koji bi takvu sigurnost osigurali. Stoga se pokazuje nužnim da se u određenim okolnostima obustavljaju isporuke električne energije određenim potrošačima.

Samo za energiju koja se dobavlja potrošačima koji se ugovorom obavežu da će svoju potrošnju električne energije prilagođavati mogućnostima elektroenergetskog sistema, opravdani su i niži tarifni stavovi. Takvi potrošači naime ne traže izgradnju dodatnih centrala za osiguranje svoje opskrbe. Postojanje ovakvih potrošača je u interesu elektroprivrede da bi mogla plasirati viškove koje inače ne bi mogla

plasirati, pa je nužno da se na bazi ekonomskih kriterija koji iz toga proizlaze formiraju odgovarajući tarifni stavovi. Budući da se u našem elektroenergetskom sistemu ne može s dovoljno sigurnosti predvidjeti vrijeme kada će nastati poteškoće, ne može se smatrati kao potrošač koji se prilagođava mogućnostima sistema onaj koji inzistira da se unaprijed godišnjim ugovorom fiksira dinamika dobave električne energije bez odstupanja.

Takvi potrošači međutim, moraju biti osigurani od samovolje u pogledu ocjene situacije koja traži djelomičnu ili potpunu obustavu dobave električne energije da se ne bi sve poteškoće u sistemu prebacile na te potrošače. Trebalo bi ugovorom između elektroprivrednog poduzeća i takvog potrošača, definirati neki reper kojim se određuje kad su smanjenja dobave objektivno opravdana i posljedica nepovoljnih hidroloških uvjeta, a ne slabog vođenja sistema. Tako na primjer taj reper bi mogao biti zbir dotoka u nekoliko ključnih hidroelektrana.

4. Tarifni sistem

Uredbom o tarifnom sistemu za prodaju električne energije (čl. 16.) određeni su mjeseci s nižim i višim sezonskim stavovima, s tim da je Zajednica jugoslavenske elektroprivrede ovlaštena da pored dva mjeseca utvrđena spomenutom uredbom može odrediti još dva mjeseca u kojima se primjenjuju viši sezonski stavovi.

Pitanje je da li takvo sezonsko tarifiranje ima željene reperkusije na obim potrošnje; a ako ima, može se dogoditi da su za mjesec s nepovoljnim hidrološkim prilikama (što nije moguće sigurno utvrditi) utvrđeni niži sezonski stavovi i obrnuto.

Pri tom bi sezonski stavovi mogli dovesti do takvog korištenja termoelektrana i akumulacija, koje nije optimalno, da bi se drugom poduzeću prodala veća količina energije u sezoni s višim tarifnim stavovima.

Komisija nije bila u stanju da utvrdi u kojoj je mjeri provedeni način korištenja akumulacija bio i posljedica takvog tarifnog sistema.

5. Održavanje frekvencije i napona

U elektroenergetskoj bilanci postavlja se zahtjev: »osigurati vožnju frekvencije tako da se u najnepovoljnijem slučaju kreće u okviru dozvoljenih tolerancija (+ 0,5 Hz)«.

Takva tolerancija je svakako prevelika s obzirom na potrošače, a pogotovo s obzirom na raspodjelu opterećenja među elektranama. Taj drugi utjecaj naime dovodi do kolebanja opterećenja pojedinih agregata što može dovesti do preopterećenja, ispada i raspada sistema. Tako visoka tolerancija promjene frekvencije danas se ne dozvoljava ni u jednom uredno vođenom elektroenergetskom sistemu.

Frekvencija nije održavana ni u tim tako široko postavljenim granicama. Ta odstupanja pojavljivala su se u svim mjesecima 1967. godine, pa nisu posljedica nepovoljne energetske situacije. Često se je, međutim, pojavljivalo i povišenje frekvencije (iznad 50 Hz), što je posljedica nastojanja da jedno poduzeće naturi električnu energiju drugom.

Plansko sniženje frekvencije u slučajevima krize dovodi do redukcije potrošnje (motori), i do šteta u industriji ali i do slabijeg iskorištenja vode u hidroelektranama. Osim toga pogon sa sniženom frekvencijom uz kolebanja koja su konstatirana u našoj mreži, dovodi u pitanje održanje pogona termoelektrana (pumpe, ventilatori) kao i sigurnost pojedinih agregata (pojačane vibracije).

Prekidi dobave vrlo su česti (i kad su prilike u elektroenergetskom sistemu u cjelini zadovoljavajuće) na manjem ili većem području.

Osim toga nivo napona ne zadovoljava u nizu područja. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede u informativnim biltenima za 1967. godinu navodi da se »nivo napona kretao oko donje granice dozvoljenog« na području Istre, Ljubljane, Slovenije, Vojvodine, Timočke krajine.

Prema današnjem stanju elektroprivreda nije stimulirana niti da osigura redovnu dobavu električne energije niti da održava frekvenciju i napon na nominalnoj visini, pa bi trebalo naći načina da se osigura takva odgovornost.

U

IZ RADA UPRAVNOG ODBORA POSLOVNOG UDRUŽENJA PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE SR HRVATSKE

U Zagrebu je 17. X 1967. održana XVI redovita sjednica Upravnog odbora Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske na kojoj su među ostalim razmatrani:

— Prognoza razvoja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije za razdoblje do 1980. godine (Izvještaj Saboru SR Hrvatske), i

— Novi Statut Zajednice jugoslavenske elektroprivrede — učlanjenje elektrodistribucije SR Hrvatske.

U elaboratu »Prognoza razvoja djelatnosti razvoda i distribucije električne energije za razdoblje do 1980. godine« naglašeno je da se podaci temelje na materijalima prognoze energetske bilance do 1980. koje su izradila elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske prema metodologiji »Grupe za koordinaciju rada na izradi prognoze energetske bilance Jugoslavije do 1980.«, sastavljene od stručnih predstavnika pojedinih grana energetike, Saveznog zavoda za privredno planiranje i Odbora za energetiku Savezne privredne komore.

U prvom dijelu elaborata je data organizacija elektrodistribucije SR Hrvatske, podaci o osnovnim pokazateljima kojima je definirana veličina i značaj elektrodistribucije, zatim podaci o osnovnim sredstvima, uposlenoj radnoj snazi, nabavi — preradi — transportu i predaji električne energije, struktura i razvoj mreže razvoda i distribucije s usporedbom fizičkog opsega u 1966. s onim koji je bio krajem 1959,

tehničko stanje i kvaliteta mreže i dr. Problem snabdijevanja potrošača kvalitetnom energijom obuhvaća problematiku održavanja konstantne frekvencije i problematiku održavanja napona unutar tehnički dopustivih granica. Dok je prvi problem isključivo u kompetenciji proizvodnje električne energije, problem kvalitete napona je problem elektrodistribucije, a odraz je nedovoljne razvijenosti mreže i pomanjkanja tehničkih sredstava za regulaciju napona.

Stanje elektrificiranosti naselja i domaćinstava krajem 1966. iznosilo je 82 i 83 %, a kod pojedinih područja poduzeća bitno se razlikuje. Djelatnost razvoda i distribucije električne energije prikazana je za razdoblje 1959—1965 za ostvarenje elektroenergetske bilance, a za razdoblje 1963—1965. za realiziranu strukturu ukupnog prihoda po kWh prodane električne energije, zatim strukturu ukupnog prihoda po djelatnostima elektrodistributivnih poduzeća, strukturu rada također po djelatnostima, strukturu cijene električne energije, realizirane stope akumulacije i realizirane prosječne prodajne cijene po grupama potrošača i fakturiranim veličinama.

Prosječna ostvarena stopa rasta neto potrošnje u razdoblju 1959—1965. iznosila je 12,7 %, a od 1963—1965. 9,3 %. Istovremeno je stopa rasta nabavne vrijednosti osnovnih sredstava za 1963—1965. iznosila 10,4 %. Prosječni porast ukupnog prihoda iznosio je 43,3 %, troškovi nabave električne energije po predanom kilovatsatu 29,3 %, a troškovi distribucije za 32,8 %.

U strukturi cijene električne energije troškovi nabave električne energije sudjelovali su sa 50—53 %; troškovi amortizacije, investicionog održavanja i ostalih materijalnih troškova sa 19—28 %; troškovi osobne, zajedničke i opće potrošnje sa 13—17 %; kamati na fondove u privredi i kamati na kredite sa 2—3 %, a fondovi poduzeća i ostalo, uključivo premije osiguranja sa 5—10 %.

Stopa akumulacije razvoda i distribucije električne energije je od 1963. sa 8,6 % porasla na 9,9 % u 1965.

Prosječna prodajna cijena električne energije je u 1963. iznosila 12,72 din/kWh u 1964. 15,77 din/kWh, u 1965. 20,35 din/kWh a u 1966. 23,72 din/kWh.

Nove cijene električne energije za uvjete privređivanja u privrednoj reformi primjenjuju se sa 1. VIII 1965., te se njihov efekat može dobiti tek na osnovu podataka za 1966. S novim cijenama primijenjen je i troškovni princip, koji je tada djelomično ispravio postojeće disparitete cijena, ali samo onoliko koliko je to dozvoljavao ograničeni okvir cijena.

Prilikom kalkuliranja novih cijena električne energije za privrednu reformu za kategoriju potrošača domaćinstva izračunata je cijena od 31,69 Sdin/kWh za Jugoslaviju, međutim s obzirom na istraživanja koja su tada vršena o iznosu sa kojim bi se trebali pokriti povećani troškovi života, izazvanim novim cijenama privredne reforme zaključeno je u organima Centralne komisije za paritete i cijene da se potrošači domaćinstva tarifiraju u okviru prosječne cijene od cca 25.— Sdin/kWh. Na osnovu pritiska javnog mnijenja i štampe preporučeno je distributivnim poduzećima da snize cijenu domaćinstvu, što su ona učinila, te je cijena u razmjerima Jugoslavije svedena na 19,86 umjesto 25,25 Sdin/kWh. Pri razmatranju ekonomskog položaja elektroprivrede u uvjetima privredne reforme i Osnovnog zakona o elektroprivredi, Savezna skupština donijela je sredinom ove godine, među ostalim smjernicama i zaključcima, da se izvrši korektura cijena električne energije za domaćinstva u više faza po cca 6.— Sdin/kWh. U izvršenju zaključaka Savezne skupštine elektrodistributivna poduzeća Jugoslavije su podnijela zahtjev Saveznom zavodu za cijene da se sa 1. VII 1967. ponovno stave u tečaj cijene električne energije za domaćinstva onako kako su utvrđene i odobrene za privrednu reformu. Savezni zavod za cijene je taj zahtjev odbio uz obrazloženje da se postupi prema propisima Zakona o oblikovanju i kontroli cijena, koji je donesen nakon odluka i smjernica Savezne skupštine. Elektrodistributivna poduzeća SR Hrvatske su nakon toga podnijela svoj prijedlog Izvršnom vijeću SR Hrvatske, s tim da se cijene zbog odmaklog vremena stave u tečaj sa 1. IX 1967. Po dobivanju suglasnosti prijedlog je upućen Saveznom zavodu za cijene, no rješenja još nema.

Pored ovoga postoji i disparitet između cijena električne energije i ostalih zavisnih cijena za one potrošače koji su direktno ili indirektno i dobavljači elemenata reprodukcije elektroprivrede.

Razvoj potrošnje električne energije zavisi prije svega od trenda razvoja ukupne energetske potrošnje i njene strukture. Budući da je za dobru prognozu elektroenergetske bilance potrebno mnogo više — elektrodistribuciji — nedostupnih elemenata, razrađena prognoza je I. razreda.

Prema prognozi stope rasta bruto potrošnje električne energije po razdobljima 1966—1970. iznosit će za SR Hrvatsku 9,86 % godišnje, 1971—1975. 6,96 %, a 1975—1980. 5,39 %. Za ista razdoblja prosječne prodajne cijene iznosit će 23,63 Sdin/kWh, 23,63 Sdin/kWh i 23,59 Sdin/kWh po sadašnjim tarifama.

Bruto investicije, što znači zamjena postrojenja, zaostale investicije za postojeći volumen električne energije zatim proširena reprodukcija uključivo izgradnja 110 kV i elektrifikacija neelektrificiranih područja, predviđene su u ukupnoj vrijednosti od 1,262 milijuna novih dinara za razdoblje 1966—1970., 1,279 milijuna za 1971—1975. i 1,412 milijuna za 1976—1980. Prema tome prosječne godišnje stope nove investicije u iznosu od 82,1 %, 69,9 % i 59,9 % od bruto investicija po pojedinim vremenskim razdobljima, iznose 10,93 %, 6,19 % i 4,40 %. Stope rasta novih investicija zaostaju za stopama rasta potrošnje električne energije zbog stalnog porasta produktivnosti sredstava rada. Ovo zaostajanje ne odnosi se na prvi vremenski period iz razloga što u tom razdoblju postoje zaostale investicije u veoma značajnom iznosu (12,4 % bruto investicija), a kao posljedica zanemarivanja djelatnosti razvoda i distribucije u prijašnjoj organizaciji elektroprivrede.

Za financiranje novih investicija postoje poteškoće, iz razloga što su vlastita sredstva zbog deprecirani cijena vrlo malena, bankovni krediti se dobivaju teško i pod nepovoljnim uvjetima i to uglavnom kao srednjeročni krediti s visokim kamatima, a emisije novih dionica ne može biti. Jedino je rješenje usvojeni prijedlog grupe saveznih poslanika od juna

mjeseca ove godine, koji se sastoji u tome da se kroz povećanje cijena električne energije osigura financiranje do 35 % ukupno potrebnih sredstava za nove investicije, u preuzimanju kredita onoliko koliko ih se može dobiti pod prihvatljivim uvjetima, te u prikupljanju sredstava od potrošača u obliku oročavanja ostatka potrebnih sredstava.

Da bi se moglo osigurati kontinuirano snabdijevanje potrošača kvalitetnom električnom energijom i daljnjeg ekonomskog rasta i razvoja elektroprivrede u skladu s razvojem ostale privrede trebalo bi:

a) u smislu zaključaka i smjernica Savezne skupštine povećati cijenu električne energije potrošačima domaćinstva prosječno za 6.— Sdin/kWh najkasnije 1. I 1968.;

b) doraditi revalorizaciju sredstava radnih organizacija, naročito na području niskonaponske mreže i postupnim povećanjima cijena električne energije pokriti efekte revalorizacije;

c) izraditi odmah projekt nove cijene električne energije koji će elektroprivredi osigurati oko 35 % vlastitih sredstava za djelomično financiranje novih investicija;

d) definirati plan investicija na osnovu kojeg bi se preračunala struktura novih investicija elektroprivrede po djelatnostima (proizvodnja, prijenos, razvod, distribucija, predaja);

e) ocijeniti raspoloživa kreditna sredstva za dopunsko financiranje novih investicija elektroprivrede;

f) utvrditi onaj dio ukupnih investicija elektroprivrede po novom kW u elektranama, koji bi sistemom oročenih sredstava financirali zainteresirani konkretni potrošači;

g) proračunati redukcioni faktor istodobnosti i

h) sastaviti vremenski plan postupnog povećanja cijena električne energije do utvrđenog nivoa i fiksirati dan prijelaza na novi sistem financiranja proširene reprodukcije.

Upravni odbor je u zaključku razmatranja prihvatio razrađeni elaborat uključujući i ovdje naprijed navedene postupke i zahvate u cilju osiguranja kontinuiranog snabdijevanja potrošača kvalitetnom električnom energijom.

U vezi donošenja novog Statuta Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, a naročito s obzirom na pitanje učlanjenja elektrodistribucije u članstvo Jugela, zaključeno je da će prethodno organi upravljanja u poduzećima dati svoja mišljenja na Statut kao i o pitanju učlanjenja distribucije u Jugel. Na osnovu tih mišljenja izradit će Biro Poslovnog udruženja odgovarajuće obrazloženje kako u vezi učlanjenja, tako i u vezi osnivanja Poslovnog udruženja distribucije Jugoslavije.

Boris Tilić, dipl. ing.

IZ »ELEKTROSLAVONIJE«, OSIJEK

Učešće potrošača u financiranju elektroenergetskih objekata kao uvjet za priključenje, odnosno povećanje angažirane snage

Potrošnja električne energije udvostručuje se u razvijenim zemljama svakih 10 godina. Međutim na području »Eelektroslavonije« u poslijeratnim godinama takav porast zabilježen je svakih pet, odnosno tri godine. Svakako da je takav tempo rasta potrošnje električne energije zahtijevao i velika financijska ulaganja u elektroenergetske objekte.

Imajući u vidu neprestani porast potrošnje električne energije napravljen je srednjeročni plan izgradnje elektroenergetskih objekata na području poduzeća »Elektroslavonija«. Na osnovu plana ustanovljena su i potrebna financijska sredstva za ostvarenje izgradnje planiranih elektroenergetskih objekata.

U cijeni električne energije nisu osigurana ni sredstva za tzv. običnu, a pogotovo ne za proširenu reprodukciju. Svako priključenje novih trošila električne energije na mrežu elektroprivrede zahtijeva, međutim, odgovarajuće proširenje elektroenergetskih postrojenja, kako se ne bi razvijala uska grla distribucije i ugrozila opskrba ostalih potrošača električne energije.

Na osnovu stručnih analiza kretanja potrošnje električne energije došlo se do potrebnih kapaciteta do kraja 1970. Prema naponu na kojem se pojedina grupa potrošača nalazi tj. priključuje, očekuje se slijedeće učešće u povećanju maksimalne snage na naponu 110 kV tj. na mjestu preuzimanja električne energije:

Naponski nivo	Učešće u vrš. opter.	Postotak učešća
35 kV	12 MW	20 %
10 kV	20 MW	33,3 %
0,4 kV	28 MW	46,7 %
Ukupno:	60 MW	100 %

Da se omogući korištenje ovih snaga potrebno je izgraditi elektroenergetske objekte u vrijednosti od 64 milijuna N Din. Od toga iznosa na objekte 110 kV otpada 37 %, a za dalekovode i transformatorske stanice 35 kV ukupno 30 % dok za objekte 10 kV otpada 20 % a na objekte reda 0,4 kV 13 posto.

Elektroprivreda ne raspolaže dovoljnim sredstvima za financiranje proširenja svojih kapaciteta. Kako bi »Elektroslavonija« Osijek u datim momentima ipak omogućila proces daljnje elektrifikacije svog područja, Radnički savjet je na temelju Zakona o elektroprivredi i člana 8 te članova 14 i 15 Osnovnog pravilnika o isporuci električne energije »Elektroslavonije« donio »Uvjete za priključenje, odnosno povećanje snage trošila električne energije od strane potrošača«.

Na temelju poznatih tehničkih odnosa pretpostavljeni su određeni faktori istodobnosti za potrošače raznih naponskih nivoa u vršnom opterećenju na naponu 110 kV.

35 kV	faktor istodobnosti	0,6
10 kV	„ „	0,4
0,4 kV	„ „	0,2

Primjenjujući određenu analogiju na sve naponske prilike došlo se do pregleda koji govori o opterećenju

Sl. 1. Osijek

koje izaziva 1 kW vršnog opterećenja na bilo kojem naponskom nivou. To sve je poslužilo da se utvrde potrebne investicije prema naponskim prilikama.

Prema tim uvjetima, potrošači koji se priključuju na opskrbnu mrežu trebaju doprinijeti dio manjkajućih sredstava za odgovarajuće proširenje elektroenergetskih postrojenja.

Maksimalni doprinos za 1 kW vršnog opterećenja prema naponskim nivoima određen je kod napona:

0,4 kV	sa	167 N Din	za	1 kW
10 kV	„	226 N Din	„	1 kW
35 kV	„	262 N Din	„	1 kW

Drugi dio potrebnih sredstava daje »Elektroslavonija« Osijek.

Upravo ovakav način osiguranja sredstava omogućio je kolektivu »Elektroslavonije« ubrzanu elektrifikaciju na cijelom području Slavonije i Baranje.

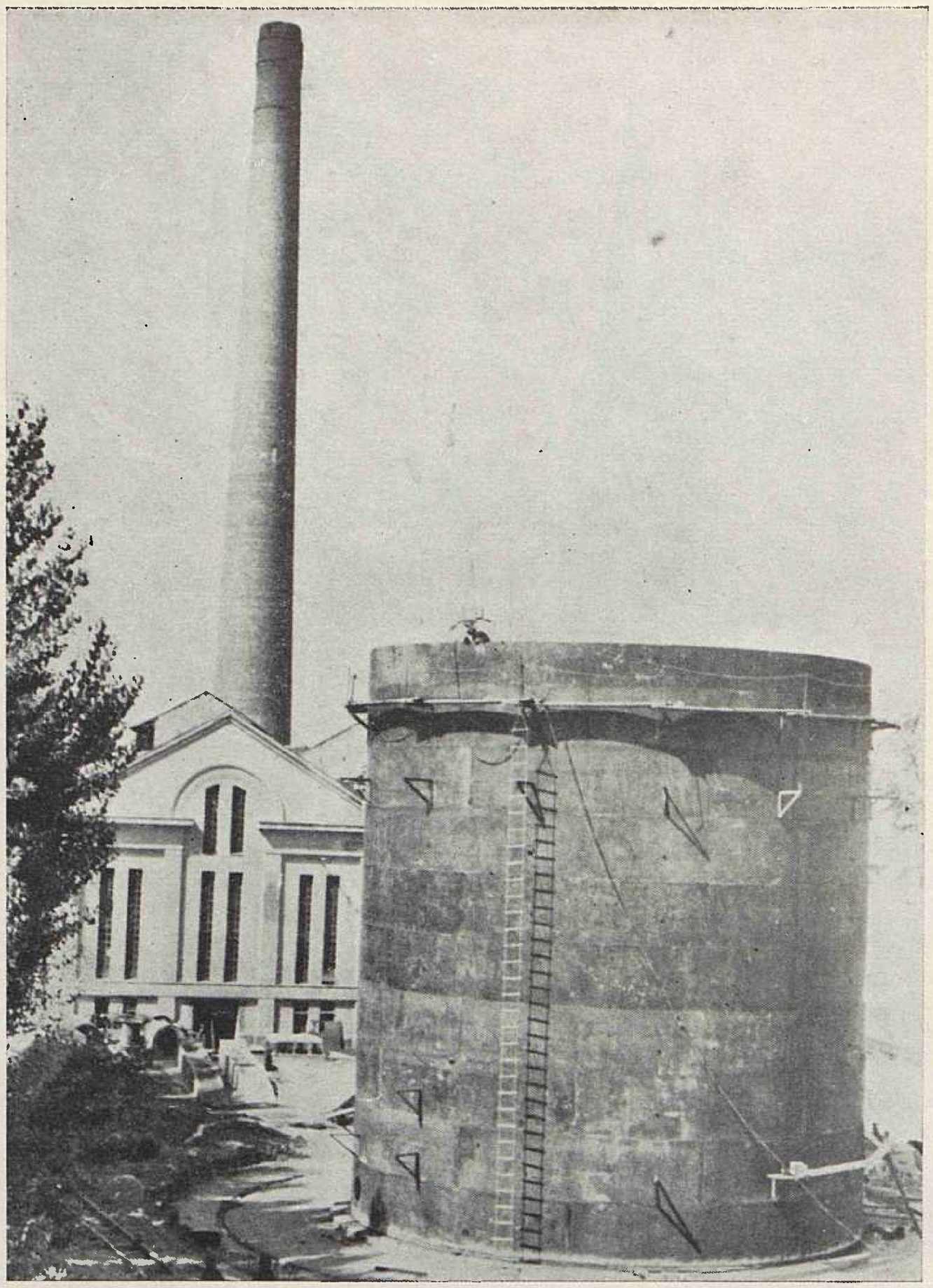
V. Stanić

PUŠTANJE U RAD NOVOG POSTROJENJA TOPLANE U OSIJEKU

Na dan Republike 29. XI o. god. svečano je pušten u redovan rad dovršeni dio postrojenja Toplane u Osijeku kao jedne etape od namjeravane rekonstrukcije starog postrojenja Termoelektrane. Razvojem elektroprivredne mreže došlo je u pitanje postojanje stare Termoelektrane, koja je bila puštena u pogon 1926. sa tri kotlovske jedinice ukupnog kapaciteta 12 t/h sa dogradnjom još jednog kotla 1936. godine kapaciteta daljnjih 12 t/h.

Kada je 1. VII 1963. Termoelektrana potpuno prestala s proizvodnjom električne energije, postavilo se pitanje njene potpune likvidacije. Tada je Radnički savjet »Elektroslavonije« 19. VII 1963. prihvatio investicioni program rekonstrukcije Termoelektrane u Toplanu i time su učinjeni temelji toplifikacije Osijeka.

Po programu bilo je predviđeno rekonstruirati postrojenje Toplane, izgraditi toplinsku mrežu i ugraditi novi turboagregat 10—20 MW. Sve skupa je trebalo stajati oko 3 milijarde starih dinara i izvesti u pet etapa. U prvoj etapi trebalo je osposobiti postojeće kapacitete i izgraditi toplinsku mrežu tri do pet km, u drugoj etapi dodati novi kotao od 60 t/h i proširiti mrežu za daljnjih 5—10 km, u trećoj etapi tre-



Sl. 2. Pogled na zgradu Toplane (bivše Termoelektrane) s novim rezervoarom za mazut

balo je ugraditi drugi kotao od 60 t/h i proširiti mrežu za 3—5 km, u četvrtoj etapi za daljnjih 5—7 km i u petoj etapi postaviti turboagregat 10—20 MW.

Do sada je investirano iz vlastitih sredstava »Elektroslavonije« 525,7 milijuna starih dinara, zatim iz kredita i sredstava korisnika ukupno oko milijardu i pol starih dinara.

Ovim ulaganjem dovršena je prva etapa i u većem dijelu druga etapa sa povećanom dužinom toplovoda, što će se odraziti na treću i četvrtu etapu.

Kapacitet toplane poslije završetka druge etape rekonstrukcije je 116 t/h pare, a ukupna dužina mreže je 18,9 km. Usluge toplane koriste oko 1000 domaćinstava, 43 ustanove i samo 4 privredne organizacije. Na taj način kapaciteti Toplane se koriste samo sa 25 %.

Naravno da je došlo do poskupljenja radova prema investicionom programu iz 1963.

Sredstva korisnika prikupljena su na temelju Pravilnika kojim je regulirano učešće potrošača u zajedničkoj izgradnji toplinskog postrojenja, a ovisno je o kapacitetu priključaka svakog pojedinog potrošača. Prodajna cijena pare za takove potrošače formirana je sa kalkulacijom ovog učešća te je, dakle, niža nego kod potrošača, koji nisu učestvovali u izgradnji kapaciteta.

Za daljnje radove treba predvidjeti dvostruko veći iznos od predviđenog po investicionom programu, pa »Elektroslavonija« neće moći nastaviti investicije bez povoljnih kredita. Situacija je teška i radi toga, što magistralni toplovodi i parovodi uslijed nepotpune izgrađenosti razvojne mreže i neizgrađenosti stambenih objekata koji su planom bili predviđeni za zagrijavanje, pa i uslijed nedovoljne zainteresiranosti pojedinih industrijskih pogona, nisu u dovoljnoj mjeri korišteni u svom predviđenom kapacitetu, te pogon toplane posluje na granici rentabiliteta iako uživa još uvijek izvjesne beneficije, što proističe iz sastava sa matičnim poduzećem.

I ovo je jedan primjer kako se toplinarstvo kod nas teško probija, jer je teško spojiti sve pojedinačne interese investitora, stambenu izgradnju industrijskih poduzeća, komunalnu službu i elektroprivredu, premda je ekonomija pothvata u cilju neosporno pozitivna. Glavni problem toplinarstva je investicioni kapital, koji bi trebalo dobiti od banaka, a koje ga imaju općenito premalo, a specijalno ne vide dovoljno profita kod ulaganja u toplinarstvo. Ovdje bi komunalne službe trebale pomoći, jer se tu radi ne samo o profitu nego i o rješavanju urbanističkog problema grada, higijenskih uvjeta života i društvenog standarda.

U

ELEKTROPRIVREDNE PUTOSITNICE

I

Elektroistrom i oko nje

Pozvao me predsjednik Izdavačkog savjeta, da se na kraju godine kao oprezni i razumni gospodari, prije nego što zakoraknemo u novu (1968) godinu, kritički osvrnemo na pređeni put, koje o čemu porazgovorimo i ustanovimo, što je u minuloj godini bilo pozitivno a što negativno, što treba u buduće podržavati i poticati, a čega se kloniti i izbjegavati, što su radili povjerenici, članovi izdavači, urednički odbori i ostali suradnici i tako redom. I kud će suza neg na oko, počeli s uredničkim odborom u Puli. O Istri i njezinim prilikama i neprilikama znali smo i inače povesti razgovor, pa ga je ovom zgodom trebalo samo nadovezati da bi s lakoćom krenuo.

Kad smo ono prošle godine pristupali reorganizaciji časopisa, njegova financiranja i uređivanja, s Elektroistrom nije bilo poteškoća. Tamošnji su nas ljudi odmah shvatili, najpripravnije se odazvali: potpisali ugovor o sufinanciranju, imenovali svoga predstavnika u Izdavačkom savjetu, formirali urednički odbor i sve je poteklo, da bolje nije moglo.

Međutim, nešto kao da ipak nije »klapalo«. Cijele se godine nitko, a ma baš nitko, ni iz Pule ni iz Istre nije uopće oglasio. Ne može se reći, da nemaju sposobnog kadra. Baš naprotiv: i tehničko im je i ekonomsko-financijsko osoblje na visini. Sjetimo se samo referata njihova ekonomiste Žarka Mrvoša na II savjetovanju distributivnih poduzeća u Beogradu u prosincu 1965. »O osnovnim principima raspodjele osobnih dohodaka« (vidi »Energiju« br. 9—12/1965) koji je bio veoma zapažen i na koji su se i kasnije mnogi pozivali.

Ili njihov tehničar Lino Gobo, čiji je sistem zračne transformatorske stanice općenito prihvaćen i već je u Istri primijenjen na preko 80 mjesta. Sve su to vrijedni i simpatični mladi ljudi, koji znaju svoj posao i vole ga. Pa kako to da šute i da se nikada ne javljaju?

— Znam ja Istrane — rekoh i stadoh dokazivati predsjedniku Izdavačkog savjeta — skromnost je to, a ne nemarnost! I odmah se prisjetih pokojnog Drage Žerve-a i njegovih stihova.

Sve je u Istri »miće«, sitno, maleno i skromno. Sami deminutivi: kuće su »kućice«, putovi su »putići«, krovovi — »krovići«, dolci — »dolčići«, lijehe — »lešice«, ptica je »tić«, a slavuj »slavić«. Pa i ljudi: Ivana je »Zvanica«, Josip je »Pepić«, Šimun — »Šimić«, Blaž je »Blažić« i tako redom. Sva se Istra, i zemlja i ljudi, uvukli u svojoj skromnosti u neke deminutive. Sasvim suprotno od, na primjer, Like i Ličana, gdje nitko i ništa ne smije biti »miće«, maleno. Voda je kod njih »vodurina«, ptica — »ptičurina«, britva — »britvetina«, žena — »ženetina«, Joso — »Josina«, Blaž — »Blažina«, Šimun — »Šimurina«, Vid — »Vidurina«, rukav — »rukavina«. Sve u njih buja od augmentativa!

Poći ću — rekoh — da obiđem sve uredničke odbore redom: »Elektroistrane«, »Elektroprimorce«, Elektrodalmatince« i »Elektroslavonce«, pa da vidimo, gdje što zapinje.

Sl. 1. Upravna zgrada poduzeća ELEKTROISTRA u PULI u ulici Lino Mariani

I o svima ću nešto zapisati. Da se bolje upoznamo, jedni druge pokrenemo, da promućkamo ustajale vode, da svi zajedno živnemo, da ne bi nastala nekakva »elektroprivredna žabokrečina«.

I krenuh na put. Svako je takvo putovanje pomalo zamorno. No to je samo fizički, jer je zapravo svako putovanje duševno obogaćenje. U Pulu! Razumljivo, da se iz Zagreba u Pulu ne ide vlakom. Bilo bi to kao da ideš desnom rukom u lijevi džep: na Zidani Most, pa skoro do samog Trsta na Divaču, a onda istom kroz cijelu Istru do Pule. Pitanje tunela ispod Učke (samo 7 km) koji bi povezao Istru s Hrvatskom nikako da se makne s mjesta. I zato je, hoćeš-nećeš, najbolje da sjedneš u autobus. Ima ih na pretek: iz Banjaluke, iz Niša, Beograda, a ima i domaćih — Slavnik, Autotrans iz Rijeke, Autosaobraćaj iz Pule, pa još neki. Sve u svemu sjedneš se na prilično uski stolac i voziš 7 i pol sati. Sjediš i slušaš. Svašta možeš saznati. Ja sam, na primjer, u detalje saznao tok burnih sastanaka kolektiva Autotransa iz Rijeke, kad su ono štrajkali i sređivali zamršeno pitanje raspodjele dohotka. Tri su šofera živo raspravljala cijelim putem i istom negdje kod Plomina razbistrila situaciju. Slušao sam ih i po narječju tačno saznao odakle je tko. — Vi ste Vlah iz južne Istre, a Vi Vlah iz zapadne Istre. Vi treći ste sigurno Bezjak, rekao sam im i na njihovo opće začuđenje pogodio: prvi je bio iz Šavičenta, drugi iz Tinjana, a treći Bezjak iz Lindara.

A i o samoj sam Puli i njezinu stanovništvu koješta čuo: »Istrijanci« ako ih brojčano i ima koji postotak više od drugih, tihi su; grlatiji su oni »novi«: Srbi, Makedonci, Muslimani, Šiptari. Talijani se izoliraše, žive okupljeni u svom »Circolo di cultura« posebnim životom i nikako da se uklope među nas . . . Sve sam to saznao od nepoznate suputnice iza moga sjedala. Bila je Ličanka, negdje oko Udbine a radi već pet godina u Socijalnom u Puli. Saznao sam i prezimena svih šefova u Socijalnom i njihove »karakteristike« . . .

Sl. 2. Pogled na Poreč

Pouka: u vlaku i autobusu ne pričaj koješta, jer se sve čuje. (Vrlo je pažljiv bio prodavač autobusnih karata u Slavonskoj Požegi, koji mi je nedavno, premda nepoznatom, prodajući mi kartu rekao: pokraj Vas sjedi onaj glavni od... Da se znate ravnati!)

U Pulu sam stigao u 9 i 30 na večer, svestrano informiran. Kiša, mrak, hotel ne baš daleko, ali po takvom vremenu?

. . . . . .

ELEKTROISTRA. Nisam se nikome najavio, ali svi su bili na mjestu, što je inače u poduzećima rijetkost. Uvijek je netko od mjerodavnih službeno odsutan: ili je na putu ili na terenu, na konferenciji, u općini, u banci itd.

Moderna i udobna zgrada, nova, s radničkim restoranom, lijepom i prostranom sindikalnom dvoranom, skladištima i sporednim djelatnostima, sve u tvorničkom krugu.

Bilo je upravo doba »marende« i prvo čime me dočekaše bilo je kiselo zelje s kobasicom »kapuz na istrijanski«. Brzo samoposluživanje s jednim jedinim konobarom, koji ti za čas spremi i obriše stol. Za pola sata preko dvjesta ljudi izredalo se, sjelo i pojelo.

Ljudi sa granice.

Sjedamo u sobu šefa računovodstva. Pokušavamo sastanku dati službeno obilježje, ali se ne možemo oteti nekom prisnijem, srdačnijem, tipično »istrijanskom« međusobnom odnosu. Vadim bilježnicu i naglasujem da bih htio ponešto zabilježiti. Upisujem imena prisutnih i moradosmo se nasmijati: inženjer Mišković Mario, inženjer Fraccaro Antonio, šef računovodstva Tomišić Atilio, novi član uredničkog odbora Roša Luciano, Radetić Ernesto. Čast je spasio ekonomista Mrvoš Žarko, jedini nosilac originalnog narodnog imena.

Eto, ljudi sa granice. Prava čistokrvna narodna prezimena, ali pet stotina godina pod Venecijom, dvadesetpet godina pod fašizmom, nije moglo a da se bar negdje ne odrazi. Bar na krsnim imenima. I danas još nailazimo diljem Istre na Brune, Jolande, Mafalde, Regine, ali s najhrvatskijim, nekoliko stoljeća starim, prezimenima...

Prelazimo na službeni dio. Drug Mario iznosi na stol zemljovidnu kartu Istre, mjerila 1 : 100 000 s lijepo ucrtanim električnim vodovima visokog i srednjeg napona. Promatramo gustoću mreže, pojne tačke i karakteristične bjeline, još neelektrificiranog područja. Tih je bjelina na sreću vrlo malo, tek na dva mjesta: u općini Poreč i u općini Pazin.

Na 30. studenoga 1967. stanje elektrificiranosti istarskih općina bilo je ovakvo:

100 % elektrificirane su bile općine Pula, Rovinj, Umag, Novigrad i Opatija.

Neelektrificiranih naselja prema podacima koje je iznio drug Antonio bilo je još:

u Bujama	6 sa	291 domaćinstvom
u Buzetu	1 sa	47 domaćinstva
u Labinu	5 sa	176 domaćinstva
u Pazinu	6 sa	583 domaćinstva
u Poreču	27 sa	756 domaćinstva

Općenito gledajući od ukupnih 53.341 domaćinstva, koliko ih ima područje poduzeća Elektroistra, neelektrificirana su još 1993 domaćinstva.

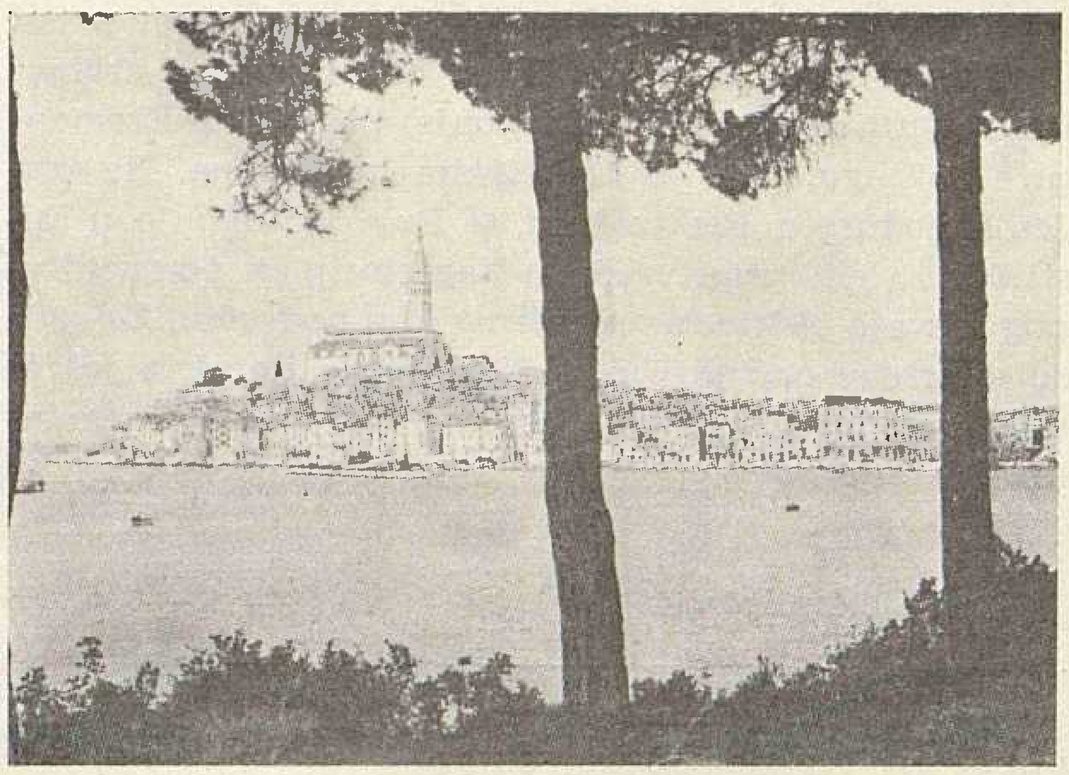
Na 31. prosinca 1967. stanje će biti povoljnije, jer se u međuvremenu neka naselja elektrificiraju punom parom i do toga će dana vjerojatno u nekim općinama sasvim nestati karakteristične bjeline. Tu prednjači Buzet kao najnapredniji, koji je umio naći načina da svojim stanovnicima nađe i rada i zarade, pa i elektrifikaciju kao najočitiji dokaz povišenog standarda. Unatoč tome što je to prirodno najsiromašniji kraj.

Međutim što je s Porečom, turistički najrazvijenijim, a prirodno najbogatijim i najvinorodnijim krajem sa 756 ili Pazinom sa 583 neelektrificirana domaćinstva?

Razgovor počinje dobivati sve manje službeni značaj. Analiziraju se etnički, socijalni, međunarodno-politički i kulturni razlozi.

Poreč je prije prvog svjetskog rata, kao glavni grad Istre, sjedište istarskog sabora, grad velikih posjednika, sjedište biskupije porečko-puljske, imao 4260 žitelja. Nakon drugog svjetskog rata 1945. brojio je još samo 2760 ljudi, mahom Talijana. Međutim i tih je velika većina iselila preko mora. Došao je novi živalj, prvih dana iz obližnjih sela i ostale Istre, a zatim iz čitave zemlje. Grad se turistički silno razvio i kažu da je došao čak na 4000 stanovnika, uglavnom najmanje Istrana, koji se, kako znadu reći, u njemu osjećaju strancima.

Sl. 3. Limski zaljev 12 km dugi fjord



Sl. 4. Rovinj

Iz okolnih sela, nekad plodnih i bogatih, narod je također otišao, uglavnom u Trst i preko mora. Međutim dok je u gradiće na obali Poreč, Vrsar, Rovinj, Novigrad, Umag itd. nagrnulo mnoštvo iz svih krajeva zemlje, željno mora i turističke zarade, u sela na okapanje zemlje nije došao nitko. Ostadoše sami starci, a i ti polako odumiru. Nikoga da ih zamijeni i prihvati se motike. Elektrifikacija sela? Kome je još stalo do toga? Sve živi u nekoj letargiji. Tu i tamo nađe se po neki koji bi još htio da se nešto stvori, ali i taj, ako je nešto mlađi, jedva čeka da se riješi motike i pođe u grad na lakšu i manje mukotrpnu zaradu.

Nije to slučaj samo u Istri. Tako je i u Italiji i u drugim zapadnim zemljama. Selo se raspada i bježi u grad.

To je razlog da su baš na Poreštini mnoga naselja bez elektrike. Međutim, kažu u Elektroistri, elektrika će ipak biti uvedena u cijeli niz sela na potezu Poreč—Baderna—Višnjan—Vižinada, jer je tu bogata turistička općina koja ima sredstava, a od žitelja trebat će da svako domaćinstvo uplati jedva 150 novih dinara, što je zapravo više simbolički doprinos.

Teži je slučaj s Pazinom, gdje općinski doprinos ni izdaleka ne bi dostajao za pokriće troškova, a samodoprinos domaćinstava koji bi iznosio čak 1500 novih dinara, nemoguće je skupiti.

Perspektive

Gledamo tako pred sobom zemljovidnu kartu i raspredamo perspektive. Mnogo je i kojekakvih planova bilo, da se iskoriste prirodna bogatstva Istre, da se narodu dade i prilike i mogućnosti, da nakon stoljetne čežnje za priključenjem zemlji domovini, dade oduška svome zanosu i na tom (bez svake šale!) djeliću raja zemaljskoga, stvori čuda neviđena.

Industrija? Cement, boksit, ugljen, mramor?

Prehrambena industrija? Poljoprivreda, ribarstvo, tvornice konzervi?

Tekstilna industrija? Tekstilne tvornice?

Pomorstvo? Brodogradnja, luke i skladišta, tranzitna trgovina?

Na ono najljepše i najjednostavnije, a ujedno najlakše ostvarivo dosta se dugo nije ni pomišljalo. Narod je masovno odlazio u rudnike oko Raše i Potpićna, rovao pod zemljom, pa i pod samim morem podno Labina, gušio se crvenom prašinom boksita, masovno se odazivao na dobrovoljni rad na izgradnji pruge Lupoglav—Štalije, napuštao rodna polja i vinograde, kad im je bio najpotrebniji i... glavinjao.

Na more i primorje, na divnu obalu i njezino najbliže zaleđe nitko ga nije usmjerivao. Trebalo je da ga na to upozore stranci: Francuzi sa svojom »Polinezijom« i »Plavom lagunom« kod Poreča, pa Švicarci, Nijemci i Austrijanci, koji navriješe poput nepreglednih jata ptica selica i spustiše se na svaki pedalj zemlje uz more.

Istrani se u prvi mah nisu znali snaći. U poratnom vrtlogu i natezanju oko granica: »zone A«, »zone B«, zatim međunarodnih komisija, francuske, engleske, američke i ruske »linije«, neki i razočarani, što im se nisu ispunile, pogotovo prvih godina, sve one lijepe nade za koje su u svom zanosu u općenarodnom ustanku davali i živote i imetke i, možda, očekivali više nego što je bilo moguće dati, mnogi su počeli kolebati, a neki i gubiti vjeru... A svi su oni, bez obzira na nacionalnu opredijeljenost, nakon dvadesetipet godina fašističkih progona, nacističkih divljanja i pustošenja, poratnog cjenkanja i natezanja, popraćenog bjesomučnom propagandom s onkraj granice, tako željno čeznuli za konačnim smirenjem, osobnom i obiteljskom sigurnošću.

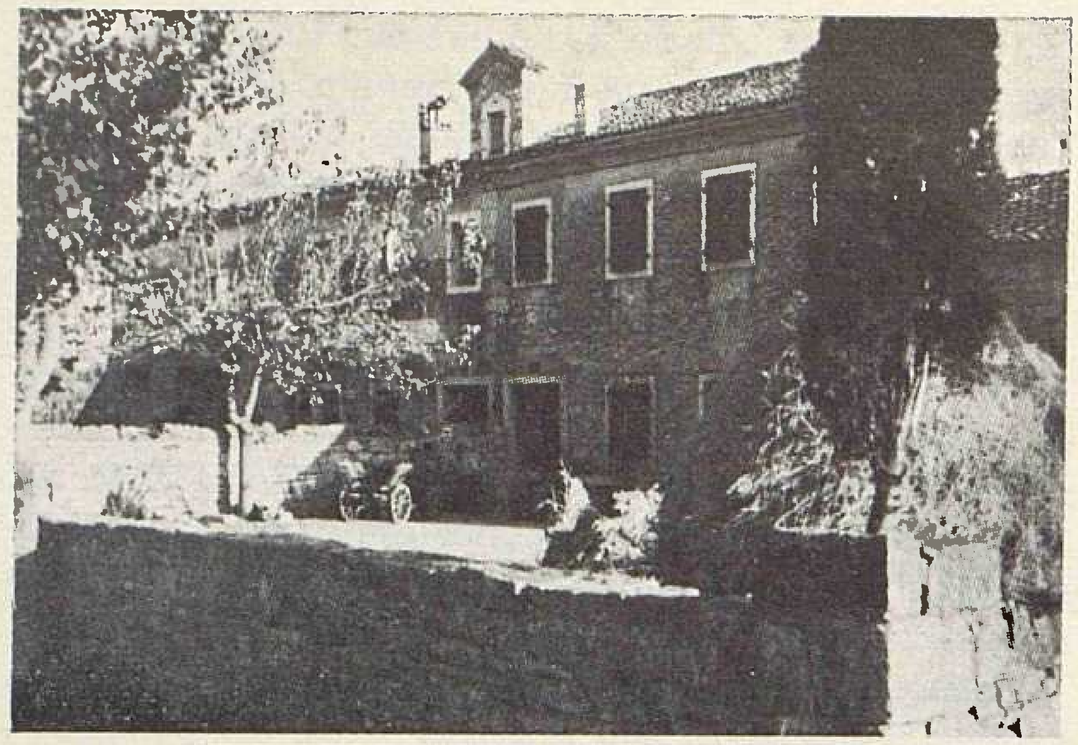
Mnogi su i podlegli. Iselili. Ponegdje su čitava sela i naselja, naročito u zapadnom dijelu, ostala pusta.

Statistički je dokazano, da su hrvatski seljaci od 4713 četvornih kilometara zemlje imali u svojim rukama kao svoje isključivo i neprijeporno vlasništvo 4138 četv. kilometara. Na ostalih 575 četv. km naseljen je bio, miješano, hrvatski i talijanski živalj.

Prema najnovijim podacima (V. Holjevac: »Hrvati izvan domovine« — Matica hrvatska, Zagreb 1967) ukupno je iz Istre od 1948. do 1961. iselilo 130.739 stanovnika, od čega 56.924 Talijana i 73.815 Hrvata.

Budući da je 1948. bilo u Istri 186.079 Hrvata, a otišlo ih u navedenom razdoblju, kako je rečeno, 73.815 znači da je Hrvata starosjedilaca ostalo još 112.264. Opet prema istoj statistici, danas ih ima svega 147.256, iz čega slijedi da je novo pridošlih 34.992. Ti pridošlice treba, međutim, da se istom prilagode, da zemlju najprije zasiju grobovima i natope je krvlju i znojem, da bi ju mogli zavoljeti i pravo uzljubiti.

Sl. 5. Stari maslinik u južnoj Istri



Sl. 6. Napuštena seljačka kuća u Varvarima kod Poreča

Iseljavanje se, na žalost, nastavlja i poslije 1961. Uzmemo li pak u obzir, da su na »starini«, na kućnom ognjištu ostali uglavnom starci, znači da je zapravo iselila potencijalna snaga naroda.

Sve su to problemi, koje mi »elektrifikatori« ne možemo ni rješavati, ni riješiti.

Analizirati razloge te velike i u nekim slučajevima upravo potresne seobe, zahtijevalo bi duboku i ozbiljnu studiju.

. . . . . .

Kakve i koje planove ima *elektroprivreda* Istre?

Najveće prirodno bogatstvo Istre je: blago podneblja, divno more uz vanredno pitomu obalu i neobično plodna zemlja, koja se pruža do samog mora. Bez strmina, bez kamenih klisura i oštra kamenja.

Jedinstveno u svjetskom turizmu.

Dakle: ne ugljen i rovanje pod zemljom, ne boksiti i kamenolomi, ne cementarne ili teška industrija. U turizmu leži budućnost Istre. Uostalom tko poznaje povijest Istre njemu to nije ništa novo. Stari su Rimljani to davno uočili, kad su zasijali čitavu zapadnu obalu vilama i ljetnikovcima, čije tragove mi danas iskapamo i začuđeno se divimo njihovom komforu, njihovoj umješnosti i umjetnosti.

Za koga je Vespazijam gradio u Puli arenu sa 25 tisuća sjedala? Zna se: za onih svojih 5 legija, koje su ga uzdigle na prijestolje a koje su naizmjence dolazile na zimovanje u južnu Istru, na odmor, na oporavak, na zabavu.

A i nakon propasti Zapadnog rimskog carstva, kada je Istra potpala pod vlast Gota i Ostrogota, Teodorikov ministar Kasiodor u jednom pismu godine 536. upravo uznositim riječima govori o Istri:

»Istra prekrivena maslinicima, žitnim poljima i mnogobrojnim vinogradima izlijeva iz njih kao iz triju bujnih dojki plodove svih mogućih proizvoda. Pravom se naziva Kampanijom Ravenne, smočnicom kraljevskoga glavnoga grada, raskošnim i razbludnim mjestom zabave. Njezini zaljevi i uvalice uzgajaju mnoštvo rakova i jastoga i obiluju ribama svake vrste. Na sve se strane vide nebrojena morska kupališta, a palače koje blistaju već iz daljine nalik su na niz bisera na skupocjenoj ogrlici«.

Raspravljamo.

Evo kakav je program izrađen:

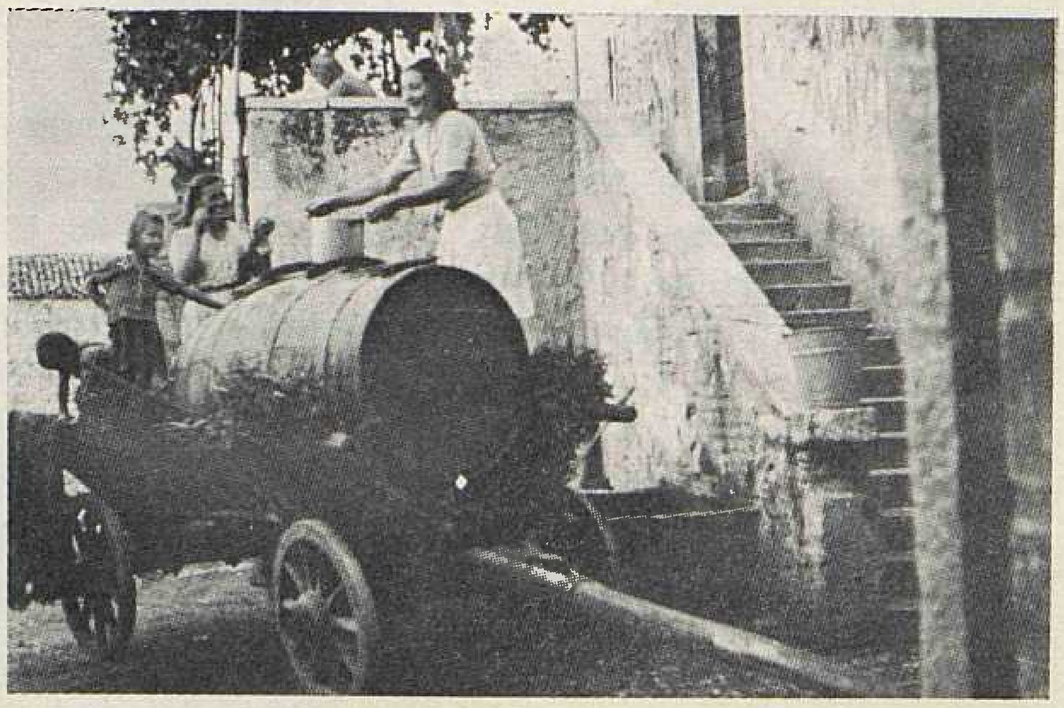
Čitava zapadna obala Istre, od slovenske granice na sjeveru (ušće rječice Dragonje) pa sve do Premanture na jugu, postaje *turističkim područjem*. Na traženje poduzeća Elektroistra iz Pule izrađen je u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu plan perspektivnog razvoja električne mreže na tom području. Za sada su dovršene općine Umag, Novigrad i Poreč, a još će biti razrađeno područje Rovinja i Pule do Premanture.

Predviđeno ležaja:

Područje	U kampu	Komerc. turizam	Vikend kućice	Radn. odmarališta	Dječja odmarališta	Priv. smještaj	Svega
Predjel Katoro	4280	10500	1500	2254	400		18934
Umag			2500	400			2900
Novigrad	6600	6000	2150	3000	1000	250	19000
Vabriga	1000	5000					6000
Črvar	400	2500	500				7000
Poreč	4000	11000	400	3700	250	6000	25350
Funtana	1200	1200	400	800		500	4100
Vrsar	3000	1400		1700	400	1500	8000
	2408	37600	7450	11854	2050	8250	91284

Da bi se turizam mogao skladno razvijati potrebno je u prvom redu osigurati udoban smještaj. Zato se brine ugostiteljstvo, koje ima velike i već razrađene planove, a u nekim ih mjestima (npr. u Poreču) energično i ostvaruje. Međutim, paralelno s time treba osim mora i prilaza k njemu, osigurati u prvom redu *pitku vodu*, a to je oduvijek bio za Istru problem prvoga reda.

»Kad bi Istra imala dovoljno vode i uz to se uspjela obraniti od tuče, ljepše i sretnije zemlje na kugli zemaljskoj se ne bi moglo naći« govorahu nekad Istrani. U starini se skupljala kišnica u cisternama i to je bila jedina opskrba pitkom vodom za ljude. Za blago postojale su lokve. Danas se zapadna Istra napaja vodom s izvora Rižane kod Kubeda i Mirne kod Buzeta.



Sl. 7. Zapadna Istra oskudijeva pitkom vodom. Ljeti se dovozi iz dalekih izvora u bačvama tzv. »kaštelanama«. Evo veselja kad je stigla voda.

Sada se predviđa, velika crpna stanica kod Gradole, koja bi količinama od 800 litara/sec. opskrbljivala vodom i za piće i *za navodnjavanje* čitavo zapadno područje Istre, s jedne strane Bujštinu do Savudrije, a s druge Poreštinu do Vrsara i Rovinja, a kasnije i južnije sve do Barbarige kod Pule.

Taj bi turizam značio ujedno i poljoprivredni preporod zapadne Istre i oživljenje umrtvjelih zapadnoistarskih sela. Navodnjavanjem te odlične i plodne zemlje stvorio bi se voćnjak i povrtnjak, kakvom teško da bi mogao konkurirati ni Cesenatico, ni Ravennatico, ni Furlanija u susjednoj Italiji. Hoteli ne bi trebali uvoziti voće i povrće iz Makedonje ili iz Trsta, a meso iz Bosne i drugih još udaljenijih krajeva. Istarskom volovima nema ravnih ni na bjelovarskom sajmu.

Da bi se sve to moglo provesti potrebno je da elektroprivreda osigura za navedene turističke lokacije slijedeću snagu:

za područje Katoro	8400 kW
za Umag	11000 kW
Novigrad	10000 kW
Vabriga	3200 kW
Črvar	2000 kW
Poreč	8300 kW
Funtana	1300 kW
Vrsar	1800 kW
Svega dakle s a m o za turizam	46000 kW

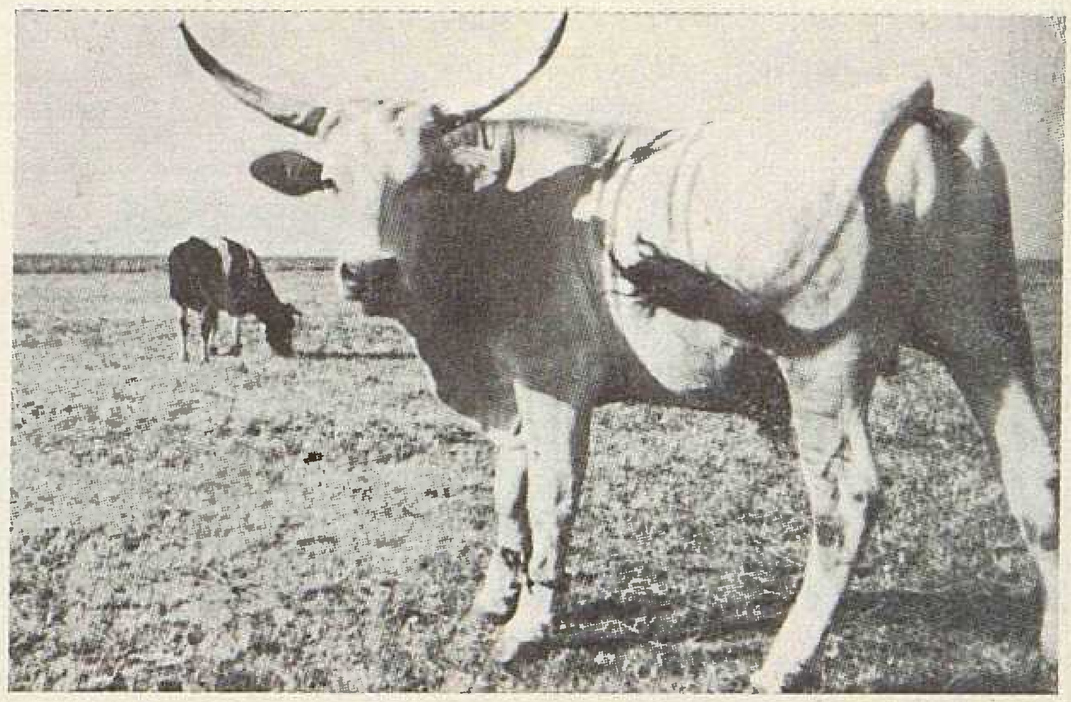
bez drugih potreba.

Otprilike isto tolika snaga bit će potrebna i za turistička područja južno od Limskog kanala, na Rovinjštini i Puljštini.

Za crpne stanice kod izvora Gradole snaga će biti daleko veća.

U svrhu osiguranja ovih količina električne energije pojačat će se već postojeća istarska mreža vodova visokog napona i osigurati dvije jake pojne tačke: termoelektrana Plomin i transformatorska stanica 220/110 kV Pehlin (Rijeka). Termoelektrana Plomin se gradi na ugljenim nalazištima kod Plomina, u prvoj

Sl. 8. Izvrsnih i kvalitetnih vina ima Istra na pretek. U mnogim selima zapadne Istre seljak će žednog putnika radije ponuditi vinom nego vodom.



Sl. 9. Pasmina istarskih volova, koji obično teže 800 do 1000 kg, opće je poznata. Zbog odlične paše i meso im je veoma ukusno.

etapi snage 125 MW a kasnije se predviđa daljnjih još 125 MW. Transformatorska stanica 220/110 kV u Pehlinu bit će u jednu ruku nadopuna i rezerva termoelektrane, a u drugu ruku tačka za preuzimanje eventualnih viškova energije, naročito nakon proširenja elektrane, te će povezivati istarsku mrežu na jedinstveni jugoslavenski elektroenergetski sistem najvišeg napona.

Nedavno izgrađeni drugi vod 110 kV Raša — Pula, mnogo je povećao sigurnost i kvalitetu napajanja tog najvećeg istarskog grada. Međutim za blisku budućnost najvažniji je dalekovod 110 kV, kojim će se direktno iz termoelektrane Plomin napajati srednji i zapadni dio Istre do Buja. Kojom će trasom taj dalekovod ići nije još definitivno utvrđeno. Prvobitno je bilo zamišljeno da od Plomina ide ravno na Badernu, gdje bi se izgradila jaka transformatorska stanica za opskrbljivanje porečkog turističkog područja. Kako su međutim novim planom predviđene snažne crpke kod izvora Gradole, trebat će taj vod usmjeriti sjevernije, vjerojatno preko Pazina izravno do doline Mirne, a zatim dalje prema Bujama i Kopru.

Međutim, uz pojačanje prijenosne mreže neophodna je daljnja izgradnja distributivne mreže srednjeg napona 35 kV i 10 kV. Upravo je stavljen u pogon važan vod 35 kV Labin—Raša, a kao najprioritetnije treba pristupiti gradnji voda 35 kV Poreč—Rovinj s pripadnim transformatorskim stanicama.

Stručnjaci iz Elektroistre u suradnji sa Institutom za elektroprivredu u Zagrebu ulažu mnogo truda u unapređenje i osiguranje pogona. Završena je analiza veličine i lokacije potrošača jalove snage u cijeloj mreži Pule, čemu su prethodila opsežna mjerenja i razrade materijala, a u toku je rješavanje problema uzemljenja zvjezdišta transformatora srednjeg napona (pri čemu su neki problemi rješavani na digitalnom računskom stroju).

Posebna je pažnja posvećena sigurnosti osoblja, pa su u toku mjerenja da se utvrdi najefikasniji način pomoćnog uzemljenja kod rada na vodovima.

Na koncu treba spomenuti da je poduzeće Elektroistra prvo u Hrvatskoj iskoristilo tercijarni namotaj transformatora 110/35 kV za napajanje konzuma 10 kV.

Sl. 10 Gradić Buje

Sve ovo što je iznijeto u nekoliko riječi potvrđuje želju stručnog kadra poduzeća da unaprijedi rad koristeći rezultate napretka tehnike...

. . . . . .

Slušam tako izlaganja tih skromnih i nenametljivih »Istrijanaca« i promatram, zajedno s njima, svim mogućim potezima išaranu zemljovidnu kartu Istre. U mislima već crtam perspektive i zamišljam njihove zadatke.

Gledam ih: ljudi su puni elana s mnogo dobre volje i želje da nešto stvore. Široki su, nisu sitničavi i ne žale sredstva; uložit će ih na korist i za ljepšu i bolju budućnost svoje zemlje.

Razgovaramo, pretresamo — što privatno što službeno — uzduž i poprijeko cijelu Istru, puna četiri sata. Zadaci se nameću sami. Koji?

Nabrajamo!

Prvo: poduzeti sve, da se sela i naselja širom Istre, koja još nisu elektrificirana, priključe na mrežu i time omogući svakom našem čovjeku da jednakopravno koristi sve blagodati koje pruža električna energija.

Drugo: ukopčati se u elektroenergetsko rješavanje najvažnijeg istarskog problema: opskrbe pitkom vodom cijele zapadne Istre jer je to životno pitanje svakog stanovnika, od Mirne na zapadu i Raše na istoku do rta Kamenjaka na jugu.

Treće: budući da za Istru i istarsku privredu, odnosno za blagostanje istarskog čovjeka, nije od životne važnosti neka veća industrija, nego dovođenje vode u svrhu napajanja i navodnjavanja blizu 20 tisuća hektara vanredno dobre i plodne zemlje — uklopiti se u taj veliki i, tako reći, historijski zadatak.

Četvrti zadatak: probijanje tunela kroz Učku u svrhu konačnog i definitivnog spajanja Istre s privredom Hrvatske nije, na žalost, u njezinoj kompentenciji pa tu može Elekroistra samo pomoći, ali ne i suodlučivati.*

Polje je rada — zaključismo — prostrano i široko.

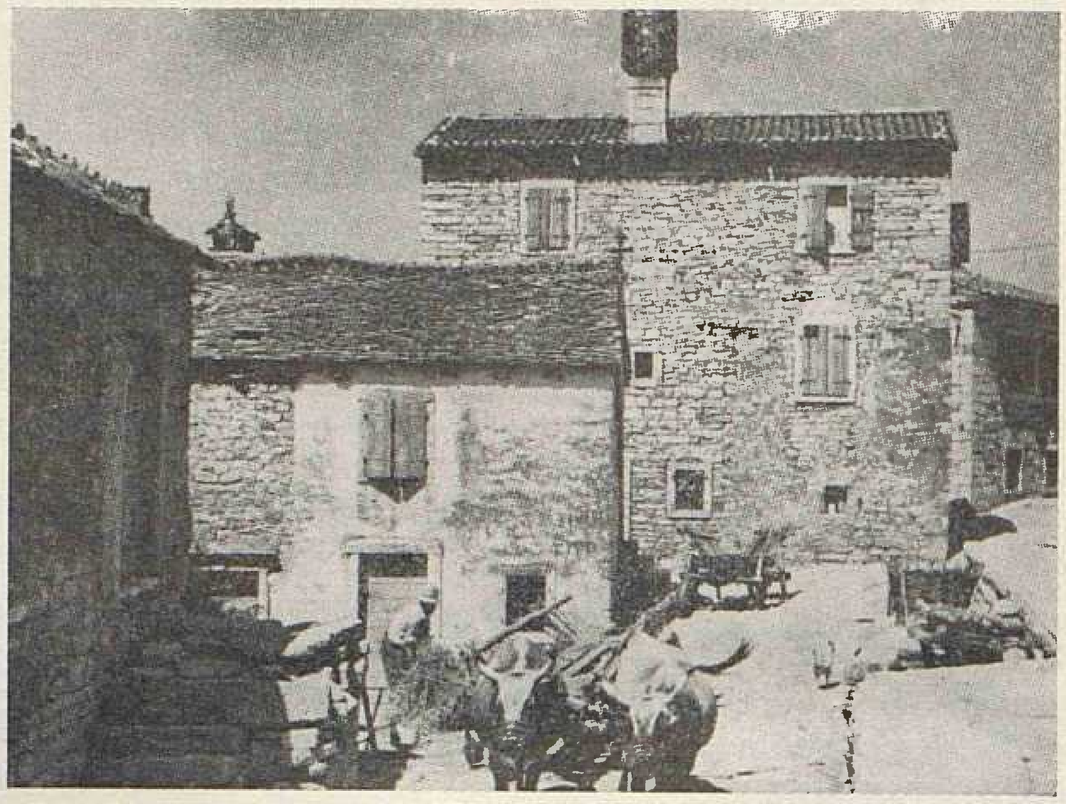
Ako ništa drugo zauzimat ćemo se — rekoše — i o tome vas izvještavati u našem listu.

. . . . . .

Tu se opet uvukoše u svoje deminutive!

— Pa možemo li mi skromni mali ljudi, da se javljamo sa svojim problemima uz bok visokostručnih rasprava i studija jednog Požara, Stefaninija, Feöczea i drugih elektroprivrednih kapaciteta?

— Ne samo da možete, nego je to vaša dužnost i vaša obaveza, kao članova uredničkog odbora, prema kolektivu, koji vas je izabrao svojim zastupnicima u časopisu.



Sl. 11. Seljačka kuća s gospodarskim dvorištem na Labinštini

— Evo Vam dakle odmah prvog priloga — reče Antonio i preda mi opis Gobova sistema sa dvije fotografije zračne transformatorske stanice za »istrijanske« prilike...

Pula, mjeseca studenoga 1967.

Ernest Radetić

---

* Željeznička pruga Divača—Pula spada pod upravu željezničke direkcije u Ljubljani, kao i sve druge istarske pruge. Sagrađena je još 1876. a dugačka je 122 km. Da bi se došlo iz Pule do Rijeke treba preći od Pule do Divače 122 km, od Divače do Pivke 24 km, a od Pivke do Rijeke 56 km. Probijanjem 7 km dugog tunela kroz Učku put bi se skratio tačno za polovicu. Taj bi se tunel mogao kombinirati i s autocestom, što bi za turizam Istre (spoj Opatije i istočne Riviere s Porečom i zapadnom obalom) bilo od neprocjenjive koristi.

Mreža visokog napona na području poduzeća ELEKTROISTRA

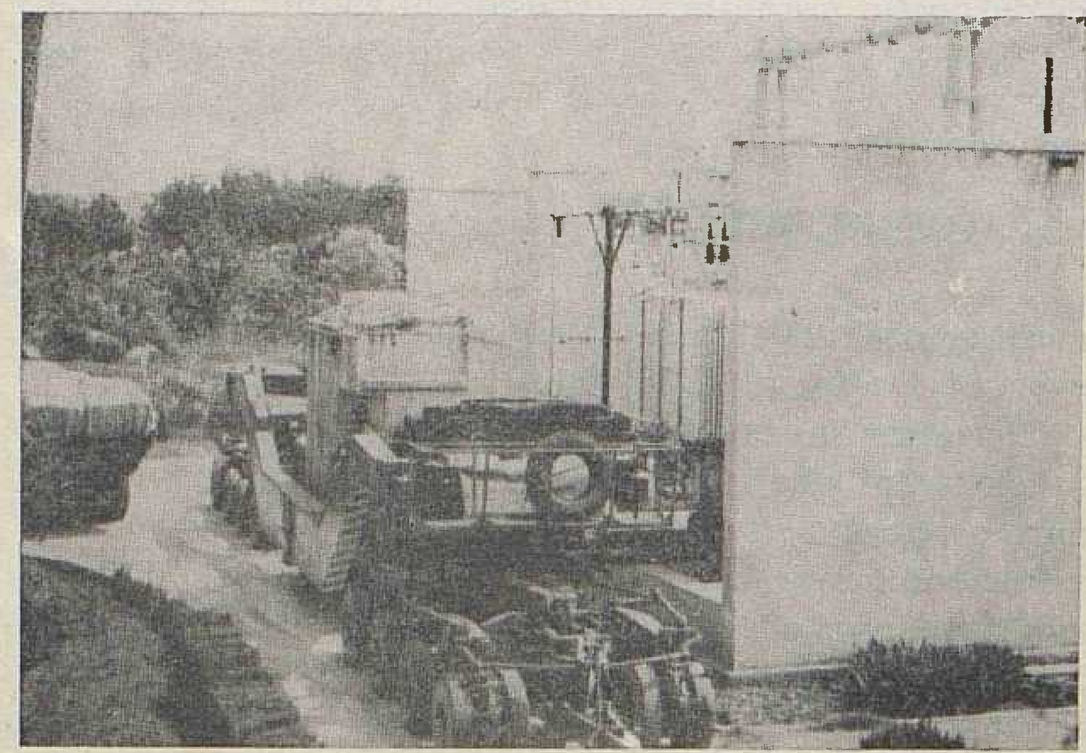
Nakon zastoja u izgradnji objekata prijenosne mreže na području Dalmacije, koji najbolje karakterizira podatak, da jedini značajniji rad na povećanju kapaciteta u 1966., predstavlja montaža transformatora 110/35 kV, snage 20 MVA u TS Komolac (Dubrovnik), prva polovina 1967. pokazuje znatno drugačiju sliku. Uz određena usavršavanja pogona, kao što su uvođenje automatske regulacije napona u TS Dugirat i TS Komolac, završeni su radovi na nekoliko objekata, koji se ističu više svojom važnošću nego veličinom. Uz pripreme koje se vrše za pristupanje realizaciji daljnje izgradnje, može se očekivati da je s ovom godinom započelo razdoblje obimnijih radova, iako još nije dostignut intenzitet koji zahtijevaju potrebe i planovi.

Za sve radove završene u ovoj godini, zajedničko je da su se izvodili na objektima koji su već u pogonu, te da su dobrim dijelom izvedeni vlastitim ekipama, kao što se to vidi iz prikaza danih u daljnjem tekstu.

TS 110/30 kV Zadar

30 kV postrojenje prošireno je ćelijom za priključak dalekovoda za TS 30/10 kV Zadar III, a u toku su radovi na ćeliji za priključak DV 30 kV za Nin. Najvažniji i najobimniji radovi vezani su sa završetkom proširenja postrojenja 110 kV sa sabirnicama i drugim transformatorom 20 MVA i pripadajućim mu 110 i 30 kV transformatorskim poljima. Oba transformatora 110/30 kV koja se sada nalaze u TS Zadar su proizvodnje ACEC, a do 1960. nalazili su se u TS Meterize. Tada su zamijenjeni u toj trafostanici transformatorima snage 40 MVA. Jedan je odmah ugrađen u TS Zadar, a drugi je prvo ostao van pogona u TS Meterize, da bi prije konačnog transporta u Zadar bio na kraće vrijeme prebacivan u TS Karlovac i TS Rakitje.

Povećanje snage transformacije u TS Zadar izvedeno je zbog porasta konzuma koji je na tome području zadnjih godina najviše povećan u Dalmaciji. To je vidljivo i iz podataka da je opterećenje trafostanice od njenog puštanja u pogon 1961. sa 12 MVA poraslo u 1967. gotovo dvostruko.

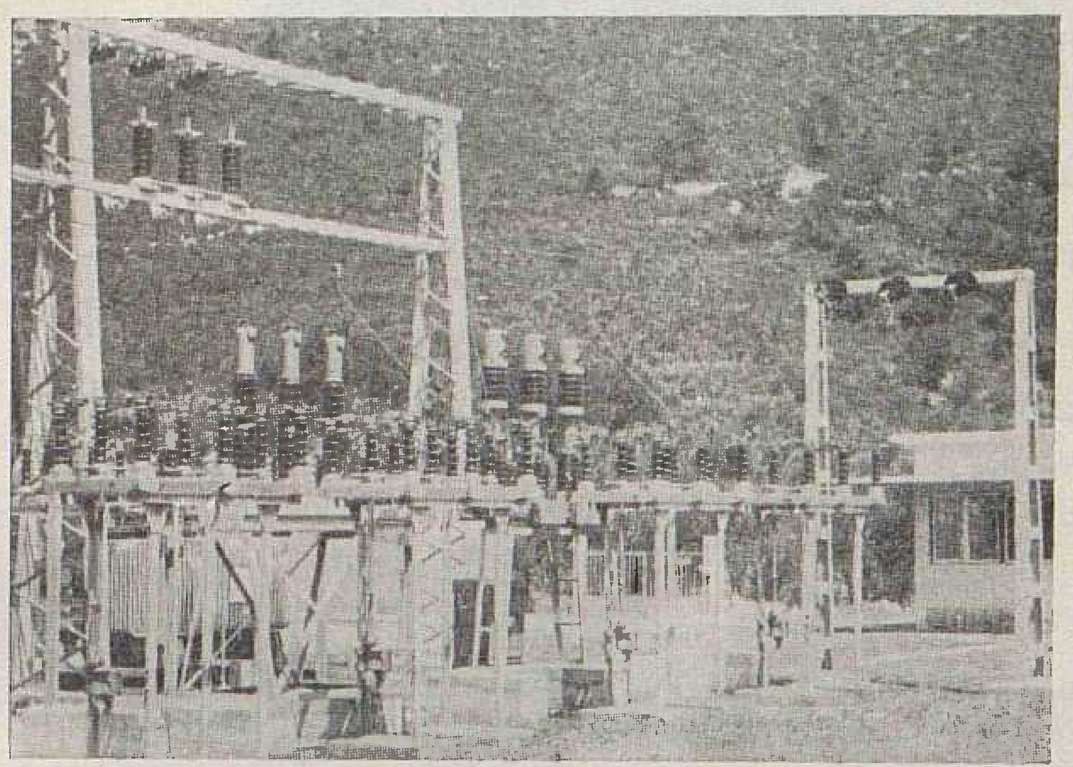


Sl. 1. TS 110/30 kV Zadar, drugi transformator 20 MVA pred postoljem

Drugi transformator omogućio je da se izvrši revizija regulacione sklopke, koja je daleko premašila dozvoljeni broj regulacija. Njeno stanje je pokazalo da je revizija stvarno izvršena u »posljednji čas«. Očito je da je kod trafostanica, koje imaju transformatore u pogonu više godina, potrebno imati odgovarajuću rezervu zbog revizija, da se ne moraju često isključivati praktički čitava konzumna područja. U tom se pogledu može vidjeti prednost npr. transformacije 2 × 20 MVA pred transformacijom 1 × 40 MVA, ukoliko naravno ne postoji rezerva u nekoj drugoj trafostanici za isto područje.

Sve potrebne dopune projekta za izvedene radove sa shemama vezivanja, izrađene su u Elektroprenosu, a svi montažni radovi izvršeni su vlastitim ekipama.

TS 110/35 kV Ston



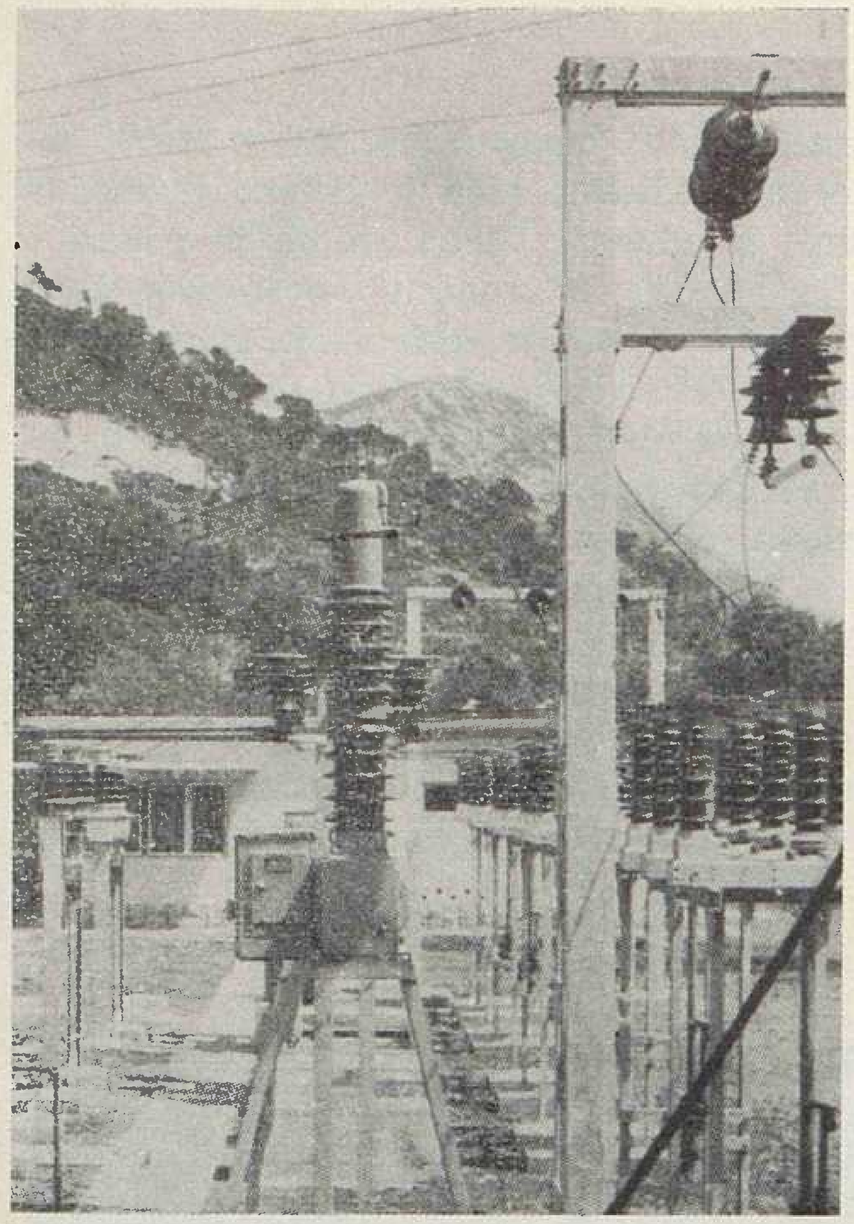
Sl. 2. TS 110/35 kV »Ston«, 35 kV postrojenje

Stavljeno je u pogon novo postrojenje 35 kV i komandna zgrada. Kad je 1960. trafostanica izgrađena, 35 kV postrojenje izvedeno je kao provizorij, za koji je upotrebljena oprema i konstrukcija vanjske montaže iz stare RS Lozovac, koju je isporučila još UNRA.

Novo postrojenje je također vanjske montaže, sa sklopkama i rastavljačima proizvodnje »Elektrosrbija«, osim transformatorske sklopke 35 kV, koja je proizvodnje »Energoinvest«, a predviđeno je da će se koristiti za ponovno grupno ukapčanje.

Komandna zgrada je prizemnica sa prostorijama komande, VF-a, aku-baterije i pomoćnim prostorijama. Transformator 110/35 kV ostao je isti, a to je neregulacioni transformator 10 MVA »Yorkshire« (također od UNRA). Za regulaciju napona ugrađen je regulacioni autotransformator 30 (35) kV Siemens, koji je bio u TS Komolac do montaže novoga regulacionog transformatora u toj trafostanici 1966.

Montažne radove i komandnu ploču izvelo je poduzeće »Svjetlost« Split. Prebacivanje pogona s provizornog na novo postrojenje vršili su osim stručnjaka Svjetlosti također i ekipe Elektroprenosa i Distribucije, tj. Elektrojuga Dubrovnik. Tako su svi



Sl. 3. TS 110/35 kV »Ston«, 35 kV postrojenje sa komandnom zgradom

radovi na prebacivanju izvedeni u toku jednog dana, uz najkraće mogući prekid dobave električne energije.

TS 110/30 kV Kraljevac

Porast opterećenja na područjima Imotskog i Makarske, koja se snabdijevaju električnom energijom iz 30 kV postrojenja HE Kraljevac, zahtijevao je da se hitno, tj. prije pune turističke sezone, pređe na transformaciju 110/30 kV. U vrijeme kada je HE Kraljevac bila van pogona, postojeće rasklopište 30 kV bilo je napajano, gledajući sa strane 110 kV mreže, preko transformatora 110/4 kV (4 kV je generatorski napon), zatim regulacionog transformatora 4/3,5 kV snage 5 MVA i konačno preko transformatora 3,5/30 kV, 2 × 2,5 MVA.

Ta višestruka transformacija ograničavala je, među ostalim, zbog nedovoljne snage transformacije snagu na 30 kV naponu, a opterećenje je već prelazilo 7 MVA, tako da su uslijedile redukcije potrošnje el. energije (jedan dan reduciralo se je područje Imotskog, a drugi Makarske). Transformator 110/30 kV postavljen je u rasklopnoj stanici 110 kV, koja se nalazi oko 400 m od elektrane. 30 kV strana transformatora spojena je nadzemnim vodom s rasklopištem elektrane, u kojoj se nalazi također komanda.

Rješenje sa sadanjim transformatorom je privremeno, jer je uzet stari neregulacioni transformator 10 MVA »Yorkshire«. Transformator je morao ući u pogon prije nego je isporučena sklopka 110 kV, tako da se kao transformatorsko polje koristi spojno polje.

Montažne radove su u cijelosti izvele ekipe Elektroprenosa, a projekat je izrađen u projektnom birou Elektroprivrede Dalmacije.

Daljinsko upravljanje RS 30 kV Lozovac

Transformacija 110/30 kV za područje Šibenika bila je prvo locirana u Lozovcu, a zatim je premještena u Bilice, tako da je u Lozovcu ostalo rasklopište 30 kV, bez transformacije. Paralelno sa gradnjom novoga rasklopišta 30 kV u Lozovcu 1959. pokrenuto je i uvođenje daljinskog upravljanja rasklopišta iz TS Bilice. Zajam za daljinsko upravljanje odobren je 1961, a 1962. sklopljen je ugovor sa »Iskrom« za montažu uređaja s tim, da je veći dio opreme, proizvodnje talijanske firme FACE, uvezen i dostavljen »Iskri«, radi kompletiranja i sastavljanja.

Naknadna nezainteresiranost »Iskre« za ove uređaje, budući da se je ona sama orijentirala na druge tipove, uzrokovala je da je tek krajem prošle godine uslijedila njihova isporuka i montaža, tj. par godina nakon isporuke uvoznog i ujedno glavnog dijela tih uređaja.

Daljinsko upravljanje RS Lozovac obuhvaća komandu sklopki, te niz signalizacija, kao što su signalizacije položaja sklopki, rastavljača, djelovanja releja za dozemne spojeve i njihovo kvitiranje itd. Komandna ploča sa shemom, izvedena je u mozaik tehnici, a smještena je na u tu svrhu oslobođenim poljima na komandnoj ploči u TS Bilice. Postoje dva spojna puta za prijenos komandi. Glavni preko dalekovoda i pomoćni preko posebne nadzemne linije. Prebacivanje s jednog na drugi je automatsko.

Potrebne radove i adaptacije koje je trebalo izvršiti u postojećim postrojenjima kao i polaganje signalnih tabela od čelija u RS Lozovac do uređaja za daljinsko upravljanje, izvršili su radnici iz pogona.

Vlado Draščić, dipl. ing.

HE »BAJINA BAŠTA«: POVEĆANJE KAPACITETA

Združeno elektroprivredno poduzeće Srbije i Aluminijski kombinat Titograd ugovorili su da se u HE »Bajina Bašta« ugradi IV agregat koji bi proizvodio energiju za kombinat. Dogradnjom novog agregata u HE »Bajina Bašta« povećat će se instalirana snaga za 87 MW, te mogućnost proizvodnje u prosječnoj hidrološkoj godini za daljnjih 153 GWh.

Predviđeno je da puštanje u pogon ovog agregata bude u 1971., ali je prema ocjeni stručnjaka moguće taj rok znatno skratiti. Po toku pripremnih radova može se očekivati da će IV agregat biti stavljen u pogon već sredinom iduće godine.

Potrebne investicije za proširenje kapaciteta u hidroelektrani »Bajina Bašta« od 20 milijuna novih dinara osigurana su sa 60 % kreditima Jugoslavenske investicione banke, dok će drugi dio dati Združeno elektroprivredno poduzeće Srbije i Aluminijski kombinat Titograd. S domaćom elektroindustrijom ugovorena je oprema; tako će tvornica »Litostroj« isporučiti turbinu, a »Rade Končar« generator i transformator. Isporuka opreme uslijedit će narednih mjeseci. - *I. R.*

Ima li ulja za loženje za termoelektrane?

Prema prognozama prerade nafte u Jugoslaviji do 1980. g. bile bi raspoložive slijedeće količine ulja za loženje, u hiljadama tona:

	1970	1975	1980
Za industriju i građevinarstvo	1645	3250	4850
u tome za elektroprivredu	560	900	1300

Što znače gornje količine, ilustriraju slijedeća predviđanja:

1970.	potrošnja u	
	Termoelektrani Sisak	250.000 t
	Termoelektrani-toplani Zagreb	150.000 t
	Toplani Zagreb, (stara)	80.000 t
	Toplani Osijek	80.000 t
	Ukupno:	560.000 t

U 1975. bilo bi po gornjoj procjeni raspoloživo za elektroprivredu još oko 340.000 t, što bi moglo snabdjeti još daljnjih 250 MW u kondenzacionoj elektrani. Daljnjih 400.000 t/g bilo bi raspoloživo oko 1980. ili za još 300 MW u kondenzacionoj elektrani.

Sve bi ovo naravno bilo moguće ako se postigne prognozirana ukupna količina nafte koja bi se u odgovarajućim godinama prerađivala u našim rafinerijama a to znači, ako tržište bude tražilo i ostale proizvode rafinerija, tj. benzin, motorno ulje itd.

Potrošnja nafte po stanovniku iznosila je u Jugoslaviji 175 kg u 1966. i po tome smo na posljednjem mjestu u Evropi.

Računajući da će SFRJ u 1970. godini imati 20,5 mil. stanovnika, tada bi prognozirana potrošnja od 7,0 mil. tona nafte odgovarala oko 340 kg po jednom stanovniku, tj. koliko približno troše po jednom stanovniku Bugarska i Rumunjska danas. Tek u 1975. godini, kad će potrošnja nafte iznositi 13,0 mil tona, a broj stanovnika predvidivo 21,7 milijuna, potrošnja po jednom stanovniku od oko 620 kg prekoračila bi sadašnju odgovarajuću potrošnju u Grčkoj i donekle se približila onoj u Austriji. Naravno, da će potrošnja nafte u drugim državama i dalje rasti i da neće stagnirati, tako da će i dalje ostati razlika između naše potrošnje po jednom stanovniku i one u drugim državama. Međutim, očekivati je da će u drugim državama dolaziti do izvjesnog zasićenja u potrošnji, pa stoga i manjeg porasta potrošnje po jednom stanovniku, nego kod nas, gdje se za razdoblje od 1966. do 1970. godine računa sa stopom rasta u potrošnji nafte od 18,5%, a tek iza 1970. godine stopa rasta bi slabila, tj. 13,3% za razdoblje od 1971. do 1975. i 10,2% za razdoblje od 1975. do 1980.

B. B.

Ne treba započinjati gradnju novih termoelektrana

Upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede smatra da sada ne treba počinjati sa izgradnjom novih termoelektrana, izvan onih koje je odobrila Jugoslavenska investiciona banka za pokriće manjkova do 1971. godine, pošto u razdoblju do 1972. godine takvi objekti neće naći plasman svoje električne energije ili će plasman ići na štetu rada drugih termoelektrana koje će tada biti u pogonu. Naprotiv, Upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede smatra da bi se izgradnjom novih akumulacionih hidroelektrana u znatnoj mjeri poboljšale prilike u elektroenergetskom sistemu. Ovakav stav Upravnog odbora Zajednice jugoslavenske elektroprivrede zasniva se na elaboratu »Prva projekcija elektroenergetskog bilanca Jugoslavije za period 1971—1975. godine« i diskusijama vođenim na sastanku stručnog savjeta koji je razmatrao studiju »Elektroenergetski odnosi u sistemu SFRJ u periodu 1969—1971.«

Nije jasno zašto se ova konstatacija odnosi samo na razdoblje do 1972. kada analize, pa i citirana »Projekcija« pokazuju da ne treba najmanje do 1974. predviđati puštanje u pogon novih termoelektrana. S druge strane postoji pritisak raznih investitora koji se brinu za energetsku bilancu na svoj način i probijaju parolama o novim termoelektranama na sve vrsti goriva, od ugljena i mazuta pa do nuklearnog.

B. B.

Izgradnja naftovoda Rijeka (Bakar) — Pančevo

U svibnju je trebala započeti izgradnja prvog jugoslavenskog magistralnog naftovoda dugačkog preko 500 kilometara, koji treba da povezuje luku Bakar, odnosno rafineriju u Rijeci, preko rafinerija u Sisku i Bosanskom Brodu sa budućom rafinerijom u Pančevu. Kapacitet transporta u prvoj fazi iznosit će 17 milijuna tona nafte, s tim da će se preko kraka između rafinerija nafte u Sisku i Bosanskom Brodu moći transportirati 8 milijuna tona a ostalim po 4 milijuna tona nafte. Radovi se moraju završiti do 1969. Naknadno će se izgraditi krak Sisak — Botovo za transport nafte u Mađarsku i Čehoslovačku.

Predračunska vrijednost naftovoda iznosi oko 700 milijuna novih dinara.

Vodoprivredna osnova rijeke Drave

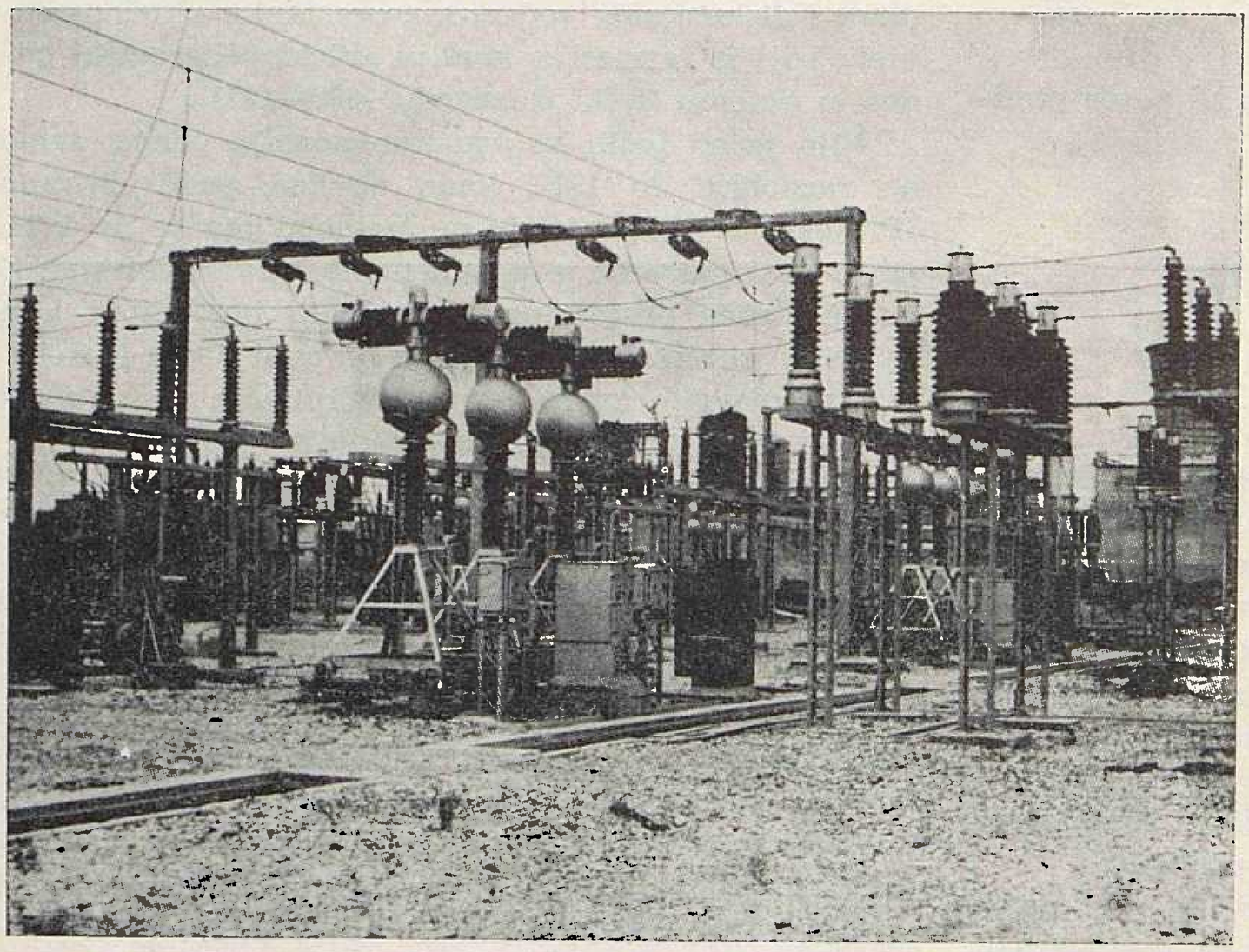
Jugoslavensko-mađarska komisija za vodoprivredu na redovnom je jesenskom zasjedanju, održanom u Rijeci, raspravljala o vodoprivrednom korištenju rijeke Drave.

Riječni vodotok Drave dosad je prilično zanemaren, premda rijeka Drava predstavlja ne samo izvanrednu vodenu saobraćajnicu nego i područje na kome se mogu graditi vrlo interesantni i ekonomični privredni objekti. To se prvenstveno odnosi na izgradnju niza hidroelektrana, lociranih u slivu donje Drave od Lovrečena do ušća u Dunav. Za izgradnju takvih postrojenja zainteresirano je više privrednih grana na području SR Slovenije i Hrvatske, kao i Mađarske.

Jugoslavensko-mađarska komisija za vodoprivredu zaključila je da se u najskorije vrijeme izradi vodoprivredna osnova rijeke Drave. Vodoprivredna koncepcija dravskog područja treba da predvidi sve objekte koji dolaze u obzir za izgradnju. Postignuta je i suglasnost naših i mađarskih stručnjaka i zainteresiranih privrednih faktora o radovima koji će se izvoditi na regulaciji, izgradnji obrambenog sistema, hidroenergetskih postrojenja, kao i niz drugih pitanja za koje su jednako zainteresirani i Mađarska i naša zemlja.

I. R.

OPSKRBA PODRUČJA KUTINE DALEKOVODIMA 110 kV



Sl. 1. Pogled na rasklopno postrojenje 110 kV u Kutini. Vodno polje i sabirnice

U svrhu opskrbe električnom energijom Tvornice dušičnih gnojiva u Kutini (u gradnji), te za potrebe elektrifikacije željeznica na potezu Zagreb—Novska izgrađeni su dalekovodi 110 kV:

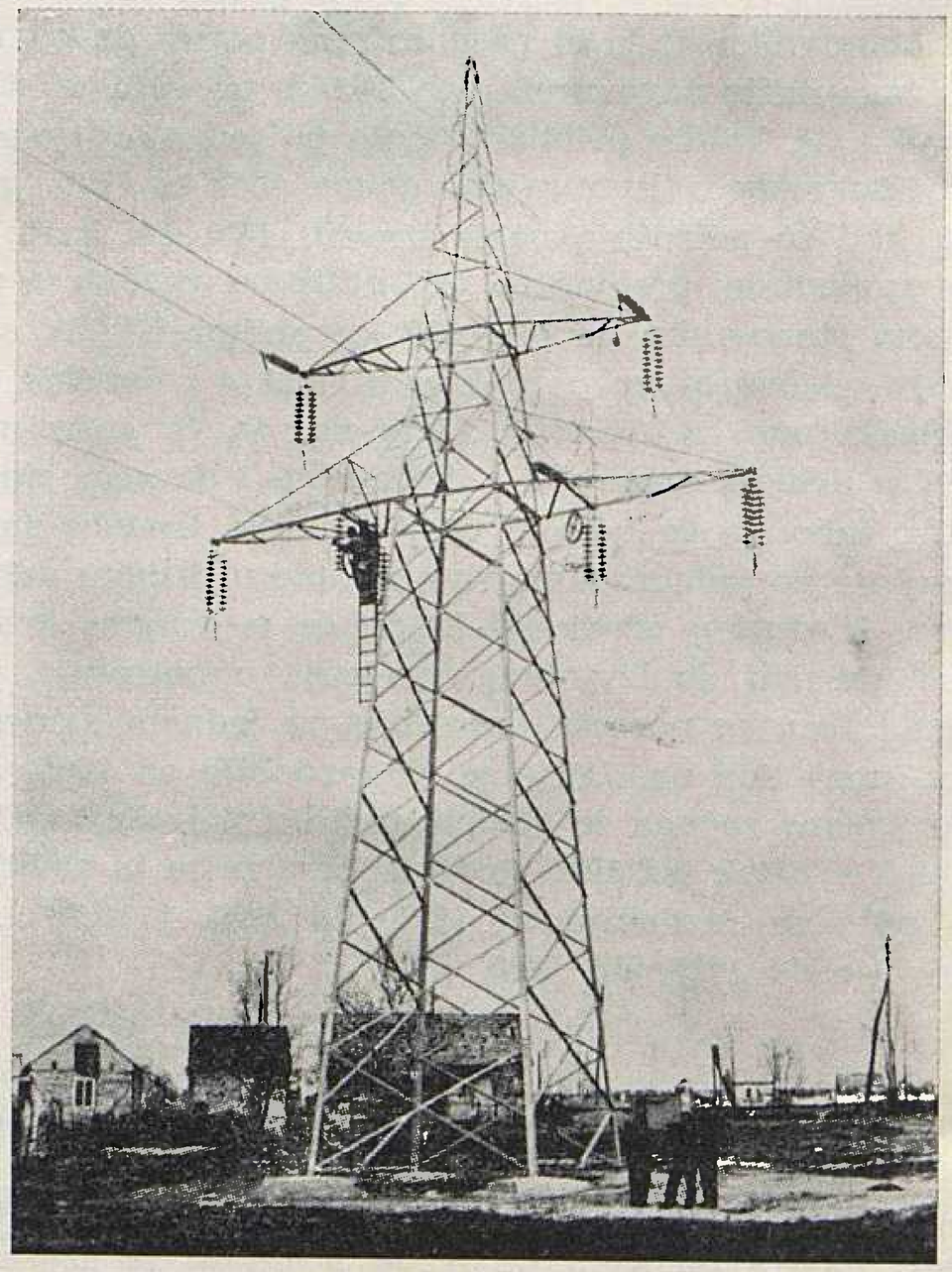
Mraclin—Ludina—Kutina, dužine 63,3 km i trasa od TS 110/35 kV Sisak preko buduće termoelektrane Sisak do Kutine, u dužini oko 39,2 km. Vodovi su izgrađeni na pocinčanim čelično-rešetkastim stupovima. Na trasi dalekovoda Mraclin—Ludina—Kutina presjek vodiča je Alče 240 mm², zaštitno uže Če 50 mm². Na dionici TS Sisak—termoelektrana Sisak, vod je izgrađen kao dvostruki, presjek vodiča je Alče 240 mm², zaštitno uže 50 mm², dok su vodiči na dijelu dalekovoda TE Sisak—Kutina Alče 150 mm², zaštitno uže Če 50 mm².

Paralelno s izgradnjom dalekovodne mreže preko koje će se područje Sisak—Ludina—Kutina opskrbljivati električnom energijom vodovima 110 kV, izvedeni su radovi i na gradnji rasklopne stanice 110 kV u Kutini.

Gradnju ovih dalekovoda kao i rasklopne stanice 110 kV u Kutini izvele su stručne ekipe zagrebačkog poduzeća »Dalekovod«.

Pored građevinskih i montažnih poslova na navedenim energetskim postrojenjima »Dalekovod« je isporučio i dobar dio elektro-opreme (stupove, kompletan ovjesni i spojni materijal kao i materijal za uzemljenje i dr.) proizveden u vlastitim pogonima.

I. R.



Sl. 2. Dalekovod 110 kV Sisak—Kutina, dionica TS Sisak — TE Sisak, dvostruki vod

DV 110 kV TS METERIZE — SUČIDAR U POGONU S NAPONOM 30 kV

U 1967. završeni su radovi na izgradnji novog dalekovoda između TS 110/30 kV Meterize (kod Solina) i predjela Sučidar u Splitu, gdje će se izgraditi nova transformatorska stanica 110/35/10 kV za potrebe užeg gradskog područja. Dalekovod će do izgradnje trafostanice 110/35 kV (kraj 1968) biti u pogonu sa naponom 30 kV u koju svrhu je položen kabel i izvršen provizorni priključak na portal buduće trafostanice, koji je kao krajnja tačka dalekovoda izgrađen zajedno sa dalekovodom. U TS Meterize je za ovu fazu pogona montirano dalekovodno polje 30 kV i izvršen provizorni priključak dalekovoda.

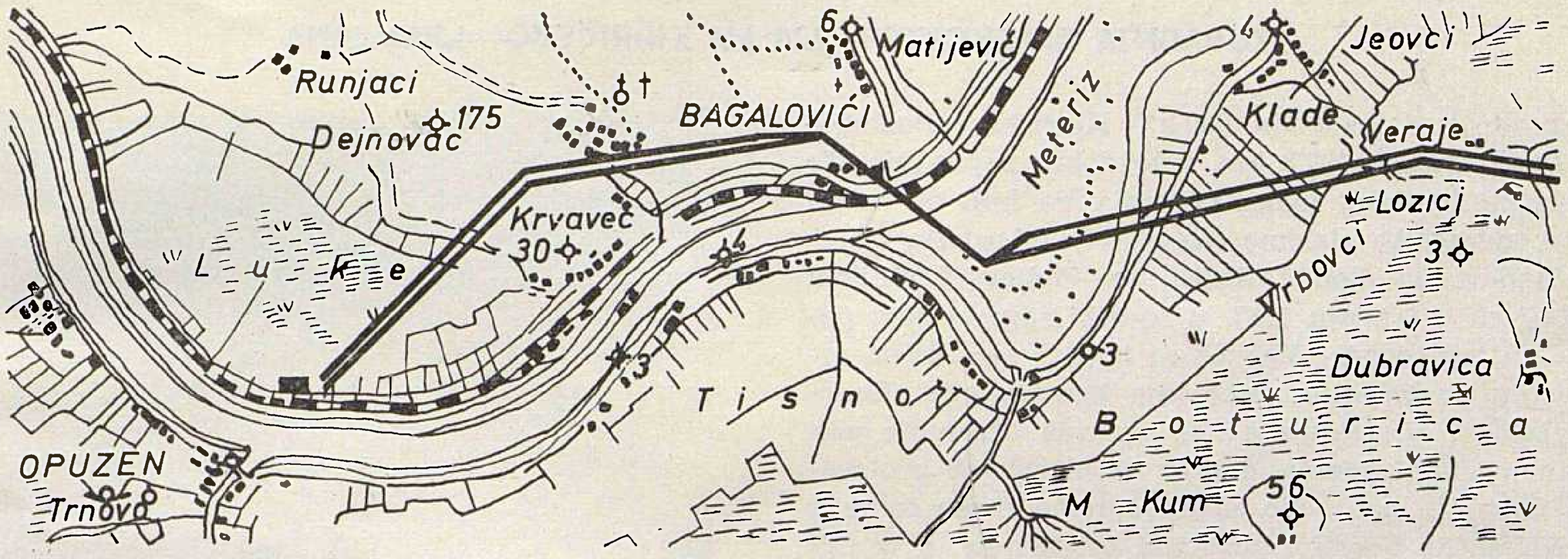
Dalekovod je dugačak 4,8 km a građen je kao dvostruki sa 2 × 3 × 240 Ač i zaštitnim užetom 1 × 50 Če, na čelično rešetkastim pocinčanim stupovima.

U sadanjoj fazi montirana je samo jedna trojka vodiča.

Zbog obima građevinskih radova, zatim znatnog broja tipova stupova te velikog broja križanja, što je sve proizašlo od toga što dalekovod prolazi i završava u užem gradskom području, cijena po km dužine za izvedene radove u ovoj fazi prelazi 320.000.— N. dinara.

D. V.

RADOVI NA IZGRADNJI DALEKOVODA 2 × 110 kV BILI VIR — OPUZEN



Sl. 1. Trasa DV 2 × 110 kV na močvarnom terenu s prelazom preko Neretve

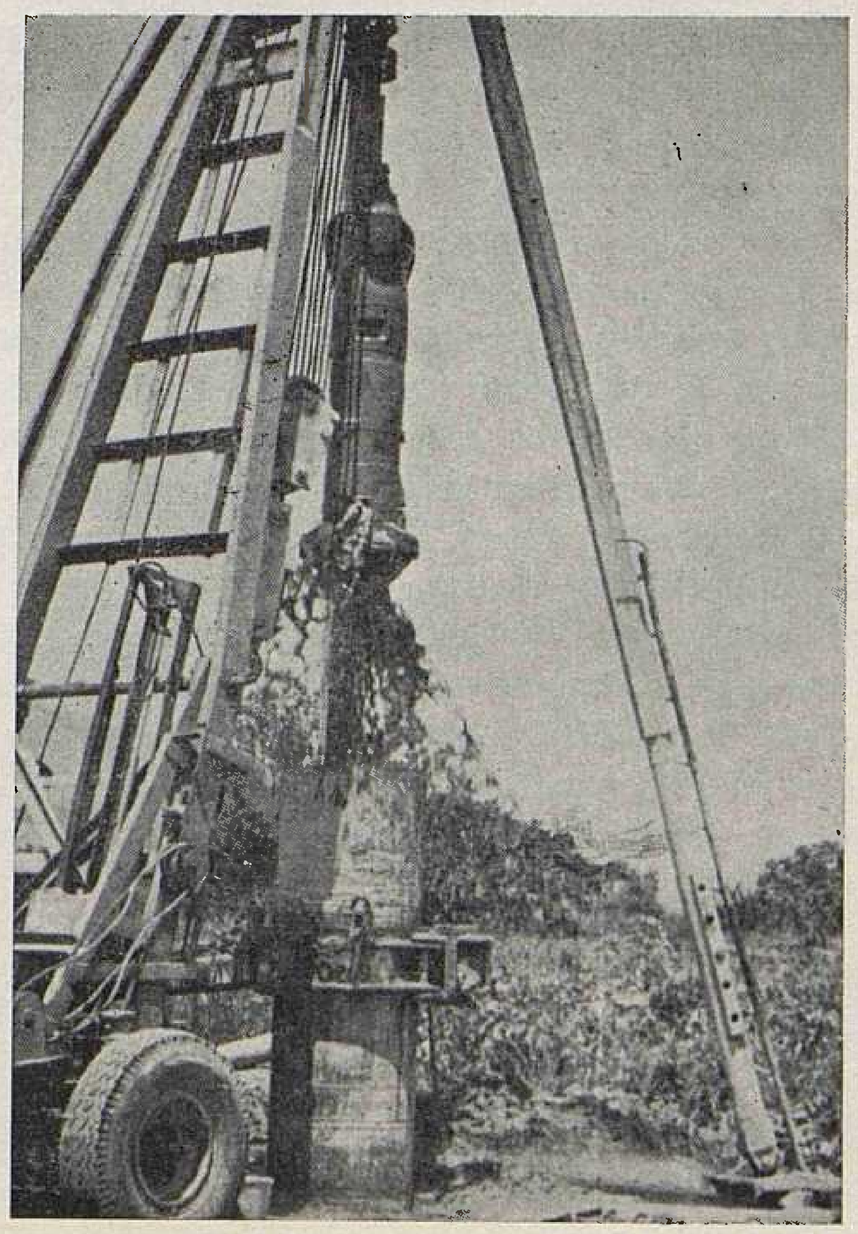
Godine 1967. su počeli radovi na izgradnji DV 110 kV za priključak željezničke elektrovučne podstanice, a u narednim godinama i TS 110/35 kV u Opuzenu.

Radi poteškoća sa financiranjem elektrifikacije pruge Sarajevo—Ploče, prekinuti su započeti radovi na električnoj vučnoj podstanici, a od radova na izgradnji priključnog dalekovoda, završeni su specijalni temelji stupova u močvarnom terenu.

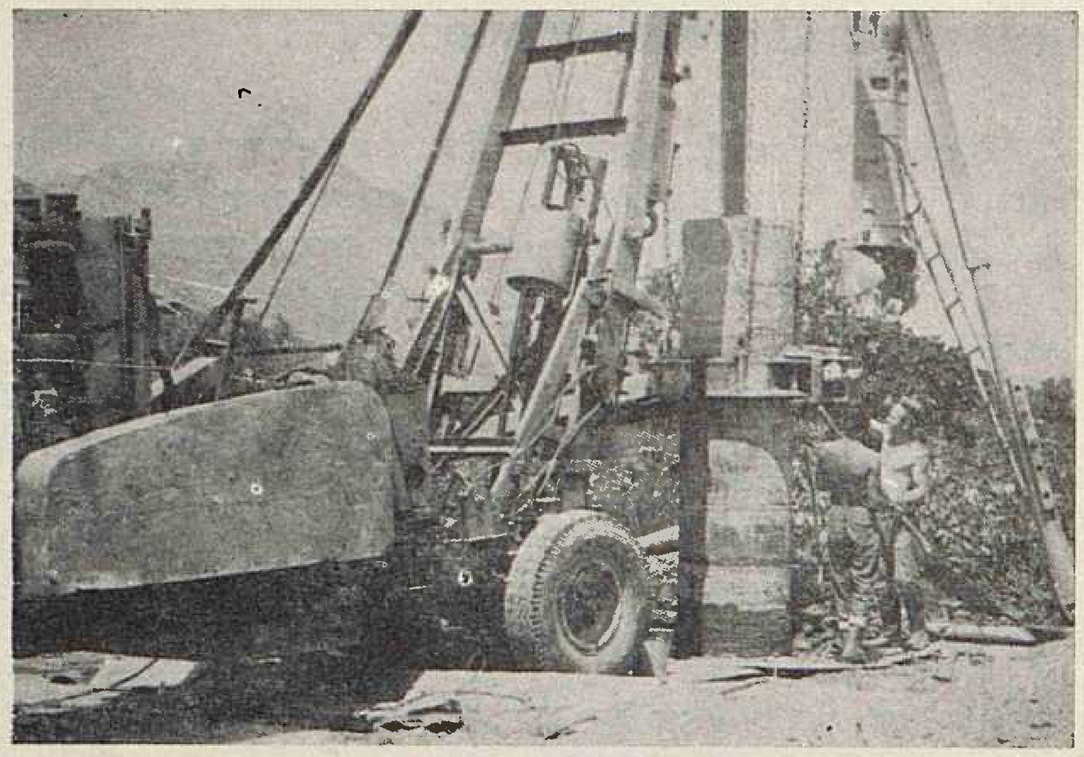
Dalekovod, koji je dug oko 2 × 10 km, bit će izgrađen na jednostrukim stupovima, osim prijelaza preko Neretve, gdje su stupovi dvostruki. Priključen će biti na postojeći DV 110 kV Mostar—Ston kod mjesta Bili Vir.

Radovi na specijalnim temeljima stupova za dio trase dalekovoda koji prolazi močvarnim terenom bili su, s obzirom na mogućnost izvođenja, vezani za ljetno razdoblje i jako poskupljuju gradnju toga inače kratkog voda.

Za izradu temelja 20 stupova, koji se nalaze na močvarnom terenu, utrošeno je, uključujući troškove istražnih radova i projektiranja temelja, preko 1,600.000.— N. dinara. Svaki temelj ovih stupova sastoji se od 4 pilona, dubine 8—22 m. Piloni su izvođeni po sistemu »Benoto«. Iskop je vršen uz primjenu odgovarajuće mehanizacije, unutar čelične cijevi promjera 80 cm, koja je ulazila u teren do pune dubine



Sl. 2. »Iskop« (bušenje) za temelje na močvarnom dijelu trase DV 2 × 110 kV Bili Vir — Opuzen



Sl. 3. Rad na iskopu temelja stupova na močvarnom dijelu trase DV 2 × 110 kV Bili Vir — Opuzen

iskopa. Iza toga stavljena je armatura i vršeno betoniranje sipanjem betona pomoću posebnog uređaja. Paralelno s napredovanjem betoniranja, izvlači se iz terena vanjska cijev, koja je upotrebljena kod iskopa.

Radovi su trajali duže vrijeme, jer kod »iskopa« treba zavarivanjem nastavljati vanjsku cijev, koja se sastoji iz dijelova dužine cca 4 m, a kod betoniranja, prilikom izvlačenja, treba tu istu cijev aparatom za varenje, rezati. Osim toga za svaku nogu stupa treba vršiti premještanje i centriranje mehanizacije, a poteškoću je predstavljalo i premještanje mehanizacije do stupnih mjesta. Ukupno su radovi (a vršeni su u tri smjene, znači dan i noć) trajali preko 6 mjeseci, a izvelo ih je poduzeće »Geotehnika« iz Zagreba. Na savjetovanju »Elektroprenosa« u Budvi, održanom u listopadu 1967. Zvonimir Benzon, iz Elektroprenosa Split, dao je detaljniji prikaz izrade temelja na močvarnom dijelu trase ovoga dalekovoda. *D. V.*

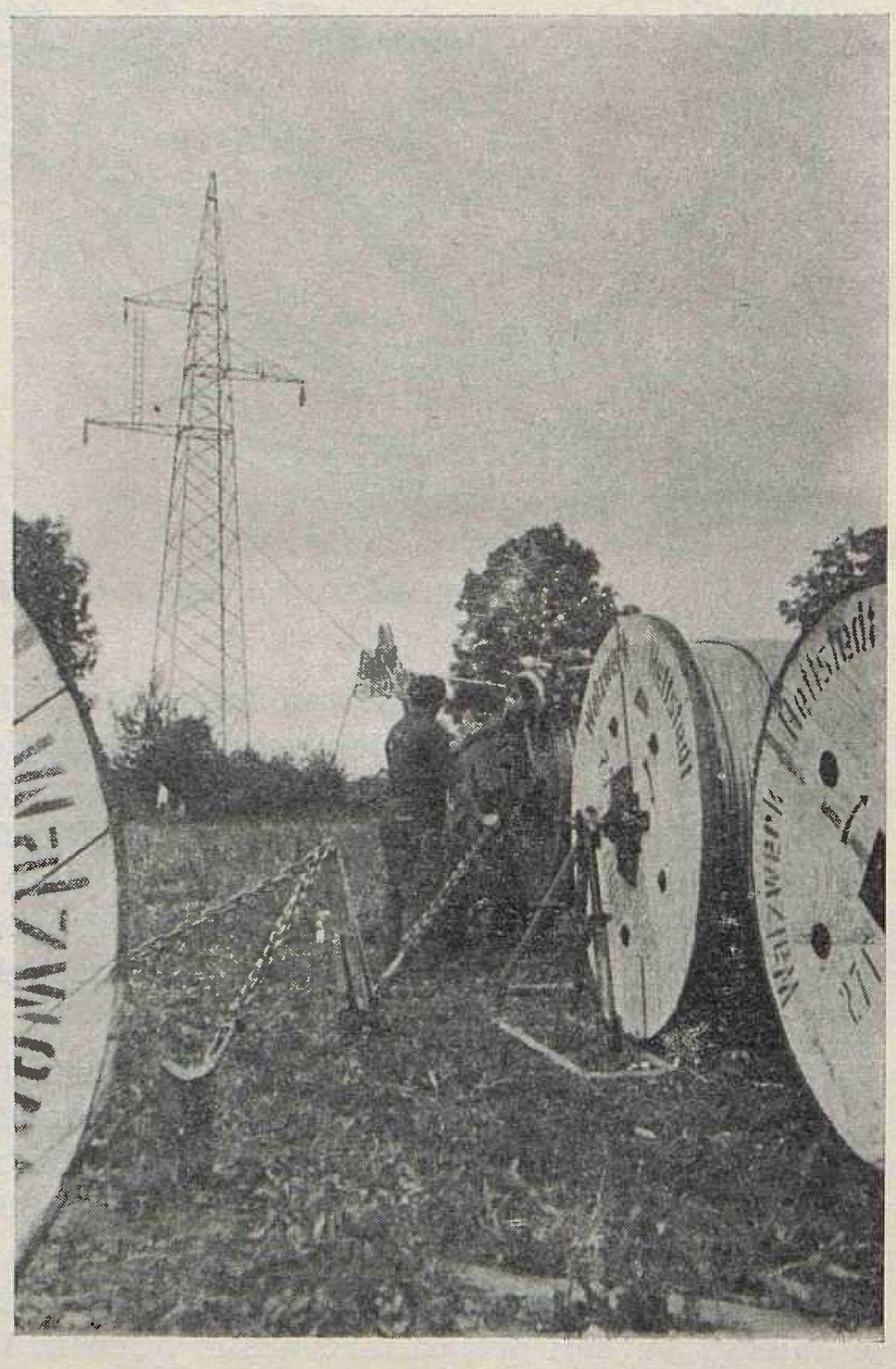
IZGRADNJA DALEKOVODA 220 kV KIDRIČEVO—LJUBLJANA

Izgradnja dalekovoda 220 kV Kidričevo—Podlog—Ljubljana, dužine 107,8 km, vrlo dobro napreduje. To je dionica budućeg magistralnog voda koji će vezati elektroenergetske sisteme Jugoslavije, Austrije i Italije. Radovi na dionici Kidričevo—Podlog—Ljubljana otpočeli su u travnju 1967. u izvedbi zagrebačkog poduzeća »Dalekovod«. Vod će se izvesti na čelično-rešetkastim pocinčanim stupovima konstrukcije »Energoinvesta« i »Dalekovoda«. U isporuci učestvuje veći broj domaćih poduzeća, dok će se od stranih proizvođača nabaviti manji dio elektroopreme. Tako će se iz DR Njemačke uvesti Alučel uže 490/65 mm², a iz Čehoslovačke izolatori.

Dobar dio građevnih radova je završen i organizirano je postavljanje stupova i montaža opreme. Poduzeće »Dalekovod« organiziralo je nekoliko radilišta koja su opremljena najsuvremenijom mehanizacijom, jer je ugovoreno da svi radovi moraju biti gotovi do kraja ove godine.

Elektroprivreda Slovenije osigurala je potrebna financijska sredstva za izgradnju dionice Podlog—Sedlo koja će se vezati na mreži visokog napona Austrije. U programu je da ubrzo otpočne i izgradnja dionice od Ljubljane do Divače i Trsta, preko koje će se vršiti prijenos električne energije između Jugoslavije i Italije. U kompletni sistem dalekovodne mreže 220 kV između Jugoslavije, Italije i Austrije u planu je i gradnja dalekovoda 220 kV Rijeka—Matulji—Divača preko kojeg će se transportirati energija iz hidroelektrana Senj i ostalih elektrana jadranskog područja. Investitor za izgradnju dionice Rijeka—Matulji—Divača bit će poduzeće »Elektroprenos« iz Zagreba.

I. R.



Sl. 1. Detalj s radilišta DV 220 kV na trasi Kidričevo — Podlog — Ljubljana

35 GODINA LABORATORIJA ZA TOPLINSKA MJERENJA

Sl. 1. Zgrada toplinskog laboratorija

Laboratorij za toplinska mjerenja u Zagrebu razvijao se od osnivanja 1932. godine, prema potrebama koje iziskuje praksa.

Spomenute 1932. godine dograđeno je kotlovsko postrojenje tadašnje Gradske električne centrale u Zagrebu, radi povišenja instalirane snage na ukupno 26 MW. Tom prilikom poboljšana je izolacija glavnih parovoda. Kao materijal za izolaciju upotrebljena je u tu svrhu aluminijska folija koja je u ono vrijeme predstavljala novost u tehnici izoliranja. Stoga je odlučeno da se kvaliteta nove izolacije ispita.

Budući da se je radilo o izolaciji cjevovoda, zadatak je povjeren Zavodu za konstrukciju strojnih dijelova zagrebačkog Tehničkog fakulteta, u čiju kompetenciju su ulazili i cjevovodi. Tako je uz ovu katedru osnovan prvi specijalizirani laboratorij u našoj zemlji za problematiku prelaza topline, i za ovu priliku nabavljena je prva oprema upotrebljena kasnije i za mjerenja toplinskih izolacija u drugim toplinskim i rashladnim postrojenjima.

Opseg radova bio je u odnosu na današnje prilike veoma skroman, otprilike onako, kao što je i naša privreda u odnosu na današnju bila skromna. Ipak svesrdnim nastojanjem nabavljena je, do početka rata, kompletna oprema za ispitivanje toplinskih izolacija u laboratoriju i na terenu. (Šmitovi mjerači, te aparati po Van Rinsum-u, Nusseltu i Poensgenu, s pripadnim priborom.)

Rat je prekinuo rad laboratorija. Prostorije zauzima okupaciona vojska i oprema se potpuno uništava.

U poslijeratno razdoblje ulazi se samo sa iskustvom i voljom za rad. Do 1950. godine radi se teoretski, a tada se otvaraju nove mogućnosti, zahvaljujući razumijevanju rukovodstva i kolektiva Elektrane Zagreb, a na inicijativu tadašnje Generalne direkcije elektroprivrede.

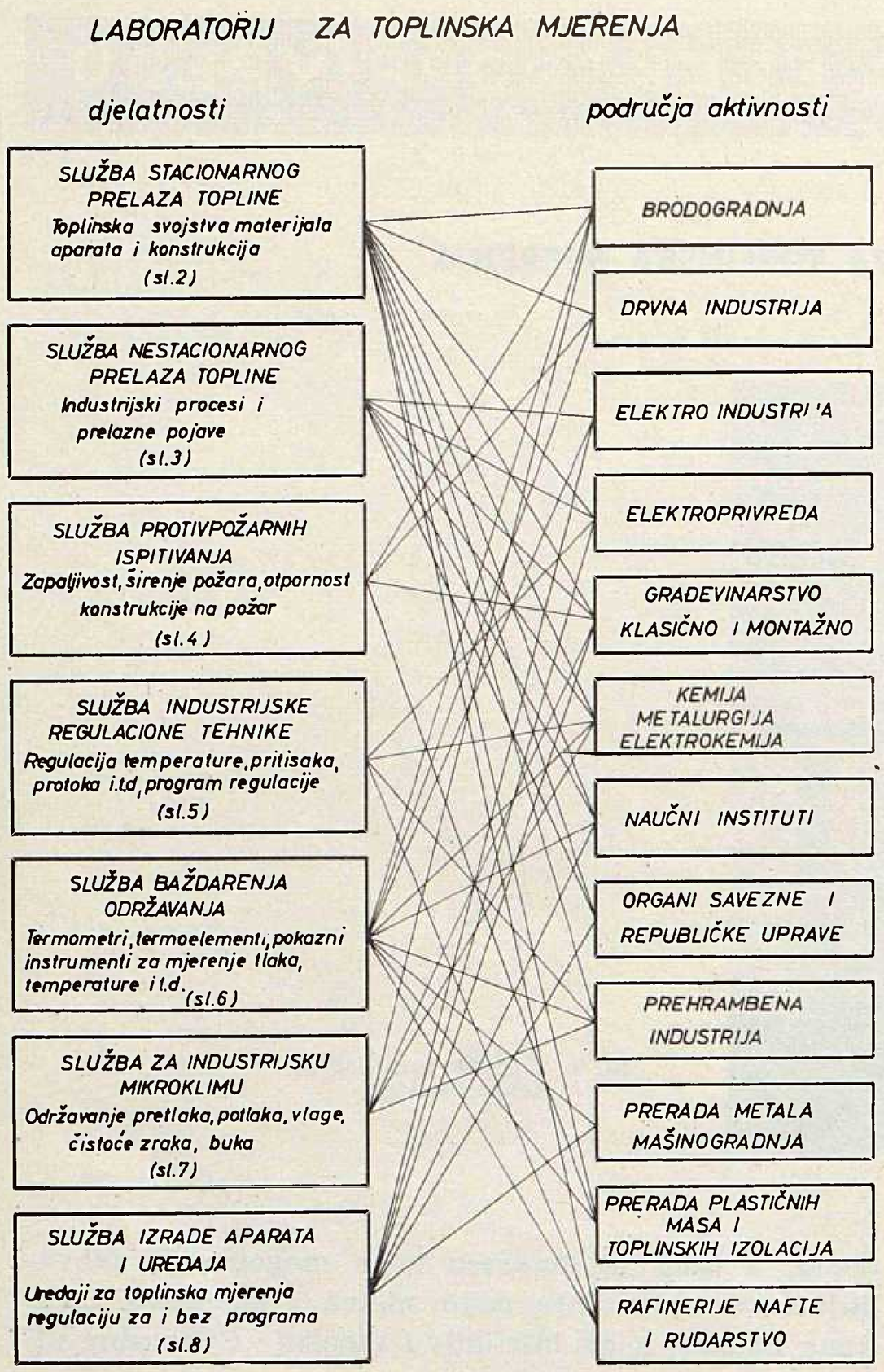
Godinu dana kasnije Laboratorij ulazi u sastav novoosnovanog Instituta za elektroprivredu u Zagrebu.

Od tada se Laboratorij intenzivno razvija. Radni prostor povećan je sa 60 na 200 m² laboratorijskih prostorija, i s još 250 m² u hali za pokuse na elementima većih dimenzija i na modelima u termodinamičkom ispitnom tunelu.

Danas Laboratorij raspolaže s iskusnim kadrom širokog profila izobrazbe; najkraći staž u Laboratoriju je 9 godina, najduži 17 godina. Ukupni radni staž u struci kreće se od 11 do 25 godina. Životna dob kreće se od 33 do 48 godina.

Laboratorij aktivno surađuje u stručnim udruženjima objavljivanjem radova i organizaciono. Njegovi suradnici članovi su Jugoslovenskog saveza laboratorija za ispitivanje materijala i konstrukcija, Jugoslovenskog komiteta za elektrotermiju i elektrokemiju i Jugoslovenskog društva termičara. Oni su nosili glavni teret organizacije Simpozija društva termičara sa međunarodnim sudjelovanjem. Laboratorij također izdaje dvomjesečni informacioni bilten o svom radu.

Tokom godina ovaj je Laboratorij sudjelovao u razvoju specijaliziranih laboratorija pojedinih privrednih grana. Pružena je pomoć i suradnja institutima za nuklearne nauke i fiziku, građevinskim i elektrotehničkim institutima, kako u obliku savjetovanja, tako i putem izrade konkretnih specijalnih



Sl. 2. Struktura poslova toplinskog laboratorija

aparatura. Na zajedničkim radovima također se koriste iskustva drugih instituta s kojima Laboratorij intenzivno surađuje na dodirnim problemima.

Sticajem okolnosti, u prvim poslijeratnim godinama rada, posvećena je znatna pažnja tehnologiji mjerne opreme, jer su se novi instrumenti teško dobivali i o održavanju vlastite opreme ovisila je radna sposobnost Laboratorija. Dio kadra razvijao se u tom pravcu, te i danas veoma plodno surađuje na tom području s industrijama, koje su zainteresirane. Kontakti s proizvođačima ove opreme također su česti. Proizvođači cijene iskustva o ponašanju njihovih proizvoda u praksi, a to ponašanje je pod stalnom kontrolom stručnjaka Laboratorija. Tako je počela suradnja izvan elektroprivrede.

Uslugama Laboratorija služe se danas ne samo pojedine industrije, nego i cijele grane privrede i neprivrednih djelatnosti, od agrotehnike do mašinogradnje i od biologije do građevinarstva. Usprkos radu za mnogo interesenata i na naoko različitim poslovima jasno se uočava osnovni karakter koji Laboratorij ima od početka, a to je problematika prelaza topline u svim svojim industrijskim aspektima i sa svim popratnim pojavama, kao što su difuzija vlage, termometrija, regulacija toplinskih procesa, problemi radijacionih, konvektivnih, dielektričnih, indukcionih, elektrootpornih, nuklearnih i povratnih grijanja, određivanje toplinskih svojstava materijala za tehnološke i energetske potrebe i slično.

U tom smislu je i oprema sistematski razvijena, putem kupovine i vlastite izgradnje, na takav način, da je omogućena njena svestrana upotreba i puno iskorištenje.

Radeći za privredu na njenim aktuelnim i akutnim problemima stečeno je ne samo veliko mjernotehničko iskustvo, nego i znanje o mogućnostima rješavanja tih problema. Laboratorij okuplja oko sebe čitav niz stručnjaka pojedinih grana u stalnim i ad hoc teamovima i tako aktivno sudjeluje savjetima, projektima i neposrednim operativnim intervencijama, instruktažama, puštanjima u pogon postrojenja u radu privrede, sve dok rad ne postane toliko rutinski da ga privreda može sama obavljati. Među najznačajnije poslove koji su se ovako razvijali spadaju ispitivanja brodskih hladnjača i odžarivanja varova legiranih cjevovoda i posuda. Prednosti ovakvog načina rada otkrivene su kasnije — iskustva stečena u jednoj grani primijenjena su odmah u drugoj, bez lutanja i ponovnog saznavanja.

Tako se npr. problem difuzije vlage, kao popratna pojava prelaza topline, najprije izučavao za potrebe polaganja kabela pod zemlju, te je fizikalna slika bila potpuno poznata, a mjernotehnička rutina savladana, kada se s ovim problemom javila izgradnja hladnjača. Specifične dopune u iskustvima stečene na tom radu omogućile su Laboratoriju da ovaj problem odmah suvereno i s uspjehom rješava, kad se s nastupom korjenitih promjena sistema gradnje pojavio i u domeni građevinarstva.

Na ovakvim primjerima jasno je sagledana činjenica da, kraj svih prividnih prednosti osnivanja instituta po privrednim granama, ovakvo grupiranje potpuno gubi sve prednosti iz aspekta racionalnog naučnog rada u pogledu maksimalnog iskorištenja iskustva, kadra i opreme. Grupiranje po privrednim granama sužava i naučni napredak, koji je često za jednu granu pretežak teret, te se rad ograničuje isključivo na rutinsko ispitivanje. Naša privreda još je uvijek opterećena svojim tekućim brigama i rijetko ima i objektivne mogućnosti da izvan svojih najužih okvira sagleda svoje duže perspektivne potrebe u naučnom istraživanju. Međutim, nerijetko do jučer nevažan detalj, često postane ključni problem (kako se to jasno vidi iz ranije navedenog primjera sa difuzijom vlage u građevinarstvu) i to u trenutku kada je potrebno već imati rješenje. Iskustvo Laboratorija za toplinska mjerenja pokazuje da je, kod djelatnosti od višestranog interesa, bolje postaviti organizaciju po strukama. Pored korištenja iskustava stečenih u jednoj grani djelatnosti na problematiku drugih grana, spontano se pojavljuju pravci potrebnog usmjeravanja razvojnog rada.

Ipak je naša stručna javnost, što više i elektroprivredna, nedovoljno informirana o djelatnosti Laboratorija za toplinska mjerenja. Radi primjera navodi se da je četiri godine nakon kompletnog usvajanja problematike protupožarnog ispitivanja materijala i konstrukcija, i praktičnog rada za potrebe brodogradnje i građevinarstva publiciran članak u

stručnoj štampi kako kod nas u zemlji nema mogućnosti da se ovakva ispitivanja provedu i traže se sredstva da se ovakva pokusna stanica osnuje.

Isto tako u nekim granama naše privrede još vlada mišljenje da se mora imati »svoj« laboratorij, pa makar se pošlo ispočetka sa kadrovima, opremom i prostorijama. Opći strah od neizvršavanja rokova »tuđeg« laboratorija i krivo shvaćenog pojma svog ugleda vodi svjesnom postavljanju predugih vlastitih rokova na štetu vlastite operative, jer se kasni sa znanjem i iskustvom u organiziranju ispitivanja. Koji put se još uopće ne shvaća činjenica da je realno samostalno financiranje jednog laboratorija, kakvo u ovom slučaju postoji, daleko bolja garancija održavanja rokova od disciplinske vlasti nad vlastitim kadrom. K tome se još redovito događa da je upravo ta radna disciplina ugrožena, jer ili nema iskusnog rukovodećeg kadra za izvršenje zadataka, ili zapinje održavanje mjerne opreme, ili dinamika privredne grane ne može potpuno zaposliti ravnomjerno kadrovsku bazu, pa je materijalno stimuliranje vlastitog laboratorija lišeno realne podloge. Tako dolazi do apsurdne situacije da vlastita organizacija nije u stanju da ozbiljno preuzme zadatak, ali se zbog njenog postojanja i zbog »prestiža« ne može povjeriti rad nezavisnoj iskusnoj ustanovi.

U tom pogledu kod nas još uvijek prevladavaju zastarjele koncepcije. Spoznaja Laboratorija za toplinska mjerenja u radu i suradnji s našom privredom, od čijeg početka je upravo proteklo tri i pol decenija, dokazano ih opovrgava.

Fedor Šprung, dipl. ing.

RECENZIJA STUDIJE »MODEL RASPODJELE POJEDINIH ELEMENATA VRIJEDNOSTI BRUTO PRODUKTA PO NAPONIMA U SKLADU SA TARIFNIM SISTEMOM«

U suradnji sa stručnjacima iz distributivnih poduzeća održana je recenzija studije »Model raspodjele pojedinih vrijednosti bruto produkta po naponima u skladu sa tarifnim sistemom« izrađene u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu, po autoru Tilić Borisu, dipl. ing.

Osnovnim zakonom o elektroprivredi i Uredbom o tarifnom sistemu za prodaju električne energije napuštene su dotadašnje izrazito namjenske tarife i zamijenjene tarifama po naponskim nivoima i prihvaćen je troškovni princip formiranja tarifa. Izrađena studija je koristan doprinos rješavanju problematike raspodjele bruto produkta po naponima i može korisno poslužiti u definiranju i vođenju poslovne politike poduzeća, a posebno u politici tarifiranja, investicionoj politici i politici razvoja poduzeća uopće. Stručnjacima elektroprivrede, kao i mjerodavnim organima, koji razrađuju koncepcije cijene električne energije, elaborat može poslužiti kao koristan vodič za kreiranje tih koncepcija.

Stope zavisnosti troškova od postavljenih osnovica primijenjene u raspodjeli pojedinih elemenata vrijednosti bruto produkta, izvedene su na temelju promatranih poduzeća, te prema tome služe, kao što je u elaboratu i naglašeno, kao orijentacione veličine. Individualne stope zavisnosti raspodjele troškova, svako poduzeće može izvesti na osnovu postavki prikazanih u elaboratu prema vlastitim podacima i prilagođenom sistemu kontiranja troškova za tu svrhu.

U cilju jednoobrazne primjene studijom danih osnova za kalkulaciju troškova po naponima, trebalo bi izraditi metodiku, dakle obrasce i upustva za popunjavanje i obraditi ju na seminaru u organizaciji Instituta za elektroprivredu.

Studija predstavlja jedan od osnova u razradi dijela problematike iz poslovne politike poduzeća, koja se među ostalim odnosi na tarifiranje električne energije.

U tarifiranju, pored poznavanja troškovnih odnosa i ciljeva poslovne politike poduzeća, potrebno je dobro poznavati tržište i tržišne odnose. Radi toga potrebno je raditi na analizi konzuma sa stanovišta vrednovanja električne energije za potrošača radi primjene tržnih cijena. U analizu se uključuje ispitivanje:

— osjetljivosti potrošača prema cijenama i njegove platežne sposobnosti;
— opskrbljenosti potrošača s uređajima i trošilima za korištenje električne energije;
— konkurentne sposobnosti drugih oblika energije; i
— odražaja primjene određenih tarifa na racionalnost korištenja električne energije i snage s obzirom na potrebu investiranja u izgradnju novih elektroenergetskih postrojenja, a time i povećanja troškova eksploatacije.

Ovi radovi služe kao podloga definiranju ciljeva i metoda za provođenje poslovne politike poduzeća.

Kao posebno područje rada, za sada nedovoljno razrađeno, je problematika optimalizacije tarifiranja reaktivne energije, te se ukazuje potreba provođenja odgovarajućih istraživanja.

ATESTI I CERTIFIKATI U VEZI SA ZAŠTITOM NA RADU

U smislu Naredbe o određivanju stručnih ustanova, koje mogu davati stručne ocjene, ateste i certifikate u vezi sa zaštitom na radu (Narodne novine br. 19/67, te dopune te Naredbe, Nar. novine br. 35/67 tač. I b. 13) imenovan je Institut za elektroprivredu u Zagrebu kao ustanova, koja može davati takove ateste i certifikate.

XIV RADNO SAVJETOVANJE INSTITUTA ZA ENERGOPRIVREDU UNIVERZITETA U KÖLNU

Institut za energoprivredu pri Univerzitetu u Kölnu održao je 13. i 14. aprila ove godine svoje XIV radno savjetovanje.

Savjetovanje je obuhvatilo tematiku »*Problemi investiranja i financiranja u energetici*« na kom su podneseni ovi referati:

1. »*Investicije u energetici u okviru razvoja nacionalne ekonomike*«, prof. Dr. Th. Wessels, direktor Instituta
2. »*Aktuelne prilike na tržištu kapitala u Saveznoj Republici Njemačkoj*«, Dr. F. Schiettinger, direktor u Saveznom ministarstvu za privredu
3. »*Načelne mogućnosti dobave kapitala za poduzeće u energetici*«, prof. Dr. F. Burgbacher, član Uprave Rheinische Energie AG u Kölnu
4. »*Investiciono i financijsko planiranje kao sastavni dio ukupnog planiranja u javnoj elektroprivredi*«, Dr. A. Herrhausen, direktor Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG u Dortmundu
5. »*Aktuelni problemi financiranja u javnoj privredi plina*«, Dr. P. J. Deckers, direktor i član Uprave Ruhrgas AG u Essenu
6. »*Stanje prodaje rudnika kamenog ugljena i njezin odraz na investicionu politiku ugljenokopa*«, Dr. W. Müller, direktor
7. »*Investiciona problematika u naftoprivredi naročito s obzirom na međunarodne odnose*«, E. Kratzmüller, direktor i predsjednik uprave ESSO AG u Hamburgu.

Određivanje visine investiranja, kao i u svakoj grani privredne djelatnosti, tako i u energetici postavlja niz pitanja, budući da nije moguće potrebe za energijom u budućnosti potpuno tačno predvidjeti, a posebno koliko će koja grana energetike trebati da pokrije tu potražnju. Investicije u energetici su definirane prvenstveno proizvodnjom ukupne nacionalne privrede, specifičnom potrošnjom energije, visinom gubitaka pretvorbe iz primarne u sekundarnu energiju, te udjelom pojedinih grana energetike u pokrivanju potražnje za energijom.

U razvoju potreba za energijom sve više raste učešće sekundarne energije. Istovremeno su u opadanju troškovi investicija po jedinici energije, kao posljedica stalnog tehničkog progresa.

Najveći dio investicija otpada na elektroprivredu, unutar koje se preko polovina investicija odnosi na prijenos, razdiobu i distribuciju. S obzirom na visinu investicija za elektroprivredu mogućnost utjecaja putem ekonomsko-političkih odluka je prilično ograničena. Kurs energetske politike određuje uvoz sirove energije, a time i investicije u privredu mineralnih ulja. U ugljenokopima se pokazuje neophodnim provođenje daljnjih racionalizacija. Na potražnju kapitala se najviše kod ugljenokopa utječe ekonomsko-političkim odlukama, koje se istovremeno odrazuju na udio potrošnje ugljena u pokrivanju potreba za energijom.

Ocjena je, da će idućih godina potražnja za energijom i dalje rasti, što će tražiti dodatne investicije. Za ugljenokope kamenog i mrkog ugljena pretpostavlja se da se neće mijenjati nivo potražnje za investicijama. Kod nafte može se očekivati i dalje opadanje investicija, dok će kod električne energije, plina, prerade mineralnih ulja i vode znatno porasti.

Iz tog razloga iscrpljene su sve mogućnosti za dobavu potrebnog kapitala za energoprivredu, a naročito za one grane kod kojih je visoka stopa rasta.

Za poduzeća najsigurniji i za jačanje njihove vlastite moći najzdraviji oblik osiguranja potrebnog kapitala je samofinanciranje. Ostali značajni izvori kapitala su otpisi kao i slobodna sredstva penzionog osiguranja. Moderan oblik dobave sredstava je djelomična privatizacija. Prvi preduvjet za to bi bio da sva energetska poduzeća riješe pravnu stranu. Drugi korak je izdavanje udjela manje vrijednosti. Kod toga ne postoji bojazan da bi mogao biti ograničen utjecaj javne ruke, koji mora biti sačuvan kod energetskih poduzeća s obzirom na javni značaj. To proizlazi iz okolnosti da je zakonodavac u svom novom zakonu za određene slučajeve dopustio pravo većine glasova u dioničarstvu.

Daljnje mogućnosti su u izdavanju obveznica, odlaganju plaćanja obaveza iz dobiti i davanja povlastica. Kod dobave kapitala iz drugih izvora dolaze u pitanje doprinos za izgradnju, »factoring«, »leasing« kao i mogućnosti financiranja na osnovu »negativne klauzule« i »cash flow«. Na osnovu »negativne klauzule« poduzeća imaju mogućnost pridodavanja ukupnom kapitalu onog dijela kapitala koji izlazi iz ostale privrede. Iz tog razloga preporučeno je davaocima kredita da u budućnosti ne zahtijevaju više realnu sigurnost, nego obrađenu, s »negativnom klauzulom«. »Cash flow« (bruto višak) predstavlja, od jednog poduzeća, vlastitim snagama privređeni financijski potencijal, koji stoji dugoročno na raspolaganju. Kreditna sposobnost, a time i mogućnost preuzimanja tuđeg kapitala ne treba se ocjenjivati samo na osnovu iskazane dobiti, već i na osnovu »Cash flow« izraženom slobodnom višku sredstava.

Povoljno je prije uzimanja tuđih sredstava postaviti srednjeročne planove izgradnje i financiranja. U svakom slučaju ne bi trebalo financiranje izgradnje uslijediti kroz kratkoročne kredite.

Ostali dio savjetovanja odnosio se na investiciono i financijsko planiranje u elektroprivrednim poduzećima, te na pojedine grane energoprivrede, to jest na plin, ugljenokope i mineralna ulja.

Savjetovanju su prisustvovala 543 učesnika. Bila je zastupljena cijela energoprivreda, uz prisustvo predstavnika saveznih ministarstava i drugih poznavalaca tržišta kapitala. Savjetovanju su prisustvovali i stručnjaci iz osam drugih evropskih zemalja, pretežno iz područja Evropske ekonomske zajednice.

Boris Tilić, dipl. ing.

SASTANAK STUDIJSKOG KOMITETA ZA MREŽU NAJVIŠIH NAPONA JUGOSLAVIJE

Studijski komitet za mrežu najviših napona Jugoslavije održao je u vezi uvođenja napona 380 kV dva sastanka. Jedan u Zagrebu 7. IV, a drugi u Beogradu 18. VI. 1967.

I Sastanak dne 7. IV 1967 u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu otvorio je predsjednik Komiteta prof. Božidar Stefanini i predložio dnevni red, koji je prisutnima prethodno poslan zajedno s pozivom.

1. Dnevni red bio je slijedeći:

1. Pozdrav i uvodna riječ predsjednika
2. Izvještaj tajnika
3. Problematika izgradnje i pogona mreže 220 kV
   3.1. Golubović: Izvještaj o izgradnji i pogonu mreže 220 kV u S. R. Srbiji
   3.2. Plaper: Izvještaj o pripremama za izgradnju SUDEL prstena 220 kV
4. Studijski i projektantski radovi na mreži 380 kV
   4.1. Golubović: Parametri prvih objekata mreže 380 kV
   4.2. Muždeka: Problem superpozicije vodova 380 kV na postojeću mrežu 220 kV
   4.3. Dukanac: Dopuna propisa u vezi izgradnje vodova napona 380 kV
   4.4. Despotović: Presjek vodova 380 kV i naredni veći presjek vodova 220 kV
   4.5. Kranjc: Problematika koordinacije izolacije u budućoj mreži 380 kV
   4.6. Despotović: Egzaktni postupak u primjeni metoda malih oscilacija i Routhov kriterij za ispitivanje statičke stabilnosti sistema korištenjem digitalnih mašina.
5. Preferencijalne teme za slijedeće zasjedanje JNK CIGRE 1968.

Predloženi dnevni red je prihvaćen, ali time da se odmah pređe na tačku 4.1 s obzirom na aktuelnost izgradnje postrojenja 380 kV.

2. Ing. M. Golubović dao je opširan i vrlo zanimljiv izvještaj o osnovnim parametrima prvih elektroenergetskih postrojenja 380 kV u Jugoslaviji. Rezultati dosadašnjih analiza bili bi ukratko slijedeći:

Proučavanjem perspektivne mreže istočnog dijela SFRJ i uklapanja hidroelektrane Đerdap u energetski sistem, došlo se do zaključka da je potrebno već sa Đerdapom započeti 380 kV prsten na potezu Đerdap — Beograd i Đerdap — Niš (studija Energoprojekta i Instituta u Ljubljani, Zagrebu i Beogradu). U skladu s razvojem konzuma i osnovnih energetskih izvora, ovaj prsten bi se kasnije nastavio od Niša preko Kosova, sektora Buk Bijele, sektora Kakanj — Đakovo nazad prema Obrenovcu i Beogradu. U cilju daljeg učvršćenja mreže SFRJ, ovaj bi se prsten naslanjao na mrežu SEV-a u Đerdapu (rumunjski dio), u Nišu na potez Niš — Sofija (bugarski dio) i u Đakovu ili Obrenovcu na potez SFRJ — Mađarska (mađarski dio). Ovakvo usmjeravanje znači mogućnost gradnje velikih objekata s velikim jedinicama, što će povoljno utjecati na tehničku eksploataciju mreže i na dalje sniženje cijene električne mreže.

U proučavanju elemenata i parametara mreže 380 kV uključene su sve elektrotehničke studijske i projektne organizacije u Srbiji i to:

— Institut »Nikola Tesla« (elektrotehnički parametri). Energoprojekt (parametri postrojenja uključivo HE Đerdap), Elektrosrbija (konstruktivni i elektromehanički parametri dalekovoda 380 kV) Elektroistok i Združeno elektroprivredno poduzeće Srbije.

Mada su ova proučavanja daleko od onih koja su vršena u drugim zemljama za postrojenja 400 kV, najviše zbog toga što je velik broj sličnih postrojenja i vodova u pogonu već u mnogim zemljama, tako da su mnogi parametri činjenice provjerene u eksploataciji, ipak u granicama svojih mogućnosti čine se napori u cilju traženja i postizanja optimalnih rješenja, kako bi se izbjegla sva iznenađenja kako u gradnji tako i u eksploataciji.

2.1. DALEKOVODI

2.1.1 Trase vodova

Prema Beogradu su obrađene dvije trase — jedna uz Dunav, a druga preko Bora. Za sada je usvojena samo prva, kraća trasa. Prema jugu odabrana je trasa Đerdap — Bor — Niš. Dalekovod će završiti u postrojenju 400/231 kV Beograd oko 30 km južno od Beograda.

2.1.2 Presjek vodiča

Analizirajući snage koje se kreću od Đerdapa kako u normalnom pogonu tako i u periodima teškoća, došlo se do zaključka da snop 2 × 490/65 u potpunosti zadovoljava. S druge pak strane ostavljena je mogućnost da se u slučaju potrebe na nekim dužim relacijama s većim snagama prijenosa, može upotrijebiti varijanta 3 × 360/57, koja ne unosi nikakve promjene presjeka i osnovne opreme.

S druge strane, provjere kretanja snaga u 220 kV perspektivnoj mreži Srbije pokazuju da će biti slučajeva kraćih konzumnih vodova 220 kV (od izvora do TS 220/110 kV) kod kojih će u potpunosti zadovoljiti presjek 490/60Ač.

2.1.3 Nivo izolacije dalekovoda 400 kV

Imajući u vidu dužinu oba dalekovoda, njihovu važnost za konzum Srbije, mogućnosti današnjih konstrukcija prekidača 400 kV sa stanovišta ograničenja komutacionih prenapona i rezultate mjerenja komutacionih prenapona u mnogim zemljama, za faktor komutacionih prenapona usvojena je vrijednost od oko 2,4 — 2,5. To znači, da osnovnu izolaciju voda treba dimenzionirati za komutacioni napon 820 — 855 kV.

Prema ispitivanjima u drugim zemljama stalo se na stanovište da izolatorski lanac od 19 članaka kapastog tipa, visine 146 mm, zadovoljava osnovnu izolaciju dalekovoda. Prema podacima tvornice porculana u Aranđelovcu može se računati da lanac od 19 porculanskih članaka K-146/254 (bez zaštitne armature) ima slijedeće ispitne vrijednosti:

Udarni napon (50 %) +	1665 kV
Podnosivi napon 50 Hz pod kišom (uzet je koeficijent 1,2 između kritičnog napona preskoka i podnosivog napona)	616 kV

Interesantno je napomenuti vrijednosti u francuskoj mreži.

	Porculan 19 čl. U T. Tyre 1515 L	Staklo 23 čl. CTP 240 M
Udarni nap. 50 %	1560 kV	640 kV
Podnosivi 50 Hz pod kišom	1497 kV	745 kV

Minimalna elektromehanička čvrstoća standardizirana je na 14 t.

Kod razmatranja paralelnih prijedloga porculan ili staklo, prevagnulo je mišljenje u korist porculana.

2.1.4 Zaštitno zemljovodno uže

Za zaštitno zemljovodno uže prihvaćen je čelik 70 mm² (dva užeta po stupu). No kako se radi o relativno velikim strujama zemnog spoja duž dalekovoda, to se sa stanovišta smanjenja utjecaja na PTT vodove predložila i varijanta alučelik 75/79 mm². Ovdje se odstupilo od prijedloga standarda tj. 50/30 ili 95/55, jer presjek 75/79 znatno povoljnije djeluje na izbor konstrukcije stupa.

2.2 TRANSFORMATORI 400/231 kV

2.2.1 Nazivna snaga

Na osnovu analize mreže koju su sproveli instituti, snaga od HE Đerdapa se dijeli prema Beogradu oko 58 %, a prema jugu oko 42 %. Ovo pri pogonu HE Đerdapa znači da se prema Beogradu kreće snaga oko 630 MW, a u većini slučajeva oko 550 MW tj. snaga bliska prirodnoj snazi (530 MW). Prema jugu se kreće snaga niža od prirodne snage. Da bi se postigla veća elastičnost u smjeru Beograda i uzelo moguće prihvaćanje (istovremeno) snage i od strane Obrenovca, nije se prihvatila u Beogradu propusna moć 600 MVA već 800 MVA, što je povuklo k rješenju 2 trofazna autotransformatora od po 400 MVA svaki. Za jug (vjerojatno Niš) se za sada predviđa jedan trofazni autotransformator 400 MVA, uz mogućnost smještaja još jedne ovakve jedinice u daljnjoj etapi izgradnje.

2.2.2 Odnos transformacije i regulacije

Na temelju studija prilika u budućoj mreži došlo se do zaključka da se mogu predvidjeti varijacije napona u opsegu 380 kV do 420 kV u normalnom pogonu. Navedeno govori u prilog neregulacionih transformatora s mogućnošću regulacije u neopterećenom stanju od ± 5 %. Prema tome bi transformatori imali odnos 400 ± 5 %/231 kv.

2.2.3 Tercijer

Nazivna snaga tercijera iznosi 100 MVA (25 %) i predviđena je kako za smanjenje homopolarne impedancije tako i za eventualni priključak kompenzacionih prigušnica i regulacionog dopunskog transformatora.

Reaktivne snage dalekovoda i konstelacija 220 kV mreže ukazuje, da će stavljanje dalekovoda 400 kV u prazan hod uz malo više pažnje dispečerske službe, biti moguće bez primjene kompenzacionih prigušnica.

2.2.4 Ispitni naponi

Traženi ispitni naponi za 400 kV stvarno su u duhu predloženog jugoslavenskog standarda za stupanj izolacije Si 420 S_1. Predloženi ispitni naponi su slijedeći:

Udarni napon — 1,2/50 — pun val

na 400 kV priključnicama	1425 kV
na 231 kV priključnicama	900 kV
u zvjezdištu	750 kV

Inducirani napon s povišenom frekvencijom

(pri položaju regulatora — 5%)

za primarni 400 kV namotaj	630 kV
za sekundarni 231 kV namotaj	382 kV

Ispitni napon iz stranog izvora — 50 Hz — 1 min

za primarni namotaj	325 kV
za sekundarni namotaj	325 kV
za zvjezdište	325 kV

Eventualno prelaženje na stupanj izolacije Si 420 S_2 (udarni napon 1.300 kV) smatra se za sada preuranjenim i za početak formiranja mreže 400 kV čak i opasnim za sigurnost eksploatacije tim prije, što bi to značilo pojeftinjenje cijene reda 1 do 3 % i smanjenje gubitaka reda 0 do 2 %.

2.2.5 Čvrstoća na kratki spoj

Najnovija analiza perspektivnih struja kratkog spoja koja je rađena prema izuzetno velikoj mreži 400 kV sa pretpostavljenim vezama prema Mađarskoj, Rumunjskoj i Bugarskoj, dala je najveću snagu kratkog spoja u

Đerdapu

$P'' = 14.140$ MVA (subtranzientna-simetrična)
$P' = 11.377$ MVA (tranzientna-simetrična)

a u tačkama Obrenovac i Niš:

Obrenovac	$P'' =$	11.062 MVA
	$P' =$	9.775 MVA
Niš	$P'' =$	8.604 MVA
	$P' =$	8.047 MVA

Uzimajući faktor sigurnosti 1,7, traži se od konstrukcije transformatora da udovolji snazi kratkog spoja u subtranzientnom periodu na strani 400 kV od (zaokruženo)

$P'' = 25.000$ MVA (subtranzientno simetrična)

Ista analiza je pokazala da računska maksimalna snaga kratkog spoja na 220 kV strani iznosi u

Obrenovcu	$P'' =$	10.170 MVA
	$P' =$	8.908 MVA

odnosno u

Beogradu VIII	$P'' =$	7.307 MVA
	$P' =$	6.831 MVA
Nišu	$P'' =$	4.970 MVA
	$P' =$	4.768 MVA

Zbog budućeg priključka TE Obrenovac konstrukcija transformatora treba udovoljiti snazi kratkog spoja u subtranzientnom periodu na 220 kV strani od (zaokruženo)

$P'' = 15.000$ MVA (subtranzientno simetrično)

2.3. RAZVODNA POSTROJENJA

2.3.1 Osnovna shema

Kako se prema zamišljenom oblikovanju mreže 400 kV ne predviđa ni u Beogradu ni u Nišu neko veliko razvodno postrojenje 400 kV, to se u oba slučaja išlo na jednostavno rješenje sa:

— jednim glavnim i jednim pomoćnim sistemom sabirnica 400 kV

Na 220 kV strani se išlo na postrojenja sa:

— dva glavna sistema sabirnica, jednim pomoćnim sistemom.

U oba slučaja se na strani 400 kV tražila laka mogućnost premoštenja prekidača u slučaju potrebe (bez rastavljača).

2.3.2 Prekidači

U tač. 2.5 je napomenuto s kojim snagama kratkog spoja treba računati u mreži 400 kV. No kako mnoge firme imaju najmanje tipove reda *20 GVA*, to je za sada ostavljeno da se traže tipovi s tom nazivnom snagom prekidanja.
Imajući u vidu današnje konstrukcije i mogućnosti koje one pružaju u pogledu ograničenja komutacionih prenapona, postavit će se uslov za ograničenje na vrijednost oko 850 kV.
Nivo podnosivog udarnog napona, kao i za ostalu aparaturu, bit će u skladu izolacionog nivoa Si 420 s, tj. 1.550 kV. Za 220 kV prekidače ostaje se na tipu nazivne simetrične snage isključenja od 7.500 MVA.

2.3.3 Zaštita od prenapona

Pri izboru odvodnika prenapona, koji bi se uobičajeno smjestili ispred transformatora, imalo se u vidu:

— da je podnosivi udarni napon izolacije transformatora 1.425 kV;
— da je podnosivi udarni napon izolacije aparature 1.550 kV i
— da su komutacioni prenaponi ograničeni prekidačima na oko 850 kV.

Istovremeno se primjećuje da koeficijent uzemljenja u početnom radu mreže 400 kV može biti i nešto veći od 80 %, što će se za navedene vodove još provjeriti. Ovo znači da se pri zemljospoju mogu očekivati statički prenaponi 50 Hz na zdravim fazama reda 335 do 350 kV. Prema tome nazivni napon odvodnika ne bi smio biti ispod 350 kV.
Uzimajući u obzir koeficijent zaštitnog nivoa 1,2 zaštitni nivo odvodnika bi trebao biti 1.200 kV. Kako su radovi na proučavanju parametara mreže 380 kV još uvijek u toku, to se navedeni podaci ne mogu smatrati konačnim.

3. Prof. dr. ing. Muždeka iznio je zatim svoj referat prema tački 4.2. dnevnog reda. On je iznio problematiku varijanata povezivanja HE Đerdap vodovima 380 kV sa Beogradom, odnosno Nišom uzimajući u obzir i čvornu tačku 380 kV Bor.

4. Ing. Dukanac nastavio je, prema dnevnom redu, izlaganje svog referata »Dopuna propisa u vezi izgradnje vodova napona 380 kV«. On je predložio da se za vodove 380 kV u okviru propisa razmotri slijedeće:

a) Meteorološke podloge i to da se poveća godišnje opažanje vjetra barem na 15 godina.
b) Da se svede u propise jednovremeno djelovanje leda i vjetra.
c) Treba dati preporuke u vezi usvajanja vrijednosti »svakodnevnog naprezanja«.
d) Sigurnosne visine koje daju naši propisi, kod vodova 380 kV, daju prevelike vrijednosti. To se naročito vidi ako se učini usporedba s propisima SSSR-a.
e) Da se korigiraju minimalni izolacioni razmaci u neotklonjenom stanju i u stanju otklona uslijed vjetra. U referatu su učinjene brojne usporedbe s propisima SSSR-a, Italije i Francuske.
f) Na bazi propisa SSSR-a predlaže se zaštitni kut zaštitnog užeta i razmaci između užeta i vodiča kod križanja vodova.
g) Na koncu se predlaže da se za elektromehaničku sigurnost kapastih izolatora usvoji koeficijent 2,5 umjesto 3,0 prema važećim propisima.

5. Dr. ing. Despotović iznio je istraživanje u Institutu »N. Tesla« u vezi problematike najpovoljnijeg presjeka vodiča za naše vodove 220 kV i 380 kV u ovisnosti o prenesenoj snazi.
Utvrđeno je da kod 220 kV i snaga preko 145 MW u obzir dolazi alučelično uže s presjekom aluminija od 490 mm², a preko 211 MW snop od dva užeta 240 mm². Rezultati istraživanja za napon 380 kV iznijeti su već u referatu ing. Golubovića.

6. S obzirom na zauzetost mnogih drugova time je ovaj sastanak završen s time, da je dogovoreno da će se nastaviti u Beogradu još prije godišnjih odmora, a domaćin će biti poduzeće Elektroistok.

* * *

II Sastanak u Beogradu 28. VI 1967. u prostorijama Zajednice jugoslovenske elektroprivrede u organizaciji poduzeća Elektroistok.

1. Dnevni red koji je bio predložen za ovaj sastanak predstavlja u stvari nastavak dnevnog reda od 7. IV 1967.
Prijedlog dnevnog reda bio je slijedeći:
   1. Uvodna riječ predsjednika
   2. Diskusija o referatu ing. Golubovića (održanom 7. IV o. g.)
   3. Informacije o konzultaciji po pitanjima projektiranja postrojenja 380 kV u EdF u Parizu.
   4. Diskusija o izlaganjima ing. Dukanca (7. IV o. g.)
   5. Ing. Kranjc: Problematika koordinacije izolacije u budućoj mreži 380 kV
   6. Preferencijalne teme za slijedeće zasjedanje JNK CIGRE 1968.

2. Nakon uvodne riječi predsjednika prešlo se na tačku 2 dnevnog reda.
Diskusija se vodila prvenstveno o pitanjima koordinacije izolacije uz zaštitu odvodnicima prenapona. Prvo su razjašnjeni i definirani neki pojmovi na temelju međunarodnih definicija i smjernica, a zatim sa diskutirani predloženi izolacioni nivoi sistema 400 kV za vodove i aparate.

3. U trećoj tački dnevnog reda ing. Golubović, koji se upravo vratio od EdF-a, dao je vrlo interesantne informacije o izgradnji i pogonu francuskih postrojenja najvišeg napona.

4. U vezi referata ing. Dukanca konstatirano je da s prijedlozima treba upoznati forume koji se bave izradom jugoslavenskih propisa. U najnovijim propisima za dalekovode (Sl. list 24/67) mnoge su odredbe dane zaključno s naponom 220 kV, pa prema tome ima mogućnosti da se ta pitanja sa 380 kV još solidno prostudiraju.

5. Izlaganja dra Kranjca koja su bila predviđena tačkom 5 dnevnog reda već su bila izvršena u tački 2. u diskusiji o referatu ing. Golubovića, pa je ova tačka otpala.

6. U pogledu preferencijalnih tema iz problema koje obuhvaća ovaj studijski komitet, a koje bi bile iznijete u okviru VI sekcije (Vrlo visoki naponi) za IX savjetovanje CIGRE 1968. konstatirano je da je dobar dio tih tema već iznesen u drugim sekcijama, a prvenstveno u sekciji IV (Električne mreže).
Kao preferencijalne teme za sekciju VI usvojene su slijedeće:
   a) Osnovni smjerovi budućih linija 380 kV u Jugoslaviji
   b) Parametri elemenata mreže 380 kV
   c) Unutarnji prenaponi u mreži 380 kV i koordinacija izolacije
   d) Povezivanje s inozemstvom na nivou 380 kV
   e) Nadopuna jugoslavenskih propisa za potrebe mreže 380 kV.

   Što se pak tiče referata za IX zasjedanje CIGRE zaključeno je da se pojedini članovi komiteta zaduže da u svojim organizacijama budu inicijatori da se napišu referati iz područja problematike najviših napona kojima se bave dotične organizacije.
   Općenito se predlaže da osnovna nota zasjedanja CIGRE 1968. bude problematika sistema 400 kV.

7. U posljednjoj tački dnevnog reda zaključeno je da se s radom komiteta upozna predsjednik Odbora sa studije JUGEL-a.
Slijedeći sastanak Komiteta predviđen je za jesen 1967., na kojem bi se rješavala i neka organizaciona pitanja Komiteta, kao npr. pitanje članstva i organizacije rada.

Boris Markovčić, dipl. ing.

SAVJETOVANJE O ENERGETSKIM KABELIMA

U organizaciji Jugoslavenskog nacionalnog komiteta »Cigre« i Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Hrvatske održano je »Savjetovanje o energetskim kabelima i izoliranim vodovima s aluminijskim i bakrenim vodičem«, od 11. do 13. listopada 1967. godine u Zagrebu.

Savjetovanju je prisustvovalo preko dvije stotine stručnjaka iz elektroindustrije, elektroprivrede, naučnih instituta i zavoda, te ostalih ustanova.

Svečanom otvorenju savjetovanja prisustvovali su predstavnici Gradske skupštine, Privredne komore Hrvatske i privrednih organizacija.

Na skupu je podneseno 20 referata o stručnoj problematici, konstrukciji, razvoju proizvodnje i upotrebi kabela u našoj zemlji. U održanim predavanjima detaljno je obrađena primjena aluminijskih kabela umjesto bakrenih kao i mogućnosti proizvodnje aluminijskih kabela u domaćim tvornicama.

U radnom dijelu savjetovanja o pojedinim je predavanjima vođena diskusija, a na temelju obrađenih materijala doneseni odgovarajući zaključci. Tako su doneseni zaključci iz grupa:

— konstrukcioni problemi kabela,
— polaganje i spajanje kabela,
— eksploatacija kabela,
— standardizacija i propisi,
— ekonomski problemi proizvodnje i korištenja kabela i
— problematika izoliranih vodova.

Važan je i zaključak koji predviđa da ne treba dozvoliti uvoz kabela i pribora koji nisu dobili suglanost Jugoslavenskog standarda, kao i preporuka da poduzeće u svojoj proizvodnji primjenjuje jugoslavenske standarde.

Organizator savjetovanja je za učesnike organizirao posjet zagrebačkim tvornicama »ELKA«, »KONTAKT« i »TEP« radi upoznavanja s radom tih poduzeća koja u našoj elektroindustriji predstavljaju značajne proizvođače energetskih kabela i odgovarajućeg instalacionog materijala i drugih uređaja. *I. R.*

DRUGO SAVJETOVANJE O EKSPLOATACIJI PRIJENOSNE MREŽE I PRVO SAVJETOVANJE O IZGRADNJI PRIJENOSNE MREŽE 220 I 110 kV SFR JUGOSLAVIJE

Savjetovanje je održano u Budvi od 17. do 20. listopada 1967., a prisustvovalo je oko 120 učesnika. Tom prilikom napisano je 40 referata koji su umnoženi i poslani učesnicima prije savjetovanja. Referati su podijeljeni u 18 grupa, pa su tako tim redom i diskutirani u toku tri jutra i dvaju popodneva. Jedan je dan bio rezerviran za diskusiju o organizacionim pitanjima izvan referata. Savjetovanje je završeno izletom na Lovćen, u Cetinje i Titograd.

Na koncu savjetovanja sastavljeni su zaključci kako slijedi:

Zaključci

1. Potrebno je donijeti zajedničke kriterije o načinu izvođenja remonata kod dalekovoda, s tim što bi se uvažavali dokumentirani specifični i posebni uvjeti za pojedine dalekovode.
2. Učestalost remonata dalekovoda tj. da li ih treba izvoditi svake godine ili svake druge odnosno treće godine, kao i dužina trajanja remonta jednog dalekovoda treba da se zasniva na prethodnoj dokumentiranoj analizi i podacima o njegovom stvarnom stanju.
3. Nije preporučljivo da se zbog nedovoljne izgrađenosti prijenosne mreže 110 i 220 kV traži izmjena važećih propisa povećanjem granice preopterećivanja dalekovoda. Rješenje treba tražiti u daljnjoj izgradnji i usavršavanju elektroenergetskog sistema.
4. Problemu održavanja kvalitetnog napona na prijenosnoj mreži treba posvetiti daleko veću pažnju kako kod studija i izgradnje dalekovoda, tako i kod eksploatacije u korištenju i usklađivanju raspoloživih sredstava za proizvodnju jalove energije kod generatora, sinhronih kompenzatora, kondenzatorskih baterija itd.
5. Preporučuje se ZJE da u saradnji sa elektroprijenosnim poduzećima prouči s tehničkog i ekonomskog aspekta kompleksnu problematiku kompenzacije jalove energije u elektroenergetskom sistemu i predloži osnovna rješenja. Isto tako se preporučuje da se preko ZJE prikupe potrebni podaci o karakteristikama i kvaliteti rada sinhronih kompenzatora i na temelju njih naprave kompletne analize koje bi pokazale opravdanost nabavke postojećih sinhronih kompenzatora, kod kojih se ispoljilo mnogo nedostataka u njihovom radu, kao i eventualnu preporuku za prelazak na manje jedinice sinhronih kompenzatora hlađenih zrakom.
6. U pogledu osiguranja stabilnog pogona sistema potrebna je veća saradnja, kako između pogonskih službi elektroprijenosnih poduzeća (uklopna stanja, konfiguracija na 110 i 220 kV mreži, nepotrebna i samoinicijativna isključivanja pojedinih dalekovoda itd.), tako i između dispečerskih službi i odgovarajućih službi za relejnu zaštitu (pitanje usklađivanja rada i podešavanja svih važnijih zaštita, uključivo i podfrekventnog rasterećenja).
7. Što se tiče ispitivanja transformatora kod preuzimanja, preporučuje se poduzećima da prototip serije bude obavezno ispitan i udarnim naponom. O ovome je potrebno obavijestiti odbor 14. Nacionalnog komiteta IEC-a s prijedlogom da se u tom smislu dopune JUS propisi.
8. Primjena zaštitnih užadi na dalekovodima viših i najviših napona po pravilu dolazi. Za napone ispod 400 kV i za posebno nepovoljne uvjete, primjenu zaštitnih užadi treba preispitati. Koeficijent sigurnosti zaštitnih užadi ne treba da bude manji od koeficijenta za fazne vodiče. Isto tako zaštitnu užad treba provjeravati na zagrijavanje uslijed struja kratkih spojeva.
9. Treba izvršiti dopunu tehničkih propisa koji se odnose na ukrštanja niskonaponskih vodova sa visokonaponskim vodovima. Pored predviđenih mjera u sadašnjim propisima, treba dozvoliti i mjeru električnog i mehaničkog pojačanja izolacije za visokonaponske vodove.
10. U načelu se može usvojiti definicija dalekovoda visoke sigurnosti iznijetog u referatu IV. 2. Prije konačnog donošenja teksta definicije, ZJE treba konsultirati Nacionalni komitet CIGRE (za zaštitu i releje) i svoju Komisiju za standarde i propise. U novim propisima odrediti granične vrijednosti EMS zavisno od vremena djelovanja indukcije, odnosno djelovanja zaštite dalekovoda i vremena isključenja DV u kvaru.

    Predlaže se da ZJE organizira prikupljanje i sređivanje postojećih podataka o vrijednostima specifičnog otpora tla. Za područja gdje ovakvih podataka nema organizirati mjerenja. Pošto se prikupi i sredi dovoljno podataka, izraditi kartu geoelektričnih osobina tla u Jugoslaviji (odnosno specifičnog otpora).

    Preporučuje se ZJE da na ovim problemima aktivira Komisiju za standarde i propise i odgovarajuće studijske grupe CIGRE.

    Rezultati mjerenja su uvijek najmjerodavniji činioci u određivanju veličine utjecaja i parametara za proračun.

    Dalje treba nastojati da se proračuni provjere mjerenjima na postojećim i novoizgrađenim vodovima. Međutim, nastojati da se primjenjuju metode mjerenja bez isključenja dalekovoda, a naročito bez pravljenja pokusnih zemljospojeva na dalekovodu.

    Rezultate mjerenja obavezno objavljivati u časopisu »Elektroprivreda« ili ih dostavljati ZJE, u cilju šireg korištenja i dostupnosti svim zainteresiranim.

    Poduzeća treba da srede i ažurno vode evidenciju o strujama zemljospoja u prijenosnoj mreži. U slučajevima kad ova struja prelazi vrijednosti iz projekta, treba vršiti provjeru veličine utjecaja na zračne telekomunikacione vodove, pa ako utjecaj premaši dozvoljene granice poduzimati mjere dodatne zaštite.

Postojeći propisi ne tretiraju mjere zaštite, ali ih izričito i ne zabranjuju, pa ih prema tome dozvoljavaju. Projektom zaštite treba uvijek predvidjeti za određeni slučaj adekvatnu i ekonomičnu zašititu, a ne ići na izmještanje odnosno udaljenje dalekovoda i telekomunikacionog voda kao na jedino rješenje.

11. Ekonomika i sigurnost pogona iziskuje intenzivnije uvođenje kompleksne automatizacije u prijenosnim poduzećima. Dosadašnja iskustva s lokalnim automatikom i telekomandnim stanicama su pokazala pozitivno iskustvo.
12. Stručne službe ZJE treba da predlože jedinstvene obrasce za vođenje pogonske statistike. Poduzeća treba također da organiziraju i osiguraju pravilno vođenje i dostavljanje ovih podataka.
13. Potrebno je što prije riješiti način pogona (regulacija frekvencije, paralelan rad) kako između pojedinih regulacionih centara tako i sa susjednim zemljama (Austrija, Italija, Mađarska itd.).
14. Neophodno je potrebno da se i nadalje vrše perspektivna planiranja jugoslavenske mreže najvišeg napona i pored nesigurnosti u odabiranju objekata odnosno izvora energije. Treba vršiti odabiranje na temelju raspoloživih podataka, s tim da se prema potrebi rješenja daju u varijantama.
15. S obzirom na raznovrsnost tipova i proizvođača transformatora, potrebno je u svakom pojedinačnom slučaju kvara u zajednici sa proizvođačem donijeti odluku o mjestu, gdje će se vršiti popravak uzimajući pri tome u obzir cijenu, rokove popravka i način ispitivanja. Potrebno je razmisliti o nabavci zajedničkih uređaja za popravak i ispitivanje na licu mjesta, a u cilju ubrzavanja sušenja i mogućnosti ispitivanja. Preporučuje se da te probleme detaljnije obradi Komisija ZJE za izradu uputstava za održavanje.
16. Preporučuje se investitorima da u cilju smanjenja otpada provodnih i zaštitnih užadi, ostavi dovoljno vremena isporučiocu za izradu prema projektom danim dužinama. Putem stručnih službi ZJE, a u saradnji sa republičkim inspektoratima potrebno je zauzeti zajednički stav u pogledu tehničkih kriterija za prijem dalekovoda, kao i zahtjeva za ateste materijala. Zbog prelaska na više napone i sve većih zahtjeva za povećanom elektromehaničkom čvrstoćom predlaže se nadležnim službama da upozore domaću industriju na usvajanje postupka dobivanja izolatora veće elektromehaničke čvrstoće.
17. Insistirati putem odgovarajućih službi u ZJE u saradnji s elektroprijenosnim poduzećima na reviziji JUS propisa o dopuštenim radnim temperaturama visokonaponskih kabela u duhu novih tendencija u svijetu. Radi saznanja tačnijeg režima rada i mogućnosti pune ekonomičnosti u korištenju visokonaponskih kabela preporučuje se investitorima da izvrše prethodna mjerenja toplotnih otpora tla, koristeći pri tome i načine za sniženje toplotnog otpora tla posebno tamo gdje je materijal na terenu nehomogen.
18. Konstatira se da kvaliteta pogona jedinstvenog elektroenergetskog sistema — prijenosne mreže 110 i 220 kV (kao što su stabilnost, frekvencija, napon itd.) nije na zadovoljavajućoj visini i da bi ZJE u saradnji sa udruženim i elektroprivrednim organizacijama trebala da iznalazi i predlaže adekvatna rješenja u daljem usavršavanju postojećeg Zakona o elektroprivredi i reguliranju odnosa i saradnje između udruženih elektroprivrednih organizacija, sa ciljem otklanjanja istaknutih slabosti uz obavezno poštovanje ugovora tj. izvršavanja preuzetih obaveza ugovarača. S obzirom na njenu važnost predlaže se da ovu problematiku razmatra Skupština ZJE.
19. Konstitira se da se nedovoljno dokumentirano, neprostudirano i neusklađeno širom zemlje grade izvori električne energije za koje se paralelno ne osigurava izgradnja prijenosne mreže a vrlo često ni potrošači. Ovo može imati dalekosežne posljedice, kako na plasman energije iz ovakvih izvora tako i na kvalitet pogona elektroenergetskog sistema u cjelini. Istaknutu problematiku s obzirom na njenu važnost i težinu trebala bi obavezno u što skorijem vremenu razmatrati Skupština ZJE.
20. Da se poduzmu sve potrebne mjere na nivou ZJE uz saradnju svih udruženih elektroprivrednih organizacija na ubrzanom donošenju tehničkih propisa kao i jedinstvenog uputstva o zaštiti na radu. Postojeći propisi i uputstva su zastarjeli i ne zadovoljavaju. Potrebna novčana sredstva za izradu uputstava i propisa osigurat će udružena elektroprivredna poduzeća preko ZJE.
21. Da se odgovarajuće stručne službe u ZJE u saradnji sa elektroprijenosnim poduzećima posebno založe na donošenju tehničkih propisa za 400 kV mrežu u što kraćem roku.
22. Da ZJE preko odgovarajućih organa nastoji da se kroz zakon osiguraju ista prava i isti postupak pri dobivanju dozvole za gradnju i eksploataciju prijenosne mreže (DV, TS i RP), kao što je Zakonom predviđeno za objekte PTT i JŽ.
23. Da ZJE preko odgovarajućeg organa osigura obaveznu saglasnost koju moraju investitori dobiti od elektroprivrede prije nego što počnu s izgradnjom objekata u blizini postojećih elektroenergetskih postrojenja.
24. Da ZJE u saradnji sa elektroprijenosnim poduzećima predloži izradu jedinstvenih kriterija za gradnju elektroenergetskih objekata i tipskih postrojenja.
25. Da ZJE u saradnji sa zainteresiranim udruženim elektroprivrednim organizacijama i elektroprijenosnim poduzećima poduzme odgovarajuće mjere kod nadležnih državnih organa za povećanje učešća federacije u osiguranju sredstava za gradnju sistematskih vodova tj. vodova za razmjenu između poduzeća i za povezivanje sa inozemstvom. S obzirom da je ovo važan problem predlaže se da ga u što skorijem vremenu razmatra Skupština ZJE.
26. Da ZJE u saradnji sa elektroprivrednim organizacijama i domaćim isporučiocima opreme ispita razloge, iznađe i predloži odgovarajuća rješenja u

vezi s pojavom visokih cijena, slabe kvalitete i zakašnjenjima pri isporučivanju opreme za elektroprivredu.

27. Da ZJE u saradnji sa udruženim elektroprivrednim organizacijama osigura potrebna financijska sredstva, ispita mogućnosti i predloži rješenje za uvođenje savremenijeg jedinstvenog načina prikupljanja i obrade statističkih podataka u elektroprivredi, koji bi se koristili, kako za potrebe svakodnevnog praćenja rada i eksploatacije elek- dugoročnog studiranja razvoja elektroenergetskog tivnog razvoja.

28. Da ZJE u saradnji sa elektroprivrednim organizacijama pristupi izradi programa sistematskog troenergetskog sistema, tako i za potrebe perspeksistema u cjelini, sa prikazom metodologije, organizacije i plana rada, kao i institucija koje dolaze u obzir za izvršenje radova i način financiranja takvog rada.

B. Markovčić

SAVJETOVANJE STUDIJSKOG KOMITETA ZA ZAŠTITU I RELEJE JUGOSLAVENSKOG NACIONALNOG KOMITETA CIGRE

Nakon skoro dvogodišnjeg prekida, održano je ove godine u Ljubljani savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje JUNAKO CIGRÉ, u organizaciji Instituta za električko gospodarstvo i Tvornice ISKRA — ZZA. Prisutna su bila 24 učesnika iz elektroprivrednih organizacija svih republika, Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, elektroindustrije, istraživačkih i razvojnih instituta, te visokih škola.

Učesnike savjetovanja pozdravio je predsjednik JUNAKO CIGRÉ dir. Korošec, a savjetovanje je otvorio predsjednik Studijskog komiteta, i na njegov prijedlog prihvaćen je slijedeći

Dnevni red:

A Izvještaji

1. Izvještaj o ponašanju relejne zaštite u godini 1964, diskusija o izvještaju i dogovor o daljnjem radu na području analize i statistike o radu relejne zaštite (prikaz E. Höfler).

2. Izvještaj o dosadašnjim ispitivanjima distantnih releja tipa L3wya S (BBC), te tipa RXAP 6210 (CdC) (prikaz Ž. Zlatar i A. Šaler).

3. a) Izvještaj o sadašnjoj tehnici zaštite u Velikoj Britaniji (prikaz A. Kurnik).

b) Izvještaj o problemima zaštite transformatora 220/110 kV, 150 MVA u TS Kakanj (prikaz F. Božuta).

B Problemi zaštite

1. Informacija o problemima zaštite u visokonaponskoj mreži 110 i 220 kV (referenti D. Maksimović i S. Panić).

2. Prikaz sovjetske tehnike generatorske zaštite (prikaz F. Božuta).

C Ostala pitanja

1. Prenaponi kod uklapanja mreža vrlo visokog napona i načini njihovog ograničenja (referent V. Naančić).

2. Obrada elektromagnetnih mehanizama na računskim strojevima (referati Dr S. Bingulac i M. Mirović).

3. Definicija »Voda visoke sigurnosti«.

4. Smjernice za daljnji rad, dogovor o terminu i mjestu slijedećeg sastanka.

Konstatacije i zaključci

A Izvještaji

1. *Izvještaj o ponašanju relejne zaštite u 1964.* Pisani izvještaj obuhvaća analizu i statistiku djelovanja s tabelarnim pregledima zaštite i automatike u 110 i 220 kV mreži, zaštite i automatike u 110 i 220 kV mreži, zaštite generatora, te zaštite transformatora kako u elektranama tako i u transformatorskim stanicama. Izvještaj je dan po republikama, kao i sumarno za cjelokupnu jugoslavensku mrežu, naravno sa znatnim zakašnjenjem zbog teškoća u sakupljanju podataka, a dijelom i zbog tadašnjih reorganizacija u elektroprivredi. Ovom prilikom ponovno je konstatirana korist vođenja ovakvih analiza odn. statistika, s time da one obuhvate podatke koje JUGEL već sakuplja za svoje potrebe. Pri tome će se voditi računa o tome da se kod nove razrade omogući primjena savremenih mehanografskih metoda u obradi sakupljenih podataka.

Zaključeno je:

— da se u okviru Studijskog komiteta osnuje radna grupa, koja će pripremiti nova uputstva za izradu godišnje analize i statistike o radu relejne zaštite i uređaja za ponovno ukapčanje, u sastavu: M. Vasić (Sarajevo), S. Penić (Beograd), V. Hangi (Zagreb), A. Kurnik i R. Močnik (Ljubljana), S. Golev (Skoplje) i N. Mihaljević (Titograd);

— da će se upozoriti treća sekcija JUNAKO CIGRÉ za vodove, na vrlo veliki broj ispada vodova visokog napona, što proizlazi iz dosadašnjih godišnjih analiza, a što bi ova sekcija trebala uzeti u razmatranje radi utvrđivanja uzroka.

2. *Izvještaj o dosadašnjim ispitivanjima distantnih releja tip L3wya S (BBC), te tipa RXAP 6210 (CdC).* Ova ispitivanja poduzeta su na osnovu zaključaka jednog od ranijih savjetovanja, pa je ovaj izvještaj primljen s velikim zanimanjem. Ispitivanja su izvršena u Ljubljani na novom ispitnom pultu u laboratoriju ZZA — ISKRA uz punu suradnju stručnog kadra ZZA. U diskusiji je preporučeno da se ispitivanja prošire i na ostale tipove distantne zaštite u eksploataciji, kako bi se utvrdilo koji releji prema svojim karakteristikama najbolje odgovaraju za naše uvjete i potrebe.

Zaključeno je:

— da se predloži JUGEL-u, da zatraži od proizvođača distantnih releja tipske ateste za one releje koji se upotrebljavaju u našoj mreži;

— da se preporuči investitorima, da izvrše kvalitativno preuzimanje distantnih releja kod dobavljača, te da se tom prilikom provjere bitne karakteristike releja.

3. a) *Izvještaj o sadašnjoj tehnici zaštite u Velikoj Britaniji*

b) *Izvještaj o problemima zaštite transformatora 220/110 kV, 150 MVA u TS Kakanj*

Ova dva izvještaja zbog donekle srodne tematike koju su tretirali (pilotske veze) prodiskutirani su zajedno. Prvi izvještaj nas upoznaje s nekim tehničkim rješenjima u Velikoj Britaniji, kakvima se kod nas uglavnom nismo susretali, a drugi nas upoznaje s problemima koji su se pojavili kod zaštite transformatora u TS Kakanj.

Zaključeno je:

— da se preporuči svim članovima komiteta, koji putuju u inozemstvo, da upoznaju ovaj komitet sa svojim zapažanjima o relejnoj zaštiti i automatici (uz 3. a),

— da se preporuči uvođenje signalizacije prekida napajanja istosmjernim naponom, te otkazivanje drugih pomoćnih uređaja čija je pouzdanost za rad zaštite isto tako važna kao i sami zaštitni releji (uz 3. a),

— da se preporuči da se prije eventualne narudžbe tranzistorskih releja razmotri to pitanje na ovom komitetu (uz 3. a),

— da članovi komiteta na slijedećem savjetovanju izvijeste o svojim iskustvima s pilotskim vezama, jer primjena pilotskih veza kod nas danas još nije raširena (uz 3. b),

— da se pitanje zaštite tercijarnog namota transformatora, posebno od prenapona, razmotri na slijedećem sastanku, jer se je do sada ovom pitanju poklanjala premala pažnja.

B Problemi zaštite

1. *Informacije o problemima zaštite u visokonaponskoj mreži 110 i 220 kV.* Ovdje su obuhvaćeni problemi zaštite mreže na području SR Srbije. Opisani su zaštitni uređaji koji se danas primjenjuju u toj mreži. Navedene su poteškoće u radu zaštite kod normalnih uvjeta u mreži, kao što su oscilacije, gubitak sinhronizma, preopterećenje prijenosnih vodova i pad frekvencije. Predložena su rješenja koja bi trebala poboljšati sadašnje stanje. Pokazala se potreba uvođenja rezervne zaštite od jednopolnih kratkih spojeva u mreži 220 kV. U diskusiji bilo je različitih mišljenja naročito u pogledu opravdanosti odvajanja na međurepubličkim vezama u slučaju oscilacija u mreži, kao i u pogledu primjene podfrekventne zaštite.

Zaključeno je:

— da JUGEL izradi prijedlog za udešavanje frekventnih releja u cijeloj jugoslavenskoj mreži, jer ova udešenja nisu usklađena,

— da se u okvirima jugoslavenske elektroprivrede zauzme stav o upotrebi zaštite od gubitka sinhronizma,

— da se trećoj sekciji za vodove JUNAKO CIGRÉ stavi u zadatak, da u svoj program rada uvrsti problem zaštite od preopterećenja vodova, pošto se ne raspolaže osnovnim parametrima potrebnim za izbor odgovarajuće zaštite.

2. *Prikaz sovjetske tehnike generatorske zaštite.* U referatu je prilično detaljno dan prikaz i analiza električne zaštite generatora, kako je riješena u Sovjetskom Savezu, a na primjeru zaštite generatorske grupe 100 MVA u TE Tuzla. Kako je ova zaštita riješena na način koji je vrlo različit od rješenja na zapadu i kod nas, to je referat pobudio razumljiv interes, tim više što se mogu očekivati daljnje nabavke generatora u Sovjetskom Savezu.

Zaključeno je:

— da sekretarijat prikupi raspoloživu dokumentaciju i dostavi je svim članovima Studijskog komiteta.

C Ostala pitanja

1. *Prenaponi kod uklapanja mreže vrlo visokog napona i načini njihovih ograničenja.* U referatu su iznesene karakteristike prenapona uklapanja, uzroci i mogućnosti njihovog smanjivanja. Uvođenjem napona 400 kV u naš elektroenergetski sistem, problem prenapona uklapanja postaje aktuelan, pa će o njemu nužno trebati povesti računa i tražiti odgovarajuća rješenja. Podaci objavljeni u referatu zasnivaju se na provedenim ispitivanjima EdF, a dijelom i na jednom vrlo dugom (u prvoj fazi pogona) vodu 220 kV.

Zaključeno je:

— da bi se studijski komitet za najviše napone morao više angažirati na rješavanju problema prenapona kod uklapanja mreža, konkretno za 400 kV mrežu, čija izgradnja predstoji,

— da su mjerenja i registracije prenapona u mrežama visokog napona, te prikupljanje statističkih podataka o tome, vrlo korisna. Pozdravlja se inicijativa koju su pokrenuli elektroprivredni instituti u Ljubljani, Zagrebu i Beogradu, za mjerenje prenapona elektronskim brojačima, koji su posebno značajni zbog mogućnosti registracije unutarnjih prenapona,

— da se preporuči, da se prije početka projektiranja 400 kV mreže posveti najveća pažnja problemima zaštite od prenapona, kako unutarnjih tako i atmosferskih, kao i problemu koordinacije izolacije, sve u vidu prethodnih studija. Kod gradnje prvog 400 kV voda treba omogućiti potrebna mjerenja prenapona prije stavljanja voda u trajni pogon.

— da se u okvirima ovog Studijskog komiteta osnuje posebna radna grupa za prenapone u koju ulaze članovi F. Kranjc, V. Hangi, A. Jovanović, J. Mandić i V. Narančić.

2. *Obrada elektromagnetnih mehanizama na računskim strojevima.* U referatu se obrađuje teorija rada

elektromagneta na suvremen način, te je od velikog interesa za konstruktore elektromagnetskih releja. Pošto se ovdje radi o vrlo usko specijaliziranoj temi, diskusija se ograničila na konstataciju, da će primjena ove metode u praksi naići na poteškoće, jer pretpostavke na kojima počiva nisu uvijek ispunjene u praksi. Tako se pretpostavlja da će biti znatnih razlika između mjerenih i prethodno izračunatih vrijednosti.

3. *Definicija »Voda visoke sigurnosti«.* Ovo je pitanje pokrenuo Studijski komitet za perturbacije i smetnje JUNAKO CIGRÉ, pa je uzeto u razmatranje. Radi se o vodovima kod kojih se dopušta viši napon na susjednim TT linijama u slučaju zemljospoja u mreži. Prihvaćena je u cjelini definicija Međunarodnog komiteta za perturbacije, te je ovlašten sekretarijat da izradi ovakvu definiciju za naše domaće propise.

4. *Smjernice za daljnji rad, dogovor o terminu i mjestu slijedećeg sastanka.* Zaključeno je da se idući sastanak treba po mogućnosti održati u oktobru 1967. u Zagrebu. U to vrijeme bit će zasjedanje Međunarodnog tehničkog komiteta za zaštitu i releje IEC br. 41 u Ljubljani, pa postoji mogućnost da zasjedanju Studijskog komiteta za zaštitu i releje prisustvuje i jedan od inozemnih stručnjaka za relejnu zaštitu. Nastojat će se da se u buduće sastanci komiteta održavaju u kraćim vremenskim razmacima, jer je ovaj sastanak potvrdio korist ovakvih skupova, odn. slobodne razmjene mišljenja i iskustava stručnjaka elektroprivrede i predstavnika istraživačkih i naučnih ustanova.

Na kraju treba istaknuti izvrsnu organizaciju ovog savjetovanja, koja je značajno doprinijela kako uspješnom radu tako i dobrim rezultatima savjetovanja.

V. Hangi

SIMPOZIJ O ANALIZI I SINTEZI ELEKTRIČNIH MREŽA

Simpozij je održan u glavnom gradu Rumunjske, Bukureštu od 2. do 5. listopada 1967. Organizirala ga je Akademija Socijalističke Republike Rumunjske uz pomoć Instituta za energetiku, Ministarstva prosvjete, Ministarstva za električnu energiju i Nacionalnog udruženja inženjera i tehničara.

Rad simpozija odvijao se u dvije grupe:

a) energetske mreže
b) telekomunikacione mreže

Težište rada bilo je u prvoj grupi, koja je bila jača i po broju učesnika i po broju referata. U prvoj je grupi prodiskutirano ukupno 40 referata, a u drugoj 27. Daleko najveći broj referata dali su rumunjski stručnjaci, prvenstveno iz Akademije. Od navedenog broja referata bilo je u prvoj grupi 8, a u drugoj 1 referat inozemnih stručnjaka. Od toga je jedan referat u prvoj grupi bio iz Jugoslavije. Na žalost izostalo je 9 vrlo interesantnih najavljenih referata iz SSSR-a. Referati uvezani u tri knjige podijeljeni su učesnicima tokom trajanja simpozija.

Rad je bio organiziran tako da su svi rumunjski predstavnici govorili na svom jeziku, a zatim se vršio simultani prijevod na engleski, francuski, njemački i ruski. Izvještaji inozemnih predstavnika prevedeni su simultano na rumunjski, a zatim na ostale navedene jezike. Referati Rumunja pisani su na rumunjskom, a stranih učesnika na jednom od spomenutih svjetskih jezika. Diskutiralo se po sekcijama ujutro i popodne.

U prvoj su grupi bile slijedeće sekcije:

1. *Opća teorija električnih mreža* (zajednička za obje grupe).
2. *Fenomeni polja u električnim mrežama.*
3. *Analiza statičkih stanja u električnim mrežama.*
4. *Modeli i ekvivalentni krugovi električnih sistema.*
5. *Dinamička stanja električkih sistema.*
6. *Optimizacija kod planiranja i pogona električkih mreža.*

U drugoj pak grupi bili su posebno u sekcijama obrađivani ovi problemi:

1. *Sinteza telekomunikacionih mreža*
2. *Prijenos signala u sistemima*
3. *Analiza i sinteza automatizacije sistema.*

Simpozij je u prvom redu dao pregled rada i dostignuća rumunjskih naučnih ustanova na polju analize električnih sistema, dok su doprinosi stranih stručnjaka bili razmjerno skromni. Svakako se moglo konstatirati da se u Rumunjskoj mnogo radilo na teoretskim pitanjima iz ove problematike naročito u vezi s upotrebom digitalnih računala. Nije bilo međutim moguće dobiti sliku o vezi i suradnji vrhunske nauke i elektroprivrede i o korištenju iznesenih naučnih dostignuća.

Prema listi prisutnih simpoziju je prisustvovalo oko 250 stručnjaka iz Rumunjske i oko 50 iz inozemstva. Iz Jugoslavije su bila 4 predstavnika.

Za vrijeme simpozija organizirano je razgledavanje grada Bukurešta i posjet dvorcu u Mogošaji. Osim toga je organiziran pregled termoelektrane Bukurešt-jug. Poslije završnog radnog dijela zasjedanja organiziran je dvodnevni izlet na deltu Dunava i alternativno pregled hidroelektrane Argeš.

B. Markovčić

Ing. Gvidon Gulić 80-godišnjak

Naš istaknuti stručnjak i naučni radnik na području kotlogradnje ing. Gvidon Gulić navršio je ove godine 80 godina života. Mlađa ga generacija pozna jedino po njegovim štampanim radovima, ali ga zato starija generacija pamti kao energična šefa i načelnika ministarstva, koji je stručno obradio i objavio niz zakona i zakonskih uredaba o inspekciji parnih kotlova i kontroli kotlovskih postrojenja, dizalica, liftova i dr., kao i brojnih rasprava objavljenih u slovenskim, hrvatskim, srpskim i njemačkim stručnim časopisima, dajući inicijativu za razvoj i modernizaciju kotlovskih i drugih uređaja.

Rođen na Cresu, maturirao u Trstu, diplomirao u Pragu, od 1919 do 1938 šef elektromašinskog odjeljenja Građevinske direkcije u Ljubljani, od 1938 načelnik u Ministarstvu građevina u Beogradu, gdje je i umirovljen. Međutim on se i dalje bavi s punom aktivnošću svojom omiljenom strukom i živo surađuje oko usavršavanja parnih i kotlovskih postrojenja. Momentano su mu u štampi knjige: Priprema vode i Oziđivanje.

Uvaženom svečaru upućujemo naše tople čestitke!

J. Lucati

Ferdo Lokotar — 50 godina u elektroprivredi

Prvi kontakt s elektrostrukom Ferdo Lokotar uspostavio je prije 50 godina, kada je stupio u naukovanje u Daruvarskoj pivovari i munjari. Nakon toga radi u daruvarskom kinu kao kinooperater, da se 1927. ponovno vrati u munjaru, gdje sudjeluje u izgradnji nove mreže niskog napona. Puštanjem u pogon nove centrale preuzima njezino rukovođenje i vodi je 31 godinu. Njegova je zasluga da usprkos ratnih i drugih neprilika električna centrala Daruvar nije nikad prestala raditi. Lokotar je danas doduše već u penziji, ali ne prođe dan, a da se ne navrati u Elektru, pokazujući živ interes za razvoj elektrifikacije i za sve tekuće probleme, koji se kod toga pojavljuju.

Stj. Nemak

IN MEMORIAM

FRANJO TOMAŠIĆ, elektromonter u Zaboku, nastradao na radu 25. X 1967.

Nemili događaj, koji je tako duboko ožalostio kolektiv »Elektre« u Zaboku, teško se dojmio i našeg uredništva, kojemu je pokojnik još od malih nogu bio dobar znanac. Kao vrlo dobar učenik Elektroprivredne škole u Zagrebu i stipendista Elektre Zabok često bi navraćao k nama, interesirajući se za perspektive elektroprivrede, a napose svoga rodnog Zagorja. Ostavši vrlo rano bez oca uporno je želio da majci udovici olakša brigu za svoje školovanje. Bio je solidan, bistar i čestit, te je mnogo obećavao. Završivši elektroprivrednu školu, odsluživši vojsku, vratio se svom kolektivu u Zabok, oženio se i stvorio vrlo mlad vlastiti dom. Osam dana po njegovoj smrti rodio mu se sinčić, koga na žalost nije stigao ni vidjeti.

Kolektivu Elektre Zabok, kao i najužoj rodbini iskreno saučešće.

R. I. Utjamišev: Tehnika mjerenja brzina vrtnje, Tehnička knjiga — Zagreb 1967., prijevod s ruskog I. Uremović, 78 strana meki uvez, cijena 13 NDin.

Danas često nailazimo na knjige o vrlo uskim tehničkim područjima. Katkada se ozbiljno razmatra već i samo neki pojedini tehnički problem, sa svim svojim pojedinostima, teškoćama i raznolikostima. Takav slučaj postoji i kod gornje knjige, koja razmatra rijetko obrađivan problem mjerenja brzine vrtnje. Taj problem postaje u moderno vrijeme sve značajniji, jer se kod avijacije, strojogradnje, automacije i naročito kod astronavigacije, postavljaju sve veći zahtjevi na tačnost mjerenja. Tako se npr. često traži, da mjerna pogreška bude manja od 0,01 ... 0,1 mjerene veličine. Ovi zahtjevi nužno nameću traženje novih metoda mjerenja kao i upotrebu elektronike pri gradnji odgovarajućih instrumenata.

U knjizi su prikazane osnovne metode mjerenja brzine vrtnje, te razmotreni principi i konstrukcijska rješenja dotičnih mjerila. Sve ovo može korisno poslužiti praktičarima na tom polju rada. U prvom su poglavlju prikazani tahometrijski davači i pretvarači (indukcijski, fotoelektrični, kapacitivni, radioaktivni, feromagnetski i ultrazvučni), u drugom univerzalni tahometri (na istosmjernu i izmjeničnu struju, magnetski, impulsni, ferodinamski, detektorski, mosni, vibracijski, hidraulički, pneumatski i razni drugi). Posljednja tri poglavlja opisuju razne elektronske tahometre (brzi brojački tahometri, kao i stroboskopski).

Knjiga nije cjeloviti prijevod originala, jer su izostavljena i čitava poglavlja, koja nisu od šireg interesa.

M. Vujnović

Z. Vistrička: **Sheme spajanja u elektrotehnici,** knjiga druga — drugo prošireno izdanje. Izdavač Tehnička knjiga — Zagreb 1966., 319 strana, mnogo slika, tvrdi uvez, cijena N. din 28.—

Gornju smo knjigu imali prilike vidjeti u prvom izdanju još 1963. Budući da postoji veći interes za ovu materiju, to je došlo i do drugog izdanja, proširenog s nekih četrdesetak novih spojeva. Proširenje je provedeno u području o kontroli i signalizaciji, te automatskoj regulaciji i mjerenjima. U ovim su spojevima korišteni novi elektronski elementi, čim se — kako naglašava autor — postiglo proširenje s modernim shemama.

Inače je namjera ove knjige, da se zainteresiranim prikaže niz osnovnih spojeva suvremene radiotehnike i elektronike koji će im biti podloga za razumijevanje rada niza elektronskih uređaja u industriji. Osim toga, ovi spojevi mogu biti i podloga za daljnji razvoj savršenijih i novih uređaja iz razmatranih područja. Prema tome, knjiga će korisno poslužiti kako onima, koji u sadržaju traže enciklopedijski obrađenu materiju, tako i onima, koji se kao specijalisti bave konstruiranjem, pa ovdje nailaze na bogati izvor ideja.

Kratko navedeni sadržaj neka posluži kao informacija o kojoj se materiji ovdje radi:

Uvodno su obrađeni osnovni sastavni elementi elektronskih sklopova (otpornik, kondenzator, zavojnica, prigušnica, transformator, elektronka, fotoćelija, poluvodiči). Prvo poglavlje opisuje spojeve ispravljača, drugo — niskofrekventnih pojačala, treće — izlaznih pojačala i četvrto — spojeve regulatora jakosti zvuka i boje tona. Naredna tri poglavlja rezervirana su za oscilatore, odašiljače, VF pojačanje i demodulaciju VF-signala. Osmo je poglavlje predstavljeno tranzistorskim spojevima (pojačala, oscilatori, miješanje, detektorski sklopovi). Posljednja tri poglavlja su prošireno područje sklopova o kontroli, signalizaciji, automatskoj regulaciji i mjerenjima u industriji.

Na kraju knjige dane su upute za korištenje logaritamskim računalom sistema Moisson br. 0373, namijenjenim za radiotehničke proračune.

M. Vujnović

H. Schwarz: **Mehrfachregelungen, Grundlagen einer Systemtheorie** Band I. Izdavač Springer — Verlag Berlin /Heidelberg/ New York 1967; 452 strane; 303 slika, 7 tabela, format 24 × 16,5 cm. Cijena 96 DM.

Problemi regulacije u modernim postrojenjima postali su vrlo komplicirani zbog automatizacije koja sve više napreduje i prodire u sve dijelove uređaja. Oni traže ozbiljan studij i duboko ulaženje u teoriju. Ova knjiga treba ispuniti postojeću prazninu u literaturi o modernoj teoriji regulacionih sistema. Teorija sistema bazira se u ovoj prvoj knjizi na racionalnim matricama. Time se htjelo da se studenti i stručnjaci iz prakse, inženjeri fizičari i kemičari, lakše povežu s poznatim teorijama regulacionih krugova.

U poglavlju I zbijeno je dana teorija regulacionih sistema i osnovni pojmovi teorije regulacije, u poglavlju II obrađena su pravila i računi matrica i determinata, što je neophodno za daljnja razmatranja. U poglavlju III započeto je s matematičkom obradom višestrukih sistema. Nakon obrade problema strukture i odgovarajuće analize i sinteze s time u vezi, obrađena su pitanja stabilnosti višestrukih sistema. Ponašanje ovakvih sistema kod stokastičkih signala opisano je u poglavlju IV. Konačno V i posljednje poglavlje posvećeno je sprezi i autonomizaciji višestrukih sistema.

B. Markovčić

Obavijesti proizvođača

ENERGOINVEST

PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJE I IZGRADNJU ENERGETSKIH I INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA

Osnovna je djelatnost poduzeća *»Energoinvest«* projektiranje i izgradnja energetskih i industrijskih postrojenja u zemlji i nozemstvu. U izvršenju ovih zadataka »Energoinvest« se oslanja na vlastite istraživačko-razvojne centre, specijalizirane projektantske biroe i tvornice za proizvodnju investicione opreme.

Nosioci kompleksne izgradnje su inženjersko-projektantski biroi za:

— projektiranje i izgradnju elektroenergetskih objekata, s inženjeringom
— projektiranje i izgradnja termoenergetskih objekata, s inženjeringom
— projektiranje hidroenergetskih i građevinskih objekata sa studijama i istražnim radovima,
— projektiranje uređaja za automatizaciju, s inženjeringom
— projektiranje i izgradnju elektrifikacije i automatizacije saobraćaja, s inženjeringom
— projektiranje i izgradnju dalekovoda, s inženjeringom kao i
— inženjerski biro za brodogradnju i
— inženjerski biro za procesnu industriju.

Projektantski biroi su se afirmirali u nizu izvedenih objekata u zemlji i inozemstvu, a za veliki je broj tih energetskih i industrijskih postrojenja *»Energoinvest«* bio i generalni izvođač.

Studijski rad, ispitivanje postojećih proizvoda i usvajanje suvremene industrijske proizvodnje obavljaju se u istraživačko-razvojnim centrima poduzeća *»Energoinvest«*.

Istraživačko-razvojni centar za elektroenergetiku vrši studije i istraživanja novih i radi na usavršavanju postojećih rješenja iz oblasti elektroindustrijske proizvodnje i energetike uopće.

Pored ispitne stanice za dalekovodne stupove, kao i nekih pokusnih laboratorija, ovaj Centar ima u svom sastavu i Laboratorij za visoki napon — udarni generator 2000 kV, 100 kWs, 50 Hz, 1200 kV, 1200 kVA; Laboratorij za visoki napon pri Tvornici električnih aparata i uređaja — udarni generator 1800 kV, 11 kWs, 50 Hz, 500 kV, 75 kVA; Laboratorij za visoki napon pri Tvornici transformatora u Ljubljani — udarni generator 300 kV, 24 kJ, 50 Hz, 125 kV, 30 kVA; Laboratorij za visoki napon pri Tvornici elektrotehničkog porculana — 150 kV, 50 Hz, 30 kVA; Ispitnu stanicu velike snage u Kaknju, za ispitivanje visokonaponske opreme do 220 kV (u izgradnji) i Laboratorij za niski napon sa stanicama visokog učinka za izmjeničnu struju, jednosmjernu struju, srednjeg učina za napone do 500 V, za tehnička ispitivanja u trajnom pogonu i ostala mjerenja i ispitivanja.

Istraživačko-razvojni centar za termotehniku i nuklearnu tehniku sa specijaliziranim laboratorijima provodi:

Istraživanja tehnoloških postupaka, termičke obrade, prostiranja topline i termičkih naprezanja kod zavarivanja niskougljeničnih čelika velike debljine, austenitnih čelika, obojenih metala i njihovih legura; optimalnih termoenergetskih ciklusa za nuklearne i klasične termoelektrane; kondukcije i konvekcije topline, kao i prijenosa topline i mase u toplinskim i difuzionim aparatima; tehnoloških postupaka za zaštitu materijala od korozije; optimalnih tehnoloških procesa, modeliranjem na analognoj računskoj mašini; metode kemijske pripreme vode i prečišćavanja otpadnih voda.

Ispitivanja zavarivanja spojeva metodama razaranja i nerazaranja; koeficijenta prijenosa topline i mase; hidrodinamskog otpora; prototipa toplinskih i difuznih aparata; korozivne postojanosti tehničkih materijala i sredstava za zaštitu; demineralizacije i dekarbonizacije vode, kao i kompletne analize riječnih, pitkih, otpadnih i kotlovskih voda; čvrstih, tekućih i plinovitih goriva.

Atestiranje: zavarivača i opreme za zavarivanje; armatura, toplotnih i difuzionih aparata.

Istraživačko-razvojni centar za automatiku na polju regulacije u procesnoj industriji obuhvaća: rad na konstrukcijama regulacionih sistema, elektronskih, pneumatskih i hidrauličkih; pripremu i razvoj (proizvodnju) analognih i digitalnih računskih elemenata za industriju; istraživanje dinamike objekata u vezi s njihovom automatizacijom; razvoj logičnih elemenata za industriju; razvoj procesnih analizatora.

Elektronski računski centar »Energoinvesta« je jedinstveni numerički centar za obradu svih podataka, svih djelatnosti poduzeća. Vrši: usluge djelatnostima poduzeća — numerička rješenja naučnih kalkulacija, numerička rješenja tehničkih kalkulacija, obradu statističkih i administrativnih podataka; studije numeričkih analiza i metoda načina obrade numeričkih podataka.

Proizvodnja električne i mašinske opreme za energetska i industrijska postrojenja i procesnu industriju, elementi automatizacije, elektrotehnički porculan pa i čelične konstrukcije — ostvaruju se u tvornicama i pogonima *»Elektroinvesta«*, i to u:

— Tvornici električnih aparata i uređaja — Sarajevo
— Tvornici transformatora — Črnuče kod Ljubljane
— Pogonu Tvornice tratnsformatora — Jajce
— Tvornici niskonaponskih rasklopnih aparata — Doboj
— Tvornici električnog pribora — Obilić kod Prištine
— Tvornici niskonaponskih razvodnih uređaja — Odžak
— Tvornici elektrotehničkog porculana — Sarajevo
— Pogonu Elektromontaža — Sarajevo
— Tvornici uređaja za automatizaciju — Sarajevo
— Tvornici termičkih aparata i uređaja — Sarajevo
— Tvornici armatura — Sarajevo
— Tvornici armatura i livnici obojenih metala — Makarska
— Tvornici uređaja za prijenos električne energije — Sarajevo
— Pogonu Dalekovodizgradnja — Sarajevo
— Tvornici radijatora — Danilovgrad
— Livnici — Sarajevo
— Kovnici — Bileća i
— Tvornici alata — Sarajevo.

Tehničke karakteristike i dobra kvaliteta proizvoda i projekata *»Energoinvesta«* omogućili su širu afirmaciju, ne samo u zemlji nego i u inozemstvu.

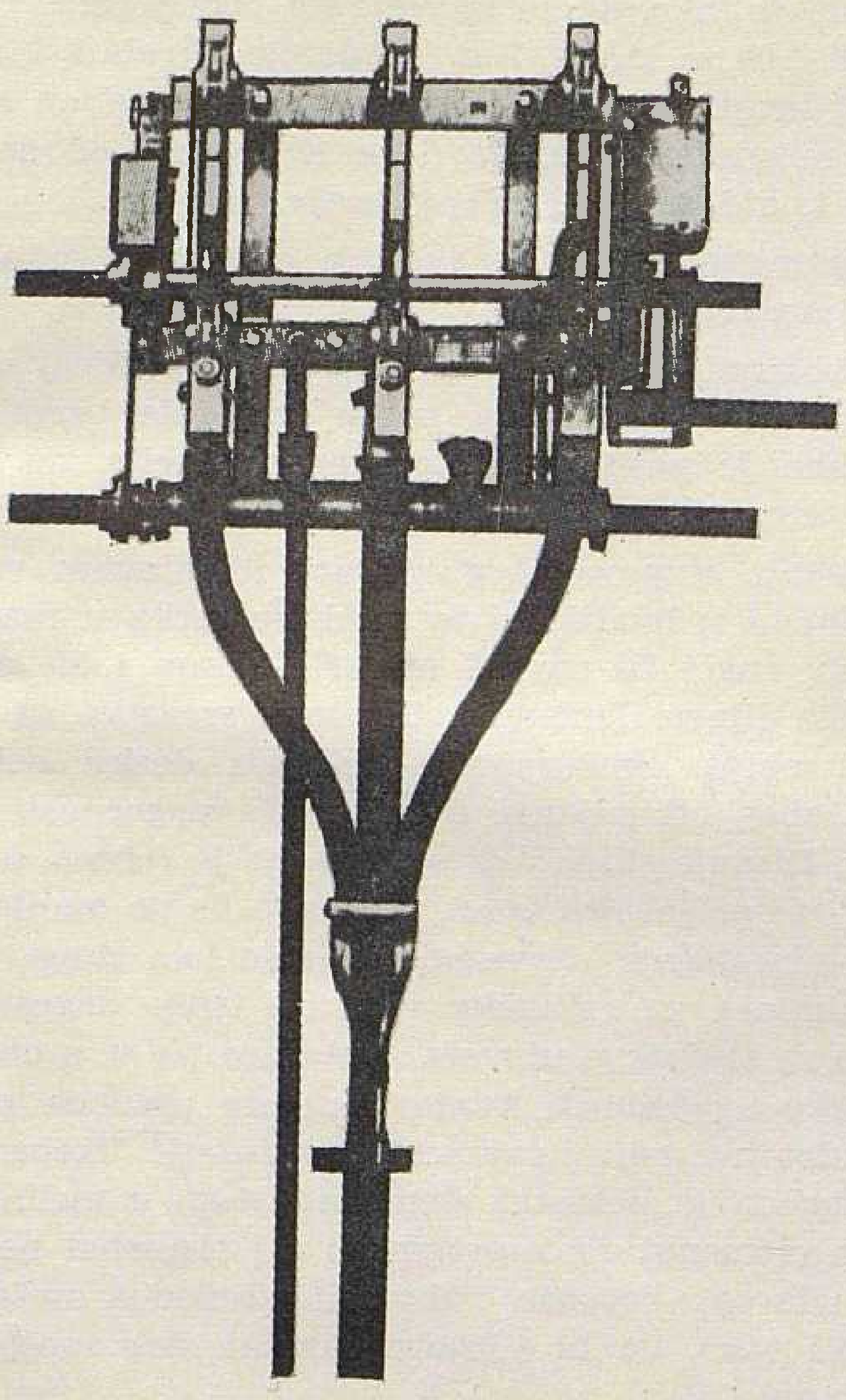
»Energoinvest« je registriran kao projektantsko-konzultantska organizacija u okviru svojih djelatnosti u Međunarodnoj banci za obnovu i razvoj u Vašingtonu i u Specijalnom fondu Organizacije ujedinjenih naroda u Nju Jorku.

»Energoinvest« u svojim poslovnim aranžmanima nastupa samostalno ili u okviru poslovnih udruženja *INGRA, Smelt uno ili automatika.*

Pored projektiranja i izgradnje kompleksnih postrojenja u inozemstvu, *»Energoinvest«* ima veliku listu proizvoda i zemalja u koje izvozi pojedinačno postrojenja i proizvode iz svog proizvodnog programa, i to u: Meksiko, Indiju, Indoneziju, Pakistan, UAR, Jordan, Sudan, Siriju, Libiju, Etiopiju, Irak, Italiju, Grčku, Tursku, Austriju, SSSR, DDR, Poljsku, Madžarsku i Bugarsku.

Za sva potrebna obavještenja o proizvodima, uvjetima i načinu isporuka kao i rokovima, obratite se predstavništvima *»Energoinvesta«* u *Beogradu* — RVI 25, *Zagrebu* — Augusta Šenoe 34, *Ljubljani* — Pod Trančo 2, *Sarajevu* — Pozorišni trg 1, kao i poslovnicama u Skoplju, Novom Sadu, Prištini, Splitu, Rijeci, Osijeku, Mariboru, Banja Luci, Tuzli i Titogradu.

Kabelske glave MKG



Kabelske glave unutrašnje montaže za kabele, izolirane impregniranim papirom, često zadaju brige i projektantima zbog svojih relativno velikih dimenzija, ako se koriste lijevane glave, i onima koji održavaju postrojenja, zbog istjecanja kompaunda, do čega dolazi čim postoji iole veća visinska razlika krajeva kabela.

Upotrebom novih izolacionih materijala u elektrotehnici, elektrotehnički proizvodi poprimaju sve manje dimenzije. Klasični izolacioni materijali zamjenjuju se novim, otpornijim u mehaničkim i električnim osobinama.

U težnji da se prostor za kabelski završetak što više smanji, a da se kabel solidno i lako završi, naša tvornica usvojila je novi tip glave za unutarnju montažu za pojasne kabele izolirane impregniranim papirom napona do 15 kV.

Kabelske glave tip MKG veoma su malih dimenzija u odnosu na glave iz lijevanog željeza, montaža je veoma jednostavna i brza u odnosu na olovne kabelske glave. Glave su 100 % zabrtvljene pa stoga ne postoji mogućnost da ulje istječe iz žile, te da dođe do sušenja kraja kabela. Naročito su pogodne za kabele s visinskom razlikom krajeva kabela, u kojima se pojavljuje povišeni pritisak.

Tijelo kabelske glave MKG izrađeno je od čeličnog pocinčanog lima iz dva dijela, koji se međusobno spajaju lemljenjem. Tijelo glave spaja se na plašt kabela lemljenjem.

Žile kabela spajaju se na kablske stopice lemljenjem, odnosno kod Al kabela varenjem ili gnječenjem.

Od tijela glave do stopice navlači se cijev izrađena iz uljostalne gume. Gumena cijev se kod glave i stopice brtvi stezanjem specijalnim stezaljkama, koje osiguravaju trajno brtvljenje.

Glave MKG zalijevaju se kabelskim uljem »TEPENOL« koje osigurava krajeve kabela od sušenja, a električki je veoma otporno.

Kabelske glave MKG opremljene su svim potrebnim materijalom za montažu. Svojom konstrukcijom kabelske glave MKG omogućuju maksimalno smanjenje prostora za završavanje kabela i spajanje kabela na postrojenje, jednostavnu, laku i brzu montažu, te siguran i trajan pogon. Održavanje kabelske glave u pogonu je jednostavno i lako.

Male kabelske glave tipa MKG zamjenjuju dosadašnje tipove: okrugle kabelske glave tipa KGO, olovne kabelske glave OK, plosnate glave za unutarnju montažu tipa KGP-u i TPK-u te sve ostale tipove kabelskih glava koji su se ugrađivali u postrojenja u zgradama.

Male kabelske glave su univerzalno rješenje za sva postrojenja u zgradama, široke primjene, visoke kvalitete, proizvod koji garantira sigurno i trajno snabdijevanje energijom.

Proizvođač: TEP — Tvornica elektrotehničkih proizvoda, Zagreb — Vrapče, Oranički odvojak br. 18

UPUTE

za manipulaciju i transport betonskih prefabrikata proizvodnje G. P. »Sava« - Krško

Uvodna konstatacija:

Gradbeno podjetje »Sava« - Krško je za potrebe elektroprivrede počelo proizvodnjom nogara i stupova.

S obzirom na to, da može uslijed eventualne nepažnje i nepoznavanja osnovnih karakteristika doći prilikom pretovara do loma, pokazana je potreba, da se izrade *upute za transport i manipulaciju* tim elementima.

A. Betonski nogari

Betonski nogari proizvode se u dva različita tipa i to:

— lakši tip, nosivosti 622/440 kpm i
— teži tip, nosivosti 900/600 kpm

Prvi tip dobavlja se kupcima bez ikakve oznake osim datuma proizvodnje, dok se drugi teži tip dobavlja s oznakom na poleđini nogara i to sa krugom i upisanom brojkom I.

Betonski nogari dugački su 2,60 m, a težina im je 156 kg.

Transport nogara obavlja se kamionima i željeznicom, a utovar mehanički tako, da ne može doći do eventualnih lomova. Slaganje u kamion sprovodi se tako, da se između nogara stavljaju morali 5 × 8 i to na gornjem i donjem kraju nogara, pazeći kod toga, da ne dođe do dodira betonskih površina. Prilikom istovara mora se vršiti uskladištenje prema tim uputama lagano po mogućnosti mašinski, bez dodirivanja metalnih elemenata koji mogu kod grube upotrebe prouzrokovati okrznuća na elementima. Bacanje nogara prilikom manipulacije zabranjeno je u interesu kupca. Roba se preuzima kod proizvođača fco kamion, pa kako je istovar povjeren kupcu to se poslije ovih uputa otklanja odgovornost za daljnju manipulaciju.

B. Betonski stupovi »Delsa«:

Osnovni podaci:

Dužina stupa	:	9,00	10,5	12,00
Težina kg/kom	:	444	610	780
Nosivost stupa kpm	:	1.200/600	1.400/700	1.700/850
Potezna snaga u težištu vodiča kg	:	3,90	4,55	5,20
Hvatište, težište, mjereno od debljeg kraja stupa m	:	155	155	165

Utovar stupova vrši se tako, da stup stoji širom stranom okomito na vozilo. Razmješteno na kamionu sređeno je tako, da se nalegne na podupore:

kod 9,00 m stupa, 1 m od debljeg kraja i 2 m od tanjeg kraja; za 10,5 m stup, 1 m od debljeg kraja, a 2,5 m od tanjeg kraja; i za 12,00 stup, od debljeg kraja 1, a 3,00 m od tanjeg kraja.

Horizontalni razmak stupova osigurava se ulaganjem morala 5 × 8.

S obzirom na to, da su stupovi opremljeni kukama za letve i kukama za pričvršćenje uzemljenja potrebna je pažnja prilikom manipulacije, da se ti dijelovi ne oštete.

Dizanje stupova zbog utovara ili istovara vršimo hvatanjem u hvatištu i to sa dvije tačke u razmaku 1,00 m, znači 50 cm od hvatišta desno i 50 cm od hvatišta lijevo. Između prihvatnog sredstva za dizanje i stupa obavezno je stavljati dasku debljine 1 cm zbog otklanjanja eventualnih mogućnosti oštećenja. Dizanje stupa vrši se, kao što je rečeno, u hvatištu i to po jačoj osovini, a nikako ne po manjoj, jer bi u tom slučaju obavezno uslijedio lom stupa. Dizanje stupova na radilištu vrši se istim sugestijama datim za slučajeve utovara i istovara pa se s obzirom na veće mogućnosti kvarova polaže posebna pažnja na meko hvatanje i ravnomjerno dizanje. Treba imati u vidu, da je betonski elemenat (stup) u cjelini elastičan elemenat ali istovremeno taj elemenat ne podnosi udarce i bacanje. Takva manipulacija može stup oštetiti tako, da bi njegova životna dob mogla biti u pitanju.

Mole se svi korisnici betonskih elemenata, da uzmu na znanje, da je baratanje elementima najopasnija faza na putu od proizvodnje do upotrebe, pa je zato uputno upotrebljavanje mehaničkih sredstava za pretovarivanje i manipulaciju tim elementima. Ako pak dođe do ručne manipulacije tada je potreban izvjestan osjećaj i stručna procjena hvatanja i dizanja i kod takve manipulacije treba uvijek paziti, da se manipulacija vrši samo u okomitom položaju veće stranice.

Franc Košir
Gradbeno podjetje »Sava«, Krško

Velika jugoslavenska špediterska kuća

JUGOTRANSPORT

Poduzeće za međunarodnu špediciju i skladišta

CENTRALA **ZAGREB** JUGOSLAVIJA

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

Ispostave u Zagrebu

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

FILIJALE:

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

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

OSIJEK, Zrinjevac 12, telefon 57-37

SISAK, Vladimira Majdera 5, telefon 227-55
telex 21-305

ISPOSTAVE:

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

PREDSTAVNIŠTVA:

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

Područje rada međunarodne špedicije

JUGOTRANSPORT ZAGREB

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

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SRPANJ I KOLOVOZ 1967.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5—9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. 1966.	175.229	53.819	775	30.884	176.004	84.703	+ 69.602	23.075	— 41	353.343
10. 1966.	228.596	49.616	1.357	32.125	229.953	81.741	+ 25.040	4.712	— 5.700	335.746
11. 1966.	340.291	31.963	2.131	26.670	342.422	58.633	— 45.555	3.542	— 13.801	345.241
12. 1966.	423.845	35.251	2.253	29.296	426.098	64.547	— 76.216	8.188	— 10.677	411.940
Ukupno 1966.	3,109,765	532.839	18.848	279.198	3,128.603	812.037	— 143.726	402.931	— 35.340	4,164.505
1. 1967.	372.614	41.483	1.671	24.241	374.285	65.724	— 138.233	93.211	— 9	394.978
2. 1967.	312.463	50.889	1.427	23.332	313.890	74.221	— 111.331	109.600	— 5	386.375
3. 1967.	359.808	43.775	1.706	22.837	361.514	66.612	— 82.607	50.449	— 2.479	393.489
4. 1967.	347.742	26.702	1.804	21.497	349.546	48.199	— 66.629	37.206	—	368.322
5. 1967.	301.317	19.499	1.556	19.493	302.873	38.992	— 35.235	45.068	—	351.698
6. 1967.	235.050	21.350	1.393	20.731	236.443	42.081	— 3.098	72.800	—	348.226
7. 1967.	120.805	49.022	799	19.412	121.604	68.434	+ 20.797	134.711	—	345.546
8. 1967.	155.443	74.548	332	21.581	155.775	96.129	+ 51.688	62.895	+ 1.102	367.589
Ukupno 1. — 8. 1967.	2,205.242	327.268	10.688	173.124	2,215.930	500.392	— 364.648	605.940	— 1.391	2,956.223

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece srpanj i kolovoz 1967.

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik[3]	216,0	7.683	78	122.622	313,4	—	114,9	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	6.672	12.039	100.764	117,0	104,5	122,1	11,4	20,6	—	—
		Gojak	48,0	1.639	743	134.505	22,4	6,6	94,0	4,5	20,7	—	—
		Ozalj	5,1	671	397	11.485	43,9	22,3	70,9	18,7	10,4	—	—
		Senj	216,0	25.879	—	540.776	325,3	—	120,0	16,1	—	—	—
		Peruća	42,0	10.902	19.837	110.393	87,5	133,3	117,4	34,7	63,4	—	—
		Kraljevac	67,0	11.074	1.629	109.418	48,0	—	242,2	22,3	3,2	—	—
		Split	224,0	46.596	113.913	955.869	63,6	125,2	100,6	28,1	68,2	—	—
		Manojlovac	20,5	7.167	5.125	93.795	104,3	88,8	98,9	47,3	33,6	—	—
		Jaruga	5,3	2.520	1.682	22.390	99,0	76,0	91,8	63,9	42,6	—	—
	TE	TE — TO Žitnjak	64,0	34.070	43.073	206.472	88,5	114,3	95,0	71,4	90,5	3.580	3.450
		Zagreb	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	9.875	21.960	73.289	57,6	111,6	77,3	36,9	81,9	4.424	4.267
		Vlaška	8,0	—	2.503	6.152	—	107,8	112,5	—	43,7	—	5.497
		Rijeka	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	1.422	1.369	11.377	90,2	89,8	96,6	11,5	11,0	—	—
		Sladorana — Županja	7,08	—	—	4.653	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	591	2.488	15.842	163,5	105,7	106,0	13,2	55,7	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	3.064	3.155	21.056	80,3	79,8	86,1	76,0	77,1	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1966 = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta
[3] Dio od 23% proizvodnje koji otpada na SRH

Proizvodnja ugljena za mjesece srpanj i kolovoz 1967.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

Vrst ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1966 = 100		
		Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša		44.840	52.460	412.010	78,4	81,3	79,1
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovački ugljen. Golubovec	1.800	2.752	18.163	63,7	96,0	64,7
	Rudnik Pregrada	4.050	4.266	35.717	69,3	76,7	73,6
	Ostali	2.582	3.271	24.395	52,7	63,8	61,6
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	8.164	9.477	71.472	68,0	73,7	66,6
	Dalmacija: Rudnik Siverić	3.195	3.844	27.175	59,2	71,5	56,1
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.453	1.716	13.096	87,0	83,9	86,2
	Svega mrki	21.244	25.326	190.018	65,0	74,8	66,2
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	22.317	25.016	177.282	97,8	96,6	81,8
	Zagorski rudnici: Konjšćina	4.751	5.012	45.679	52,7	54,1	61,4
	Rudnik lignita: Poljanica	—	—	7.827	—	—	—
	Ostali	—	—	2.478	—	—	—
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	3.750	4.305	32.381	68,0	68,3	67,1
	Ostali	—	4.561	11.656	—	—	—
	Ostala područja	570	907	7.152	30,8	40,8	48,1
	Svega lignita	31.388	39.801	284.455	67,6	77,7	66,5
Ukupno sve vrste ugljena		97.472	117.587	886.483	71,5	78,6	71,8

Napomena[1]: Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnicu, te Križevačke ugljenokope — Vojnički Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1967.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen				Uslovni mrki ugalj (4000 kal.)	Koks
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit		
Proizvodnja u 1000 tona	7. 1967.	1.875	63	631	1.181	1.433	106
	8. 1967.	2.322	75	734	1.513	1.755	102
Indeks na bazi	7. 1966.	78,4	76,8	81,3	77,4	78,9	100,9
	8. 1966.	95,3	91,4	94,6	98,5	96,7	99,0

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1967.

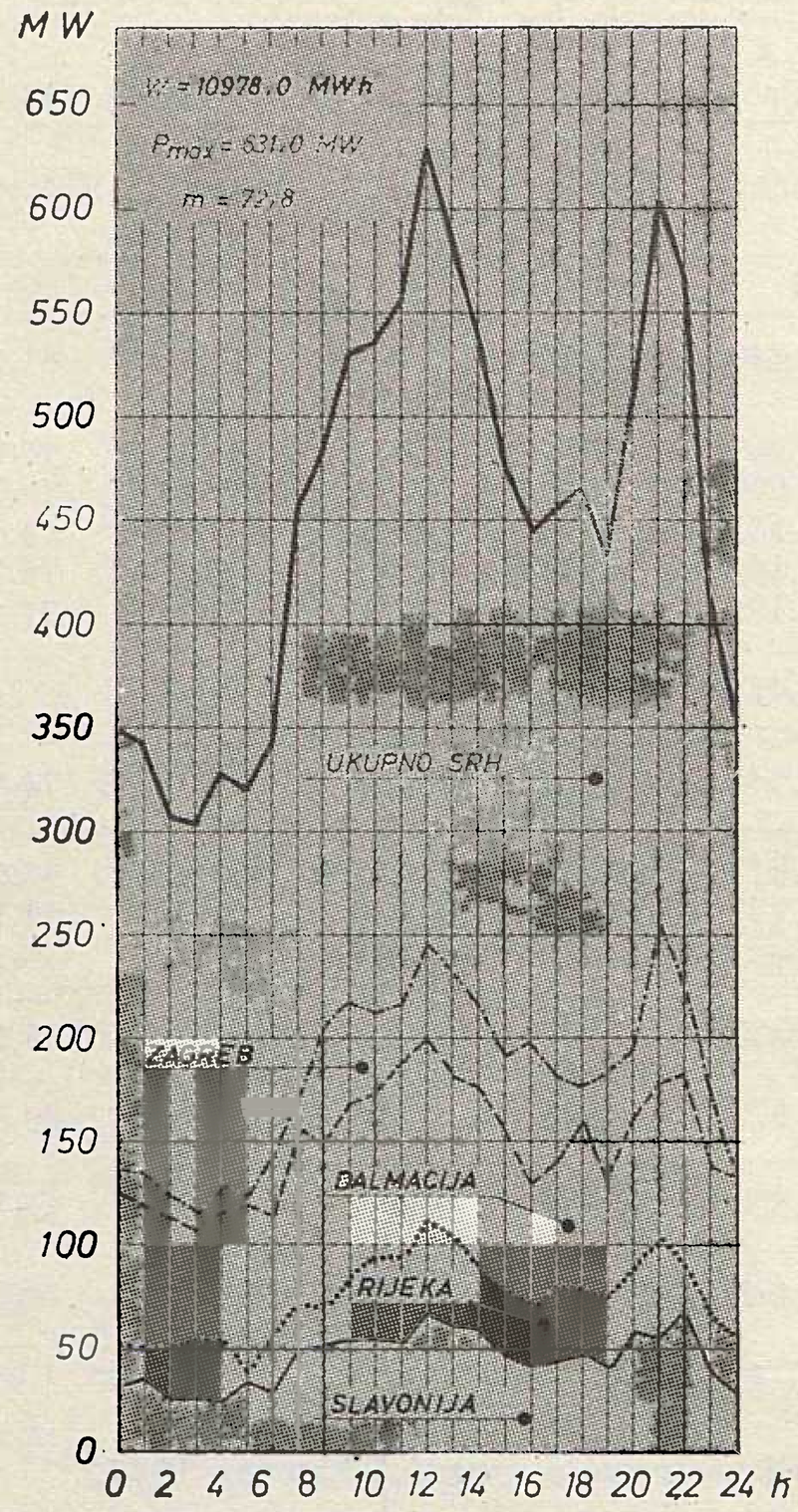
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja u tonama	7. 1967.	199.000	38.268	391.000	80.019	1.527	8.903	129.951	11.836	144.000
	8. 1967.	211.000	37.896	391.000	75.869	1.694	12.642	125,165	10.886	148.000
Indeks na bazi	7. 1966.	101,5	115,6	101,5	134,6	108,5	87,0	122,6	79,1	87,8
	8. 1966.	106,0	95,5	102,8	94,2	112,6	114,5	114,6	84,4	95,4

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1967.

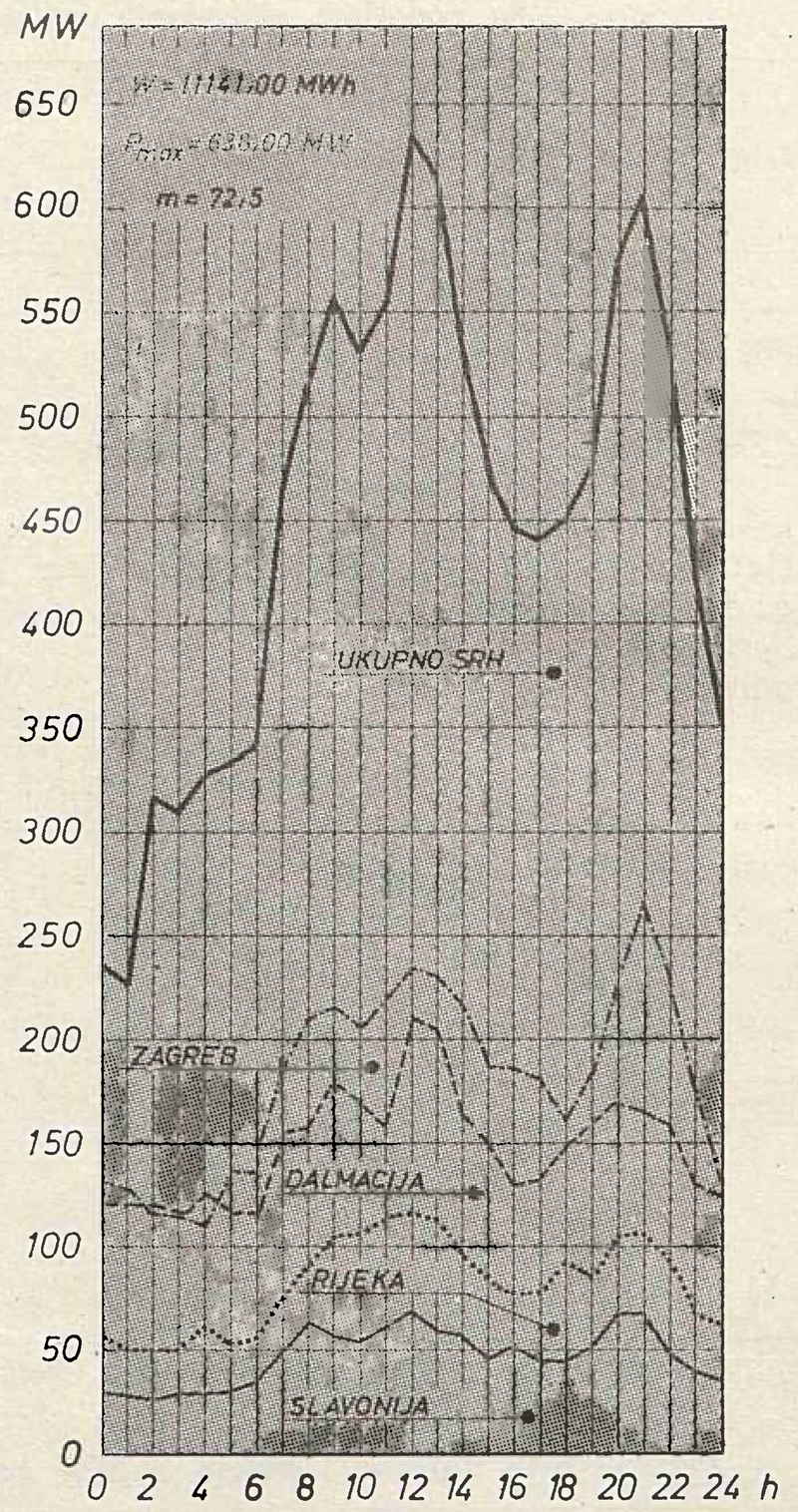
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
Srpanj 1967.	89	85	86	95	89	101	99	95	93	80
Kolovoz 1967.	98	96	100	103	94	102	90	91	102	96
Srpanj 1966.	100,0	97,7	100,0	103,2	97,8	107,4	106,4	111,7	97,8	97,5
Kolovoz 1966.	98,9	98,9	101,0	99,0	94,0	106,2	92,7	95,7	100,0	97,9

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

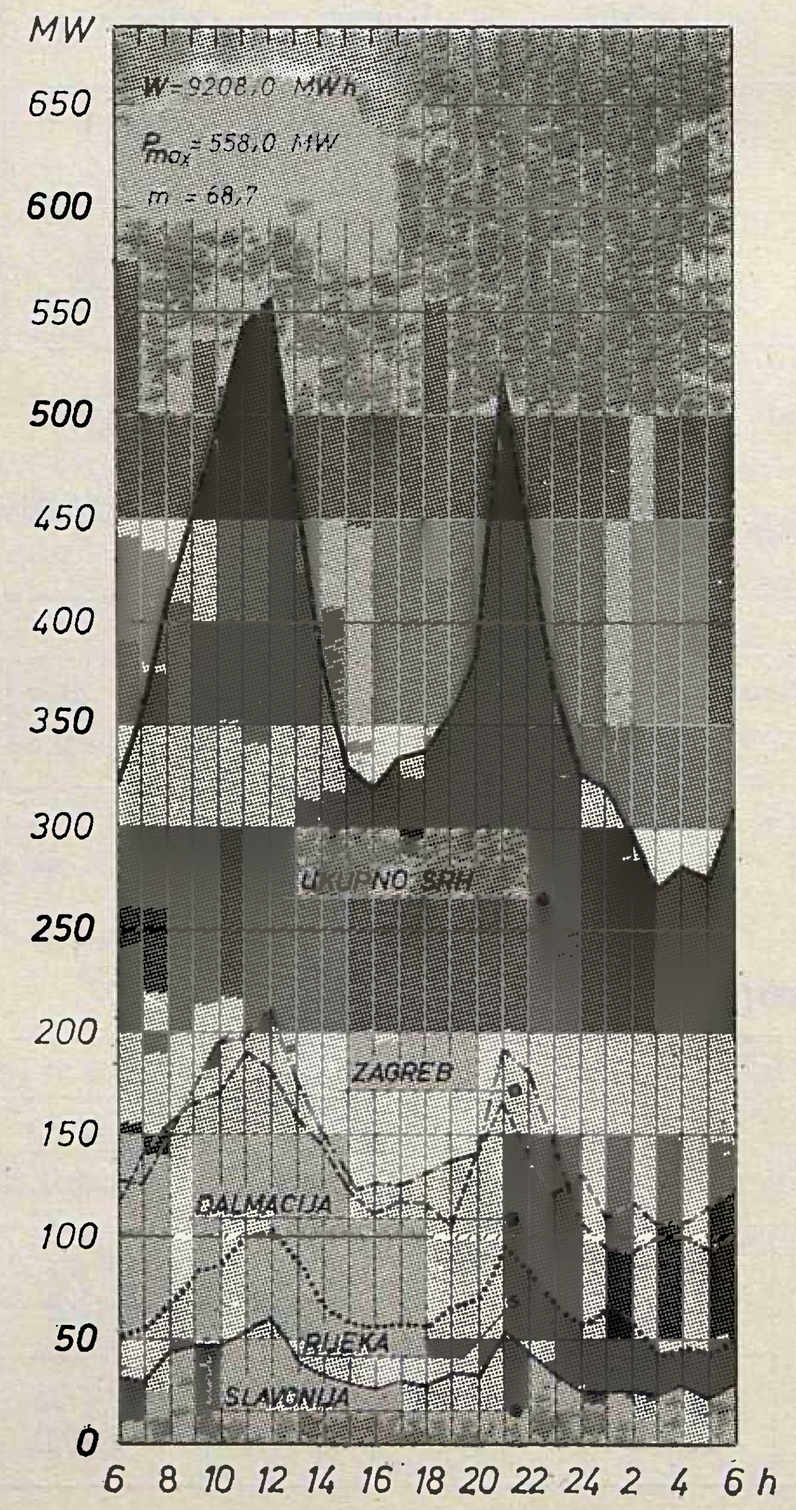
Srijeda, 19.7 1967.



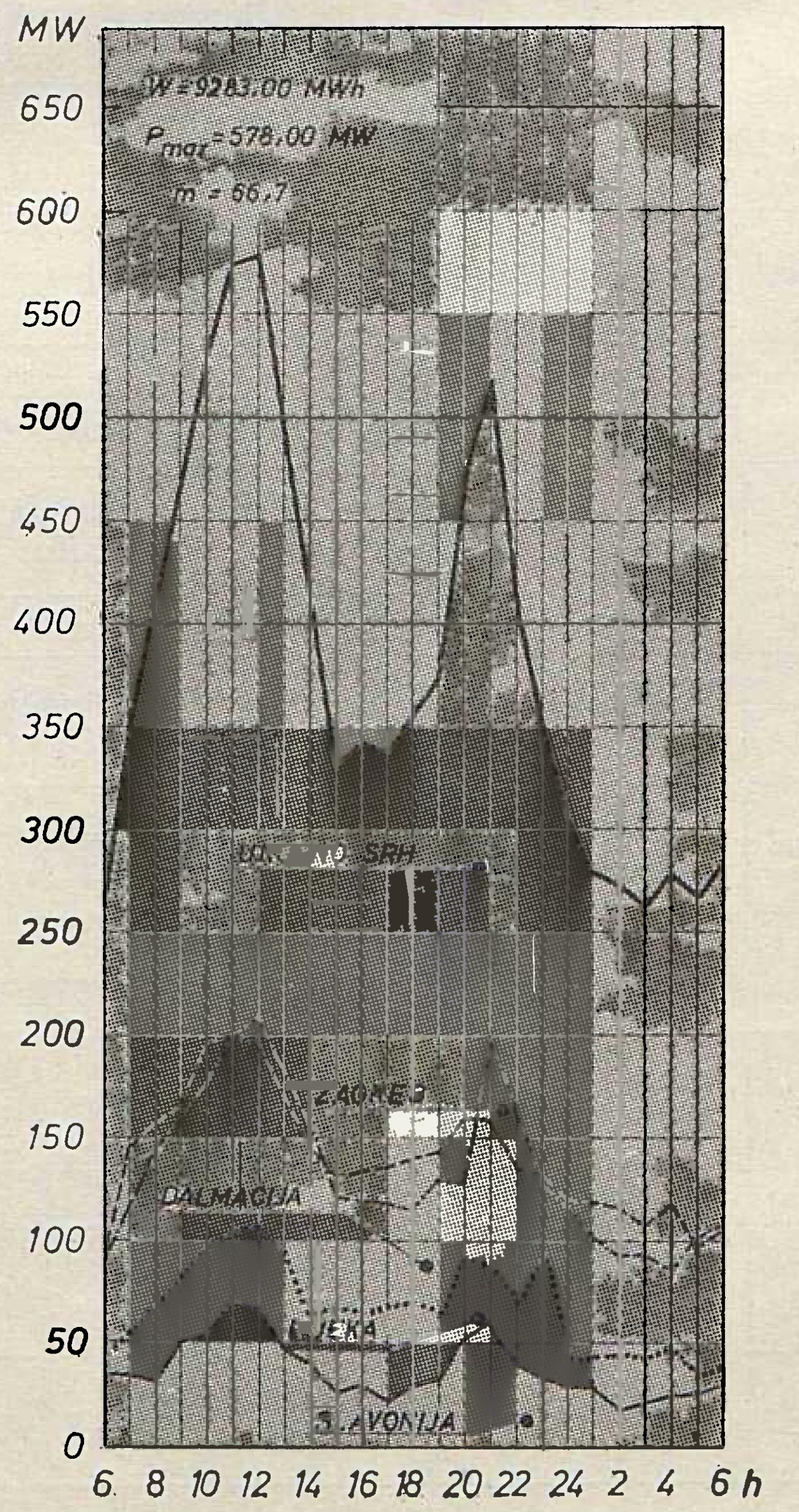
Srijeda, 16. 8 1967.



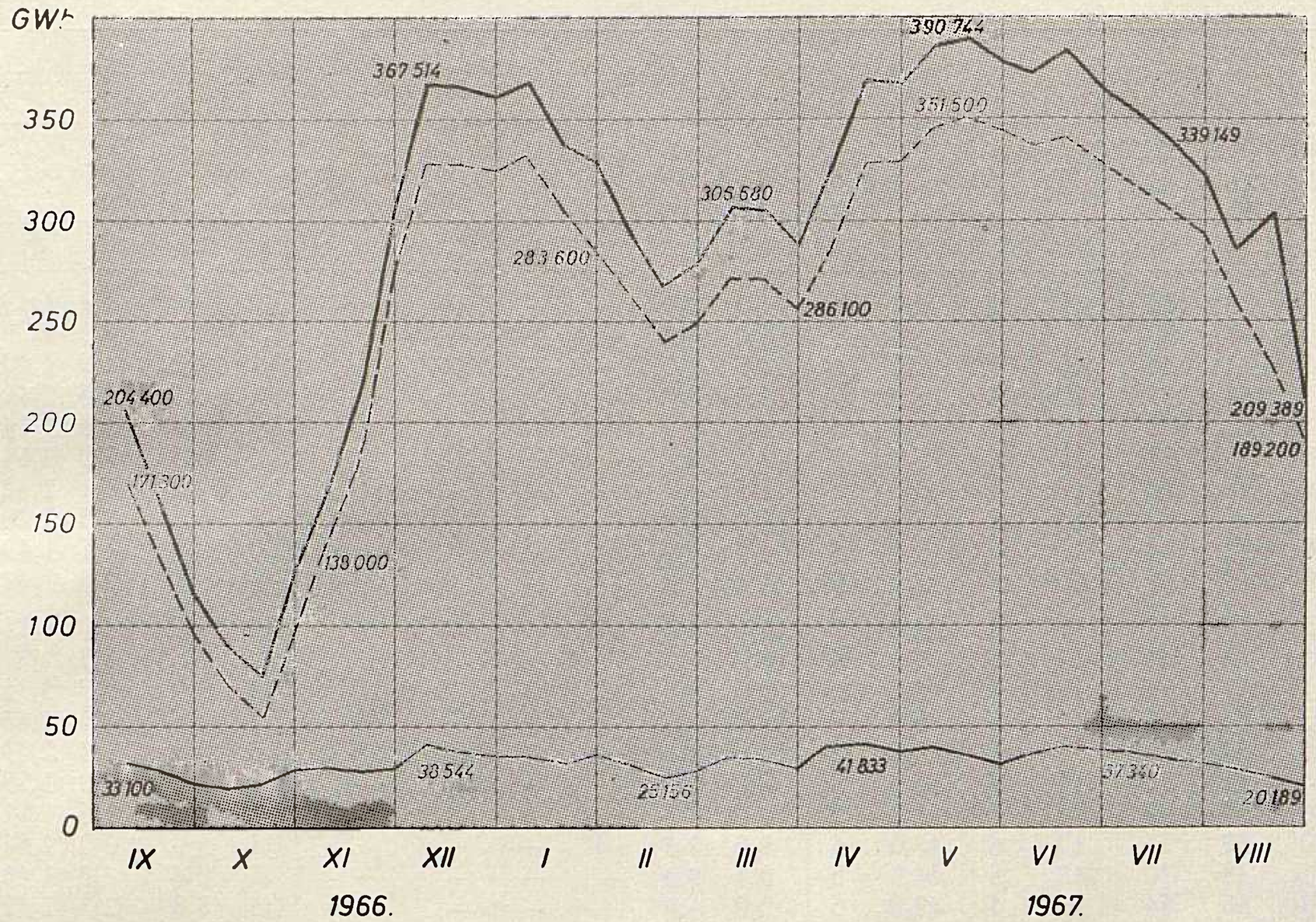
Nedjelja, 23.7 1967.



Nedjelja, 20. 8 1967.



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece srpanj i kolovoz 1967.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1966.		VII i VIII 1967. prema VII i VIII 1966.		12 mjeseci 1966/7. prema 12 mjeseci 1965/6.	
	Srpanj %	Kolovoz %	Srpanj %	Kolovoz %	Srpanj %	Kolovoz %	Srpanj %	Kolovoz %	Srpanj %	Kolovoz %
Ukupno SRH	100,0	100,0	98,7	104,9	108,2	106,3	110,0	109,6	110,5	110,2
Direktni potrošači	20,3	18,4	97,6	95,7	116,1	106,8	109,8	109,5	116,4	115,6
Distribucija	73,3	74,4	98,8	107,6	106,5	110,5	110,0	110,0	110,1	110,2
Gubici	7,4	7,2	89,1	103,1	98,4	84,4	108,8	105,7	88,4	90,6

Srednji dnevni protoci za mjesece srpanj i kolovoz 1967 (m^3/sek.)

Dan	Cetina								Krka				Ličanka i Lokvarka		Lika i Gacka		Mrež. i Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz akumulacija Peruća, Limn, Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz akumulacija Prančevići u korito Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.
1	21	17	53	82	21	9	5,0	57	14,0	8,0	—	—	0,2	—	15,2	10,4	7,1	1,63	—	—
2	22	20	43	90	21	9	5,0	41	14,0	8,0	—	—	—	—	14,3	10,3	4,5	2,09	—	—
3	21	16	43	86	20	9	5,0	16	14,0	8,0	—	—	0,1	—	14,1	10,2	4,9	1,60	—	—
4	20	17	34	57	20	8	5,0	5	14,5	8,0	—	—	0,2	—	14,1	10,5	2,6	1,40	—	—
5	22	21	45	67	17	8	5,0	5	14,0	8,0	—	—	0,1	—	14,0	10,4	3,6	1,74	—	—
6	24	18	45	54	17	7	5,0	5	13,5	9,0	—	—	0,1	0,2	14,1	10,3	3,0	1,64	—	—
7	24	18	38	70	17	7	5,0	5	13,5	8,0	—	—	—	1,2	13,9	10,2	3,1	1,42	—	—
8	23	21	47	82	17	6	5,0	5	13,0	8,0	—	—	0,2	—	13,5	10,2	3,6	2,20	—	—
9	20	18	32	84	17	6	5,0	5	12,0	7,5	—	—	0,1	—	13,0	10,0	4,7	1,49	—	—
10	18	19	45	81	17	7	5,0	6	12,0	7,5	—	—	1,3	—	13,2	9,7	12,5	1,68	—	—
11	24	15	46	68	17	8	5,0	5	12,0	8,0	—	—	0,1	—	13,3	9,6	14,9	1,21	—	—
12	24	15	47	74	17	7	12,0	5	10,0	7,0	—	—	—	—	13,3	9,6	8,3	1,67	—	—
13	24	17	51	55	13	7	5,0	5	10,0	8,0	—	—	0,2	0,6	12,8	9,7	5,7	5,75	—	—
14	20	15	53	63	14	6	7,0	5	10,0	8,5	—	—	—	0,2	12,7	9,6	4,7	4,45	—	—
15	19	15	50	70	16	6	20,0	5	10,0	8,5	—	—	0,1	0,1	12,5	9,4	3,3	2,79	—	—
16	20	14	28	82	15	5	53,0	5	10,0	8,5	—	—	0,5	—	12,3	9,1	4,0	1,79	—	—
17	20	15	30	85	14	5	55,0	5	10,0	8,5	—	—	—	—	11,7	9,4	2,6	1,71	—	—
18	20	10	33	75	12	6	46,0	5	9,5	8,5	—	—	—	—	11,5	9,4	3,0	1,61	—	—
19	20	13	33	70	13	5	44,0	5	9,5	8,0	—	—	—	—	11,5	9,4	2,8	1,48	—	—
20	20	13	36	64	12	4	48,0	5	9,0	8,0	—	—	—	—	11,4	8,8	2,3	1,32	—	—
21	18	13	43	83	11	5	46,0	5	9,0	9,0	—	—	—	—	11,2	8,6	2,6	1,65	—	—
22	20	22	36	81	11	5	39,0	5	9,0	9,0	—	—	—	—	10,8	8,5	2,3	1,61	—	—
23	14	22	30	80	15	7	34,0	5	8,0	8,0	—	—	0,2	—	10,7	8,5	2,3	1,16	—	—
24	19	19	26	79	13	12	58,0	5	8,0	8,0	—	—	—	0,2	10,7	8,5	1,9	1,34	—	—
25	19	15	24	68	16	5	63,0	5	8,0	8,0	—	—	—	—	10,6	8,7	2,1	1,59	—	—
26	18	18	59	67	9	6	28,0	5	8,0	8,0	—	—	—	0,3	10,7	8,4	2,5	1,84	—	—
27	15	13	58	70	8	5	25,0	5	8,0	8,0	—	—	—	0,1	10,7	8,4	1,7	1,24	—	—
28	16	13	37	86	10	7	60,0	5	9,5	9,5	—	—	—	—	10,5	8,0	2,7	1,46	—	—
29	15	14	40	82	11	6	20,0	5	9,5	9,5	—	—	—	0,2	10,4	8,0	1,7	1,25	—	—
30	20	13	28	80	10	5	27,0	5	9,5	9,5	—	—	—	0,6	10,7	8,0	2,1	0,98	—	—
31	16	13	40	78	9	6	25,0	5	9,0	9,0	—	—	—	0,8	10,6	8,0	1,9	1,49	—	
Mjeseč. prosjek	19,9		40,4		14,5		24,8		10,7		—	—	0,1	0,2	12,3	9,3	4,0	1,82	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1967.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	7. 1967.	1276	766	510	117	40	215	177	193	113	105	180	60	—	76	—
	8. 1967.	1282	621	661	153	61	146	267	163	135	57	195	75	3	27	—
Indeks na bazi	7. 1966.	120,0	153,2	90,7	103,5	52,6	438,7	75,6	100,5	87,5	183,0	132,3	272,2	—	115,1	—
	8. 1966.	116,2	116,7	116,3	110,8	93,4	202,7	105,9	76,1	115,3	129,5	144,4	214,2	37,5	90,3	—

UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović*, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Busatto*, dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić*, »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele*, dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić*, dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo*, »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković*, dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić*, Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić*, dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković*, dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić*, dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić*, dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar*, dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević*, dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić*, dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković*, dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen*, dipl. ek., Miroslav *Balling*, dipl. ing., Petar *Kuzele*, dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze*, dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja*, dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić*, prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina*.