SADRŽAJ ENERGIJE U 1964. GODINI

STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

Str.

S. Babić — Ž. Zlatar — M. Urbiha — Feuerbach: O uzemljenju srednjenaponskih mreža preko djelatnog i induktivnog otpora 105

Borojević D.: Razvoj električne mreže grada Virovitice 226

S. Cvetičanin — F. Čučković — D. Gorupić — F. Kovač — I. Medvedec — Z. Milonja — H. Požar: Neki osnovni problemi elektroprivrede 309

B. Filipović: Troškovi i cijena električne energije u zemljama Evropske ekonomske zajednice 43

V. Hangi: Zaštita distributivne mreže 35 (30) kV u vodovima uzemljenja zvjezdišta preko malog otpora 101

I. Hrs: Analiza primjene i ponašanja odvodnika prenapona u prijenosnim i distributivnim mrežama SR Hrvatske 110

I. Janić: Razvoj električne mreže grada Karlovca 35

M. Jung: Rad lokatora jednopolnih kvarova na paralelnim i nehomogenim vodovima . . 96

M. Jung. Metodologija računanja kratkog spoja u jugoslavenskoj mreži 110 kV i viših napona 148

J. Keglević: Usporedba kriterija za korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana . . 145

M. Leskovar: Kratkoročno prognoziranje protoka za HE Split na Cetini 205

J. Lucati: Obustavljanje termoelektrana u vrijeme niskih opterećenja u sistemu . . . 210

B. Markovčić: Uloga zaštitnog užeta kod dozemnog spoja na dalekovodima 110 i 220 kV . 82

H. Požar: Neiskorištene snage i neke mogućnosti povećanja korištenja proizvodnih kapaciteta u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije 69

D. Primožič: Ocjena rentabiliteta pumpno-akumulacione HE Ožbalt II 155

B. Udovčić: Vrijednost gubitaka u nekim vodovima elektroenergetskog sistema Jugoslavije 142

B. Uzelac: Izbor odvodnika prenapona 30 kV i 35 kV 139

M. Vujnović: Mjerenje buke transformatora snage 216

M. Vujnović: Uzroci brujanja transformatora snage 284

J. Vuletić: Struje i naponi u tronamotnim transformatorima za vrijeme kvara u mreži . . 91

POGONSKA PROBLEMATIKA

Str.

F. Černohous: Analiza vršnih opterećenja elektroenergetskog sistema zapadne Hrvatske . 167

F. Černohous: Topografski dijagram izohrona SR Hrvatske za godinu 1963 239

K. Ožegović: Varijanta umetnute transformatorske stanice 110/35 kV 224

T. Pavlović: Kvarovi na transformatorima i njihovo otkrivanje pomoću uređaja za ispitivanje plina 171

B. Radmilović: Pogon i uzdržavanje transformatorskih stanica 110/30—35 kV sa smanjenom posadom 247

B. Radmilović: Zamjena transformatora u stanici 110/30 kV Brijest — Osijek 295

EKONOMSKO-FINANCIJSKA PROBLEMATIKA

M. Đurić: Ekonomska cena električne energije sa aspekta obezbeđenja sredstava za proširenu reprodukciju i odstupanje ove cene od sadašnje tarife 15

D. Feöçze: Integracija nacionalnih elektroenergetskih sistema u Evropi 162

O. Gros: Neke osnovne postavke politike investiranja u elektroenergetiku 27

N. Komnenić: Problematika finansiranja investicija u elektroprivredi 5

Z. Milonja: Prijedlog za financiranje proširene reprodukcije u elektroprivredi 1

B. Tilić: IV Savjetovanje ekonomista elektroprivrede SFRJ u Sarajevu 55

RAZNO

V. Horvat: Rheinisch-westfälisches Elektrizitätswerk A. G. (RWE) Essen 49

V. Horvat: Energetsko korištenje Dunava u Austriji 118

R. Močnik: Posjet austrijskoj elektroprivredi . 176

R. Močnik: Posjet elektroprivredi Bavarske . 243

F. Podbrežnik: Neke specifične karakteristike jugoslavenskih prirodnih voda za napajanje kotlova i za industrijske potrebe 116
B. Radmilović: Posljedice potresa u TS 11/30 kV Podvinje kod Slavonskog Broda . . . 114
V. Zloković: Neka iskustva o reguliranju potrošnje električne energije u ČSSR 46
V. Zloković: Organizacija državne kontrole o potrošnji električne energije u SSSR . . . 180

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

M. Damjanić: Desetgodišnjica Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske 273
E. Radetić: Svečanost u »Elektroprimorju«, Rijeka 122
E. Radetić: Razmatranja uz »Završni račun« za 1963. poduzeća Elektroprimorje, Rijeka . 182
E. Radetić: Potres u Slavoniji i slavonska elektroprivreda 186
I. R. Studijski istraživački radovi na području Hrvatske 54
I. R. Novi dalekovodi 110 kV u SR Hrvatskoj 54
I. R. Izložba o razvitku elektroprivrede — Seminar i izložba »Jureme« — Registracija »Elektroprojekta« kod Tehničke pomoći OUN . 125
I. R. Poplava u Zagrebu 306
I. R. »Elektroprojekt« ugovorio nove poslove u UAR 308

VIJESTI S GRADILIŠTA

Đ. Furač: Stanje izgradnje HE Senj početkom kolovoza 1964 181
Đ. Furač: Otporno odžarivanje varova na račvama razdjelnog cjevovoda HE Senj . . 252
I. R. Elektrifikacija otoka Lošinj 52
I. R. Vrelovod iz Toplane Žitnjak 52
I. R. Izgradnja objekata distributivne mreže na području Dalmacije 53
I. R.: Gradnja dalekovoda 220 kV Jajce — Mraclin i Lukavac — Đakovo 252
I. R.: Nastavlja se elektrifikacija otoka . . 253
I. R.: Dalekovod 30 kV HE Gojak — Slunj u pogonu 253
I. R.: Energetsko korištenje Drave 254
M. Šarčević: Priključenje otoka Visa na zemaljsku elektroprivrednu mrežu 297

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Str.
V. Brajnović: Protupožarna zaštita u elektranama Velike Britanije 300
D. Feöcze: Struktura potrošnje energije u Švicarskoj 195
D. Feöcze: Cijene električne energije u SR Njemačkoj 261
K. Fišer: Aluminijski stupovi za dalekovode . 194
B. Markovčić: Vakuumske sklopke 59
„ — Izvadak iz elektroprivredne statistike za 1962 62
„ — Plan istosmjernog veleprijenosa u Kanadi 128
„ — Prijenos 735 kV u Kanadi . . 301
„ — Eksperimentalno-industrijski vod 750 kV Konakovo — Moskva . 303
„ — Izmjena električne energije između evropskih država 304
I. Šimurina: Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede 60, 128, 196, 262, 365

KONFERENCIJE

D. Feöcze: Savjetovanje rukovodilaca poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije 289
V. Hangi: Savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje JNK CIGRE 363
V. Horvat: Svjetska konferencija o energiji — XIV posebno zasjedanje u Lausanni . . 254
M. Jung: XX zasjedanje CIGRE u Parizu 1964 192
J. Lucati Prvo savjetovanje o eksploataciji termoelektrana Jugoslavije 259
B. Markovčić: XII Kongres UNIPEDE u Skandinaviji 190
H. Mattes: Sedmo stručno savjetovanje elektroenergetičara 351

DRUŠTVENE I OSOBNE VIJESTI

In memorian ing. *Jerku Jertiću* 126
Božidar Ribić — Glavni sekretar Saveza elektroteh. inženjera i tehničara Hrvatske . . . 193

GOD. 13 (1964) **energija** BROJ 1 — 2

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

PRIJEDLOG ZA FINANCIRANJE PROŠIRENE REPRODUKCIJE U ELEKTROPRIVREDI*

Zvonimir Milonja, Zagreb

Raspravlja se pitanje investicija u privredi općenito i posebno u elektroprivredi. Na temelju izvršenih ekonomskih analiza elemenata razvoja i rasta elektroprivrede od 1964. do 1980. daje se konkretni prijedlog ekonomskih instrumenata za uvođenje autofinanciranja investicija.

DK 621.311.003

Uvod

U privrednoj djelatnosti u cjelini i u djelatnosti svake privredne organizacije ne može se odvajati jednostavna od proširene reprodukcije. Razvoj je nužna komponenta privredne aktivnosti, kako privrede u cjelini tako i svake privredne organizacije. I tzv. jednostavna reprodukcija, npr. zamjena sredstava za rad iz amortizacije, nužno mora biti na progresivnoj osnovi, novoj tehnologiji, a to traži kvantitativni i kvalitativni razvoj. Osim toga, u rastućoj privredi dio amortizacje je slobodan za nove investicije.

Među ostalim, i zbog ovog razloga, radničko samoupravljanje nužno zahtijeva utjecaj i odgovornost proizvođača i na proširenu reprodukciju. Taj utjecaj traži i širi ekonomski horizont, sagledavanje sadašnjih i budućih međuzavisnosti privrede (tehnoloških i ekonomskih) i određeno dogovaranje i zajedničko donošenje investicionih odluka na različitim nivoima asocijacija proizvođača, već prema ekonomskoj težini odluke (npr. veličini i širini odraza investicija) uključivši i razne oblike koncentracije potrebnih financijskih sredstava i postojanje odgovarajućih naučnoistraživačkih i stručnih službi za kvalitetnu pripremu investicionih odluka.

Problematika sistema investiranja, a u tome i sistema financiranja investicija, ne može se razmatrati izolirano već samo u sklopu cijelog mehanizma funkcioniranja naše privrede i društva. Potrebno je, u osnovi, da se pri formiranju cijena unaprijed ugrade elementi privrednog rasta. Proširena reprodukcija treba da bude i briga proizvođača. Time što će se »troškovi« dugoročnog razvoja naći u cijeni proizvoda, moći će se i realnije vrednovati pojedini proizvodi u potrošnji. U sadašnjoj situaciji, vrednovanje električne energije podcijenjeno je u odnosu na druge oblike energije i može djelovati na krivu energetsku orijentaciju potrošača, na stvarno skuplju energetsku orijentaciju u društvenim razmjerima, iako na oko jeftiniju za potrošače.

Prijelaz na financiranje investicija isključivo putem zajmova zapravo već znači potrebu da se na dugi rok u privredi formiraju investiciona sredstva potrebna za razvoj. Investicioni zajam na dugi rok znači samo prebrođavanje vremenske nekoincidencije pritjecanja i trošenja sredstava za investicije pa je posljedica i nedjeljivosti investicija. To, u osnovi, na dugi rok uključuje svojevrsno autofinanciranje investicija time da se investicionim zajmom anticipira buduća akumulacija, odnosno, buduća sredstva koja imaju karakter akumulacije (uključivši dio amortizacije slobodan za nove investicije).

Današnji način raspodjele dohotka i formiranja cijena nije dosljedno prilagođen principu investicionih zajmova. Ta neprilagođenost sistema privređivanja principu investicionih zajmova dovodi do prezaduženja nekih privrednih grana, odnosno, do nemogućnosti da se razvijaju, do sve većeg broja izuzetaka od općeg sistema raspodjele, do produžavanja rokova otplate investicionih zajmova i preko rokova amortizacije, do sve veće intervencije društvenih investicionih fondova i do potrebe njihovog jačanja.

Društvo stvara potrebna sredstva za razvoj. Međutim, u tome kako ih stvara i kako ih upotrebljava postoje u osnovi dva puta. Po jednom, formiranje investicionih sredstava vrši se njihovim oduzimanjem iz privrede i njihovom centralizacijom. Ta sredstva se odatle distribuiraju po dru-

* Prema koncepciji grupe autora razrađenoj u elaboratu »*Neki osnovni i aktuelni problemi elektroprivrede*«. Ove je koncepcije autor izložio na IV Savjetovanju ekonomista elektroprivrede Jugoslavije u Sarajevu, siječnja 1964.

štvenim planovima ili mimo njih, ali bez učešća proizvođača i bez uvida potrošača koliko pojedini proizvod stvarno društveno košta. Drugi način je da se ista sredstva formiraju dolje u privredi kroz cijene i prethodnu objektiviziranu akumulaciju koju plaća potrošač i time dobiva stvaran uvid u društveno koštanje određenog proizvoda.

Treba naglasiti da se u oba slučaja u društvu formira i troši ista masa investicija.

Naš sadašnji sistem investiranja zapravo je polovično i nedovoljno dosljedno i nekonzistentno rješenje, koje svojom unutarnjom snagom vuče na daljnju centralizaciju izvan privrede, koja pojačava suprotnosti individualnog i društvenog interesa u investicijama, a s time ugrožava racionalnost privređivanja i društvene odnose.

Autofinanciranje investicija u privredi ili grani kao cjelini ne znači i autofinanciranje investicija za svako poduzeće i u svakom momentu. Ono nužno pretpostavlja vrlo razvijeni bankovni sistem i aparat, te sistem investicionih zajmova. Zajmovi koje u ovom slučaju dobiva privreda u pretežnom su dijelu slobodna investiciona sredstva same privrede, tzv. investiciona štednja jednog dijela privrede, da bi se njome bankovnim putem izravnala dinamička neusklađenost u financiranju investicija drugog dijela privrede.

Prema tome, problem autofinanciranja razvoja elektroprivrede kao grane nije nešto sasvim novo, već samo konzekventnije izveden proces prenošenja i proširenje reprodukcije na proizvođače uz nužan utjecaj društva. Znači da princip investicionih zajmova uključuje na dugi rok autofinanciranja privrede, s tim, da se može govoriti o odnosu prethodne štednje i zajma u različitim periodima razvoja privrede u cjelini i pojedinih grana, grupacija i poduzeća u zavisnosti od tempa razvoja. Štednja je prošla akumulacija, a zajam buduća.

Jasno je da stvaranje prosječnih obaveza i uvjeta za razvoj u grani ili proizvodnoj grupaciji izaziva znatne razlike među poduzećima prema njihovoj efikasnosti i da stvara različite uvjete za razvoj prema njihovoj efikasnosti i opremljenosti, a to može samo dodatno djelovati kao poticaj za jačanje uloge proizvođača u proširenoj reprodukciji i na njihovu aktivnost za ujednačavanje uvjeta rada i veću racionalnost u proizvodnji i razvoju. Intenzivnija stimulacija jača incijativu, ali i odgovornost, sili na veću koordinaciju rada u privredi, okreće proizvođače proizvodnji, a ne društvenim fondovima.

Kada se govori o većem, pretežnom ili o potpunom autofinanciranju investicija u privredi odnosno u pojedinoj grani, time se ne misli da treba razviti potpunu autonomiju grana na štetu ostale privrede, već da će to dovesti do potrebe veće koordinacije rada između samih proizvođača u toj grani, te između proizvođača, dobavljača i potrošača, tj. u stvari, do većeg neposrednog podruštvovljenja proizvodnje, s tim da se za to nađu i adekvatni organizacioni oblici.

U osnovi je ove koncepcije

1. da proizvođači unutar svoje prodajne cijene obavezno formiraju objektiviziranu minimalnu akumulaciju prosječno potrebnu za planirani dugoročni razvoj privrede ili privredne grane u cjelini;

2. da je akumulacija koju proizvođači formiraju i ostvare na društvenim sredstvima za proizvodnju društvena, te da ju mogu koristiti samo pod određenim uvjetima, a da višak moraju u određenom času stavljati privremeno na raspolaganje društvu putem bankovnog mehanizma uz određenu mogućnost utjecaja na njihovu upotrebu, i

3. da tek višak akumulacije, preko one minimalno obavezne, može biti na slobodnijem raspolaganju poduzeća (formiranje fondova poduzeća iznad veličine obaveznog doprinosa na sredstva).

Na taj način se odluka o proizvodnji i potrošnji približava odluci o investicijama, a sama odluka ka odgovornosti za njezine efekte.

Prijedlog za autofinanciranje razvoja elektroprivrede

Pri razmatranju autofinanciranja razvoja elektroprivrede postavljaju se slijedeća pitanja:

1. Da li elektroprivreda treba snositi sve svoje investicije, uključivo i one, koje su neposredno vezane na određene potrošače i druge namjene? Npr. za hidroelektranu koja je isključivo namijenjena za određenu tvornicu aluminijuma, ili za hidroelektranu koja ima veliki poljoprivredni značaj s obzirom na melioracije poljoprivrednih površina.

Kod onih investicija elektroprivrede koje daju širi raspon efekata i za ostale neenergetske potrebe, odrediti treba adekvatnu participaciju i drugih interesenata u tim investicijama (npr. poljoprivrede, saobraćaja i dr.)

2. U kojem obliku treba formirati takva investiciona sredstva?

Osim amortizacije postoje još slijedeće mogućnosti formiranja potrebnih sredstava za razvoj, i to:

a) da se na određeno vrijeme namjenski ustupe sadašnja društvena davanja u obliku kamata na sredstva, doprinosa iz dohotka i sl. i da se povećaju neka od tih davanja (npr. kamati na sredstva) do prosječno potrebnih sredstava za investicije, te da i kamati na kredite postanu prihod investicionih fondova elektroprivrede;

b) da se, pored postojećih instrumenata raspodjele dohotka, uvede još i doprinos na sredstva za dugoročne, prosječno potrebne, neto investicije, i

c) da se svi oblici društvenih obaveza, ili dio tih obaveza, zamijeni s doprinosom na sredstva u prosječno potrebnom iznosu investicija.

Predlaže se, da se doprinos na uložena sredstva obračunava po odgovarajućoj stopi na nabavnu vrijednost osnovnih sredstava, jer se time omogućava stabilnija stopa doprinosa, a i stabilnost sredstava za investicije.

Prema navedenim mogućnostima autofinanciranja investicija, ukupna sredstva za bruto investicije formirala bi se na slijedeći način:

a) $BI = A + K_s + K_k + D_d + F$
b) $BI = A + K_s + K_k + D_d + D_s + F$ ili
$BI = A + D_s + F$
c) $BI = A + D_s + K_k + D_d + F$ ili
$BI = A + D_s + F$

Pri čemu su:

BI = bruto investicije
A = amortizacija
K_s = kamati na sredstva
K_k = kamati na kredite
D_d = doprinos iz dohotka
D_s = doprinos na sredstva
F = fondovi poduzeća

Radi jednostavnosti i mogućnosti brze primjene predlaže se kombinacija a) i b), tj. da se pored postojećih instrumenata zahvatanja viška proizvoda, koji bi se namjenski i privremeno ustupali elektroprivredi, uvede i doprinos na sredstva kao objektivizirana i obavezna akumulacija.

3. Gdje da se formiraju takva sredstva i tko da donosi odluku o njihovoj upotrebi? Da li organi elektroprivrede ili društveni organi izvan nje?

Predlaže se, da se sredstva formiraju u elektroprivredi, i to ne kao do sada na višim nivoima u proizvodnji, s tim, da se zajedničkim odlukama upotrebljavaju za zajednički razvoj, tj. da se sredstva, a prema tome i odluke o njihovom trošenju ne ustupaju odozgo prema dolje, već obratno odozdo prema gore, ali s tim ograničenjem da se bez zajedničke više odluke ta sredstva, koja se dolje realiziraju, uopće ne smiju upotrebljavati. To znači da ta sredstva nisu »vlasništvo« nižih jedinica, gdje se formiraju, već su to društvena sredstva, koja se mogu samo društveno i upotrebljavati.

Jedan manji dio dohotka i viška proizvoda formirat će se kao i dosada na višem nivou (viša asocijacija) radi specifičnosti rada u elektroenergetskom sistemu.

Dakle, društveni karakter sredstava za proizvodnju i same proizvodnje nužno zahtijeva različiti nivo podruštvovljenja investicionih odluka, tj. odluka o upotrebi društvenih investicionih sredstava (amortizacija i akumulacija), s tim, da se podruštvovljenje investicione odluke vrši na višim nivoima asocijacije proizvođača prema ekonomskoj i društvenoj težini odluka i angažiranih investicionih sredstava. U tim odlukama nužno sudjeluju proizvođači koji su ta sredstva ostvarili i koji su zainteresirani za razvoj.

4. Koji se nivo autofinanciranja investicija može ostvariti u određenim uvjetima?

Cijena eletkrične energije koja će sadržavati i sredstva proširene reprodukcije potrebna za dugoročni razvoj elektroprivrede iskazivat će stvarno društveno koštanje te energije.

Autofinanciranje razvoja elektroprivrede djelovat će u određenoj mjeri na povećanje cijena električne energije. Ovdje se postavlja pitanje za koji vremenski period treba izračunati prosječno potrebnu akumulaciju za osiguranje utvrđenog razvoja elektroprivrede i pitanje, da li da se prosječno potrebna akumulacija u cijeni određuje za cijelu zemlju ili za pojedine regije (odnosno republike).

Smatra se, da je prosječnu veličinu potrebne akumulacije potrebno određivati jedinstveno za cijelu zemlju i na što dulji rok u zavisnosti od predviđenih promjena u dinamici razvoja.

5. Kakav stav zauzeti prema određenim obavezama u vezi anuiteta za već izvršene investicije, koje angažiraju buduća sredstva raspoloživa za investicije?

U proračun prosječno potrebne akumulacije za razvoj u određenom periodu treba uključiti i obaveze za anuitete ili ih se može tretirati kao namjenska sredstva ustupljena elektroprivredi za investicije.

6. Formiranje investicionih sredstava u osnovnim radnim jedinicama i višim asocijacijama proizvođača stiče značaj mobilnosti ovih sredstava i potrebe da se omogući prostorna i vremenska koincidencija formiranja sredstava sa potrebom za investiranje, i to za društveno optimalna rješenja.

U fazi formiranja investicionih sredstava treba omogućiti

a) prosječno potrebna sredstva za granu u cjelini;

b) prosječno potrebna sredstva za elektroprivredu cijelog područja republike, što joj osigurava kreditnu sposobnost, i

c) konkretno potrebna sredstva u određenom momentu za potrebe više asocijacije proizvođača, što joj osigurava likvidnost.

Prosječno pokriće mogućnosti autofinanciranja investicija za cijelu granu ne znači

a) njeno pokriće u svakoj godini i u svakom momentu, što se rješava zajmovima iz OIF-a, drugih DIF-ova ili dugoročnih bankovnih sredstava,

b) njeno pokriće u svakoj višoj asocijaciji — poduzeću i u svakom momentu, što se rješava zajmom iz zajedničkog fonda elektroprivrede ili participacijom i zajmovima posebnih interesenata.

Smatra se da minimalno određena obavezna prosječna akumulacija i sredstva amortizacije nisu jedini izvori sredstava za financiranje investicija, već da postoji mogućnost i interes elektroprivrede i njezinih radnih jedinica da sniženjem troškova i povećanjem proizvodnje i dohotka stvaraju dodatne fondove za investicije.

Osiguranje vremenske i prostorne koincidencije sredstava i potreba za investicijama zahtijeva određenu mobilnost investicionih sredstava unutar elektroprivrede. U tu svrhu mogla bi se formirati posebna elektroprivredna banka, kao banka za razvoj i poslovanje elektroprivrede, ili se, što bi bilo bolje, može koristiti postojeći bankarski mehanizam.

Organiziranje i poticaj na mobilnost sredstava mogu biti slijedeći:

a) normalni ekonomski interes izražen u povezanosti interesa kao i shvaćanje zajedničkog interesa u elektroprivredi i društvu (npr. zajedničke investicije, bankovno prelijevanje sredstava putem investicione štednje i zajmova unutar elektroprivrede i sl.),

b) obavezno izdvajanje jednog dijela ovako formirane akumulacije za formiranje centraliziranih sredstava elektroprivrede iz kojih će se zajmovima pokrivati dinamički i prostorni manjkovi,

c) određena planska obaveza prema potrošnji i društveni utjecaj potrošnje na upotrebu investicionih sredstava.

Smatra se, da bi se konkretna rješenja prema danim uvjetima mogla naći različitom kombinacijom iznesenih mogućnosti.

Provjera prijedloga za autofinanciranje razvoja elektroprivrede

U svrhu provjere mogućnosti autofinanciranja razvoja elektroprivrede izvršen je, na osnovu projekcije razvoja potrošnje i proizvodnje električne energije, te potrebnih investicija za period 1964. do 1980. proračun potrebnih sredstava za financiranje investicija i mogućnosti njegovog pokrića u okviru proizvodne cijene električne energije. Na temelju perspektivne elektroenergetske bilance po godinama proračunate su potrebne nove investicije po djelatnostima elektroprivrede, a zatim i vrijednost bruto-produkta po elementima. Period od 1964. do 1980. podijeljen je na tri perioda i to: 1964. do 1970, 1971. do 1975. i 1976. do 1980. Unutar tih perioda predviđen je porast novih investicija, a prema tome i bruto fiksnih fondova te proizvodnje i potrošnje električne energije po linearnoj stopi rasta, što predstavlja znatnu simplifikaciju. Ovo stoga što su nesigurna predviđanja o tome kada će koji objekt ući u investicije i pogon odnosno proizvodnju, pa su radi toga moguća i znatna odstupanja.

Ukupna sredstva potrebna za pokriće novih investicija i zatečenih zajmova za cijeli period 1964. do 1980. proračunana su sa $2.457,9 \cdot 10^9$. Osim akumulacije, koja se već sada formira u cijeni električne energije (kamati na sredstva, kamati na kredite, doprinos iz dohotka), odnosno koja će se u toku promatranog perioda formirati s naslova efekta povećane produktivnosti osnovnih faktora proizvodnje (koji efekti predstavljaju znatna sredstva), potrebno je osigurati još i dodatne prihode s naslova doprinosa na sredstva u visini od $1.704,5 \cdot 10^9$ dinara (naravno uz pretpostavku nepromijenjenih cijena svih onih elemenata koje elektroprivreda treba za svoju jednostavnu i proširenu reprodukciju), ili 4,3 % na iznos bruto-fondova elektroprivrede. Uvođenje doprinosa na sredstva utjecalo bi na povećanje sadašnje cijene u prosjeku za cijeli promatrani period sa 21 %.

Ovaj orijentacioni proračun pokazuje da se autofinanciranje investicija u elektroprivredi može postići na osnovu dugoročne razvojne politike namjenskim ustupanjem postojećih društvenih obaveza i uvođenjem dodatne obavezne akumulacije po određenoj stopi na nabavnu vrijednost osnovnih sredstava.

S obzirom na nesigurnost projekcija osnovnih elemenata ovog proračuna i s obzirom na to što su u račun uzeti i fondovi zajedničke potrošnje i što nije uzet u račun potrebni fond rizika, a naročito što bi u zadnjem periodu trebalo početi s investiranjem u nove objekte za daljnji razvoj i što su predviđene investicije u hidroelektrane po dosadanjim iskustvima uvijek podcijenjene, trebalo bi svakako računati s većim prosječnim povećanjem cijene.

Za donošenje odluke o konkretnim dimenzijama povećanja sadašnjih cijena električne energije i uvođenja doprinosa na sredstva za potrebe dugoročnog razvoja elektroprivrede, trebalo bi izvršiti detaljnije i opsežnije proračune.

Literatura

1. Grupa autora, *Neki osnovni i aktuelni problemi elektroprivrede.*

Naslov pisca: Zvonimir Milonja, dipl. ec., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

PROBLEMATIKA FINANSIRANJA INVESTICIJA U ELEKTROPRIVREDI

Nedeljko Komnenić, Beograd

U članku se iznosi postojeći način financiranja investicija u elektroprivredi i njegove slabosti. Autor predlaže da se financiranje investicija prenese s administrativnih organa na neposredne proizvođače, odnosno na njihova udruženja, te da se riješi i pitanje nivoa cijene električne energije. Zaključno autor smatra da treba povećati i koncentrirati vlastita sredstva elektroprivrede za financiranje proširene reprodukcije.

DK 621.311.003

Iako su problemi finansiranja investicija u elektroprivredi direktno vezani za ceo sklop finansiranja industrije i ostale privrede, ipak se organizacione forme i metodi finansiranja za ovu granu mogu u izvesnoj meri razlikovati od ostalih. U okviru ovog referata, učinjen je pokušaj da se postojeća problematika finansiranja elektroprivrede sagleda s gledišta prilagođavanja formi i metoda u finansiranju stvarnih potreba razvoja elektroprivrede, daljeg napretka tehnike i tehnologije kao i s gledišta samoupravljanja u ovoj privrednoj grani.

S ovim referatom nisu se mogli obuhvatiti svi oni problemi finansiranja elektroprivrede koji zadiru u postojeći privredni i bankarski sistem u našoj zemlji kao i neka pitanja finansiranja, koja su tesno povezana za organizaciju i organizacione oblike u elektroprivredi. Ipak u granicama dozvoljenog i unapred određenog obima rada po ovoj temi, učinjeni su potrebni napori da se što je moguće više sagleda suština ove problematike.

Postojeće forme i problemi finansiranja investicija elektroprivrede

Internom odlukom Saveznog izvršnog veća, Upravni odbor Jugoslovenske investicione banke ovlašćen je da određuje uslove, forme i način finansiranja elektroenergetskih objekata. Tako je od strane banke određen za elektroprivredu sistem učešća u odnosu na obim investicija i to za:

	Do 1963. godine	Za naredne godine
1. Hidroelektrane	10 %	20 %
2. Termoelektrane	30 %	40 %
3. Mreža 220 kV	20 %	40 %
4. Mreža 110 kV	70 %	100 %
5. Toplane	40 %	50 %

Pored sistema učešća elektroprivreda je prema Zakonu o elektroprivrednim organizacijama (u poglavlju koje se odnosi na raspodelu dohotka elektroprivrednih zajednica) obavezna polagati i tzv. »garantne iznose«. Zbog poznatog raskoraka između kalkulativne prodajne cene elektroprivrede po propisanim normativima troškova i dohotka i prosečne cene realizacije po propisanoj tarifi električne energije, Savezni sekretarijat za finansije oslobodio je elektroprivredu 1959. godine od plaćanja tzv. »garantnih iznosa« za investicije namenjene elektroenergetskim objektima.

U pogledu finansiranja investicija po delatnostima elektroprivrede (proizvodnja, prenos i distribucija), našu pažnju moramo posvetiti prvenstveno delatnostima proizvodnje i prenosa s obzirom da se ove dve delatnosti orijentišu u pogledu finansiranja uglavnom na Opšti investicioni fond. Finansiranje proširene reprodukcije u distributivnoj električnoj mreži vrši se pretežno iz vlastitih sredstava distributivnih preduzeća, kao i iz sredstava narodnih odbora opština, srezova, privrednih organizacija, zemljoradničkih zadruga i seoskih domaćinstava.

Proces ubrzane elektrifikacije sela delovao je na dalju mobilizaciju svih raspoloživih finansijskih sredstava narodnih odbora opština u pravcu što brže i potpunije elektrifikacije sela i poljoprivrede. S gledišta organizacionih formi finansiranja investicija, treba naročito istaći, da su distributivna preduzeća poslednjih godina pokazala puno inicijative u pronalaženju sredstava za izgradnju i rekonstrukciju dotrajale distributivne električne mreže. Pomoć narodnih odbora opština i srezova, kao i pojedinih republika, kod finansiranja proširenja i rekonstrukcije distributivne mreže, bila je, naročito poslednjih pet godina, veoma značajna.

Dok su forme finansiranja investicija u sferi distribucije električne energije postale poslednjih godina raznovrsne, dotle su se forme finansiranja investicija u sferi proizvodnje i prenosa orijentisale skoro isključivo na sredstva iz OIF-a i manjim delom na sredstva republičkih zajednica i udruženih proizvodnih i prenosnih preduzeća. Ovakva dosadašnja orijentacija (na pretežno finansiranje investicija putem zajmova iz OIF-a, a sve manje iz vlastitih sredstava elektroprivrede i drugih privrednih grana odnosno preduzeća, koja troše električnu energiju), destimulativno je uticala na izbor ekonomičnijih energetskih objekata a s tim u vezi i na ekonomiku eksploatacije.

Dosadašnja praksa i analize vršene u vezi finansiranja proširene reprodukcije u elektroprivredi pokazuju da postoji mnogo institucija kao inicijatora i predlagača izgradnje novih energetskih objekata. Međutim, svi ovi »inicijatori« i »predlagači« ne obezbeđuju ni potrebna sredstva a ni traženo učešće u investicijama, pa se otuda skoro redovno pojavljuje izvestan raskorak između mnogobrojnih ideja i projekata za izgradnju novih objekata s jedne i stvarnih mogućnosti u finansiranju s druge strane. Svakako treba napomenuti, da će svi raspoloživi projekti kao i dosadašnji studijski i istražni radovi korisno poslužiti za što bolji izbor objekata. Međutim, pitanje samih »inicijatora« i »predlagača« koji često puta vrše pritisak i direktno utiču na izbor objekata a pri

tome ne snose docnije nikakvu materijalnu ni moralnu odgovornost za svoje predloge, ostaje i nadalje otvoren problem. U okviru ovog referata, vredno je sagledati broj institucija, koje utiču na izbor i lokaciju elektroenergetskih postrojenja:

Naziv institucija	*Broj*
1. Jugoslavenska i republičke elektroprivredne zajednice sa Institutom za elektroprivredu	8
2. Prenosna, proizvodna i investitorska elektroprivredna preduzeća	20
3. Savezni i republički zavodi za privredno planiranje	7
4. Savezni i republički sekretarijati za industriju	7
5. Savezni i republički sekretarijati za finansije	7
6. Pokrajinski zavodi za plan i sekretarijati za industriju	4
7. Jugoslavenska investiciona banka i privredne banke republika	7
8. Projektantske organizacije	6
9. NO opština i srezova na čijem se području nalazi prirodni potencijal za proizvodnju električne energije, oko	50
10. Savezno i republička izvršna veća sa odborima za perspektivni razvoj	7
11. Savezna i republičke privredne komore	7
Ukupno institucija	130

Kao što je poznato, sve gornje institucije na direktan ili indirektan način daju svoje predloge i brinu se o daljem razvoju i organizaciji elektroprivrede, a naročito o tome gdje će se i kako graditi nove elektrane i prenosne mreže. I upravo, kada bi neke od gornjih institucija (koje raspolažu vlastitim novčanim sredstvima) participirale u izgradnji novih elektrana i prenosne mreže, tada bi naš »sistem finansiranja« bio zaista obogaćen raznolikošću novih izvora finansiranja, a samim tim i većom direktnom zainteresiranošću za ekonomičnom izgradnjom novih objekata. Zbog toga bi se nove ekonomske mere Jugoslavenske investicione banke o povećanju učešća investitora za izvore energije i prenosnu mrežu mogle i razumeti kao bolja podloga i bolja orijentacija u budućem izboru novih energetskih objekata. Na žalost sve ove pojedinačne mere Investicione banke neće mnogo doprineti rešavanju osnovnog cilja, koji se sastoji u većoj efikasnosti investicija i nižim troškovima prozvodnje u fazi eksploatacije postrojenja. Ovo zbog toga jer još uvek nije rešen osnovni problem pariteta cena električne energije u odnosu na druge poljoprivredne i industrijske robe kao i cena za razne druge društvene usluge. Sve dotle dok vrednost (cena) jednog jajeta odgovara vrednosti (ceni) 3 kWh električne energije, problemi finansiranja investicija i ekonomike elektroprivrede rešavaće se, kao i do sada, polovičnim administrativnim merama.

Praksa će u najskorije vreme pokazati, da će i najnovije mere Jugoslavenske investicione banke (o povećanju učešća investitora u izgradnji elektroenergetskih objekata) postati izvesna kočnica boljoj ekonomiji sredstava, jer će se dogoditi sledeće:

Razvijenije republike odnosno elektroprivredne zajednice ili udružena preduzeća u ovim republikama koristiće sva raspoloživa sredstva amortizacije (što će im omogućiti finansijski potencijal amortizacije koji u elektroprivredi nije mali), pa će se na ovaj način boriti da se na njihovom području grade novi izvori energije za pokriće porasta potrošnje bez obzira na njihovu ekonomičnost s aspekta ekonomike elektroprivrede kao celine.

Nedovoljno razvijene republike, koje slučajnošću prirodnih uslova imaju izvanredno veliki hidroenergetski potencijal i rezerve lignita, upravo nemaju dovoljno slobodne amortizacije iz postojećih udruženih preduzeća, pa će zbog toga svoje »učešće« podmirivati iz dela onih finansijskih sredstava, koje federacija daje za dalji i brži razvoj nerazvijenih područja.

Dotacija federacije privredno nerazvijenim područjima i slobodna amortizacija udruženih preduzeća za finansiranje učešća elektroprivrede, praktički je samo delomična pomoć tim područjima jer se ovim merama prvenstveno rešava pitanje izgradnje jeftinih hidro ili termo izvora koji će (u okviru postojećeg sistema cena i ekonomskih odnosa u elektroprivredi) postati isporučioci jeftinih sirovina za razvijena područja. Pomoć nerazvijenim područjima ne sastoji se samo u objektima elektroprivrede koji su mehanizovani i zapošljavaju mali broj radne snage, i uz to nemaju normalnu akumulativnost kao ostala industrija, već se pomoć nerazvijenim područjima ogleda u onoj industriji, koja zapošljava više ljudi i koja je akumulativna. Na ovaj način, korišćenje sredstava amortizacije u razvijenim područjima i sredstava iz dotacije federacije nerazvijenim područjima za plaćanje učešća, upravo se pretvara u svoju suprotnost i neekonomski prilaz rešavanju ove problematike. Ovim želimo posebno istaći da povećanje procenta vlastitog učešća elektroprivrede u finansiranju izgradnje energetskih objekata sredstvima amortizacije, namenjenih prostoj reprodukciji, kao i dotacijama federacije, ne rešava osnovni problem bolje efikasnosti investicija i daljeg sniženja tekućih troškova proizvodnje. Naprotiv, ovakve, nedovoljno prostudirane, odluke Jugoslavenske investicione banke nanose veću štetu negoli stvarnu praktičnu korist.

Rešenje iznete problematike u pravcu povećanja incijative investitora i ostalih zainteresovanih privrednih organizacija (koje troše veće količine električne energije) za sistem vlastitog učešća leži u povećanju stepena akumulativnosti elektroprivrede. Bilo bi normalno očekivati da elektroprivreda (izvori energije i prenosne mreže) ostvare bar prosečnu stopu viška rada od 10 % (na investirani kapital), koju ostvaruje bazična industrija u proseku, a ne 1,7 % ili oko 2 %, koju ostvaruju izvori energije i prenosna mreža. Obezvređenje kapitala, koji se investira u izvore energije i prenosnu mrežu sa kamatom od 2 % i periodom amortizacije od 50 i 30 godina pretvara skoro celu granu elektroprivrede u sistem administrativne regulative, obezvređuje cenu električne

energije i razvija neracionalnu potrošnju iste, koja se kroz postojeći sistem privrednih instrumenata ne može usmeravati u željenim ciljevima.

Postojanje oko 130 institucija koje se brinu o razvoju elektroprivrede, a svega uglavnom jedna institucija — Jugoslavenska investiciona banka — koja obezbeđuje finansijska sredstva i koja pretenduje da »sve zna«, pa čak i to, da odredi lokaciju novih izvora i buduću stabilnost mreže, pretvara ceo sklop finansiranja investicije i ekonomike elektroprivrede u necelishodno administrativno regulisanje iznetih problema i raspirivanje lokalističkih shvatanja i težnji da se po svaku cenu »izvuku što veća sredstva« iz Saveznog budžeta tj. Opšteg investicionog fonda i da se bez obzira na stepen ekonomike grade energetski objekti na području svake republike za zadovoljenje porasta potrošnje u svakoj od njih. Na ovom mestu nije potrebno isticati da se pojedina republička područja nalaze pri iscrpljenju pogodnog hidro- i termoenergetskog potencijala i da upravo tzv. nerazvijena područja (delovi Srbije, obalnog pojasa Hrvatske, BiH i Crne Gore), raspolažu s energetskim izvorima, koji postaju osnovna baza buduće proizvodnje hidro- i termoelektrana.

Poseban ekonomsko-organizacioni problem je problem odgovornosti navedenih 130 institucija. Postavlja se naime pitanje, da li ijedna gore navedena institucija moralno ili materijalno odgovara nekom organu za svoje predloge o lokaciji i izgradnji novih elektroenergetskih postrojenja? Iz dosadašnje prakse nije zabeležen, niti primećen, nijedan slučaj odgovornosti. Teoretski postoji neka vrsta tzv. »kolektivne odgovornosti«, koja se bar u dosadašnjoj praksi nije pokazala dovoljno efikasnom. Zbog toga se problematika finansiranja kao i materijalne odgovornosti za nove predloge o lokaciji izvora energije i prenosne mreže mora preneti s administrativnih organa na neposredne proizvođače energije, ili njihove asocijacije u okviru elektroprivrednih zajednica ili krupnih proizvodno prenosnih preduzeća, ili pak Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, što predstavlja poseban ekonomsko-organizacioni problem.

Iako postoji oko 130 institucija, koje se (svaka na svoj način) »brinu« o daljem razvoju elektroprivrede i njenom finansiranju, valja na ovom mestu reći i to, da nijedna od pomenutih institucija ne poseduje potrebnu dokumentaciju, niti odgovarajuće stručne službe, koje bi obezbedile:

1) Potpunije sagledavanje perspektivnog razvoja elektroprivrede u sklopu ostale energetike i privrede kao celine, i

2) Izbor elektroenergetskih objekata na bazi jedne ustaljene metodologije (koja bi imala snagu zakona) i koja bi obuhvatila ne samo ekonomičnost ili tzv. »Q instalisani kod hidroelektrana« već i pitanje rentabilnosti investicija s gledišta opšteg jugoslavenskog i regionalnog pogleda na ekonomiju sredstava.

U diskusiji na trećem savetovanju ekonomista elektroprivrede u Ohridu, predlagao sam, i sada ponovo predlažem, da se Institut za elektroprivredu, sa sedištem u Zagrebu, pretvori u opšti jugoslavenski institut, koji bi iznete probleme pod tačkom 1 i 2 ovog referata proučavao na jednoj široj, naučnoj i dugoročnijoj osnovi, ali bez uplitanja ikakvih lokalnih i drugih faktora, koji uvek, po pravilu traže »brza rešenja«. S obzirom na kadrove ovog instituta kao i njegov dosadašnji rad na mnogobrojnim studijama opšteg jugoslavenskog i regionalnog karaktera, ovaj bi institut, uz izvesnu dopunu stručnih kadrova, mogao postati solidna naučna institucija za rešavanje svih elektroprivrednih problema u njenom tekućem i dugoročnijem razvoju.

Uticaj finansiranja investicija na ekonomiku elektroprivrede

Teško je računskim putem dokazati u kojoj meri je dosadašnji administrativni sistem finansiranja investicija negativno delovao na opštu ekonomiku elektroprivrede kao celine. Proučavanjem raspoložive dokumentacije u vezi s ovim pitanjima, može se zaključiti da su dosadašnje forme finansiranja investicija negativno delovale u tri osnovna pravca i to:

1) Stalnih tendencija prekoračenja ugovorenog ili projektovanog obima investicija. Kod 11 razmatranih hidroelektrana u pogonu i u izgradnji, na prvobitno predviđeni obim investicija od 190 milijardi dinara dolazi 80 milijardi prekoračenja ili 42 %. Najveći uticaj na prekoračenja ima neusaglašenost projektantskih cena sa tekućim cenama (klizna skala). Uticaj ovog faktora na prikazano prekoračenje (od 80 milijardi) ceni se sa oko 55 %. Uticaj nepredviđenih radova oko 20 %, viškovi radova oko 10 %, izmena privrednih instrumenata 8 % i razni drugi uticaji oko 7 %. Ukoliko se ovaj problem razmatra s gledišta investitora, vidi se da prekoračenja dolaze većim delom dejstvom objektivnih kretanja, a manjim delom subjektivnim težnjama i uticajima. Ali, kroz analizu ostalih, naročito termo objekata, mogu se i kod najrealnije postavljenog sistema tekućih cena, videti i takva prekoračenja u nepredviđenim radovima i viškovima radova, gde nam se nameće otvoreno pitanje: čemu uopšte služe idejni a naročito glavni projekti kod ovakvog velikog prekoračenja radova?

2) Podešenih i neobjektivnih prikazivanja obima investicija a kroz to i tekućih troškova eksploatacije u inicijalnom investicionom programu. Na bazi unapred podešenih podataka o obimu investicija i ceni električne energije, vrši se izbor objekata, koji u fazi eksploatacije ne donose one ekonomske efekte sa kojima se računalo u fazi odlučivanja i izbora. Iskazana prekoračenja od oko 80 milijardi (kod 11 hidroelektrana) izazivaju porast tekućih troškova u fazi eksploatacije za oko 5 milijardi dinara. Ovakav porast troškova kod razmatranih hidroelektrana nameće i pitanje da li je uopšte realno postavljen odnos u strukturi proizvodnje (hidro : termo) kod ovako velikog naknadnog porasta tekućih troškova eksploatacije?

3) Nerealnog sagledavanja rentabilnosti pojedinih elektroenergetskih objekata.

Primenom modela za određivanje redosleda izgradnje elektrana u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije od prof. dra Požara, kao i metode za ocenu rentabilnosti investicija (metoda tzv. rekuperacije kapitala) u energetici (izdanje Akademije nauka SSSR, 1960) može se uzajamnom dopunom ove dve metodologije sagledati:

a) Relativna investiciona vrednost hidroelektrana kao odnos vrednosti jedne hidroelektrane prema termoelektrani, tj. pokazatelj u kom odnosu jedna hidroelektrana može u pogledu sigurnosti zadovoljiti potrebe potrošača;

b) Relativne troškove vrednosti hidroelektrana kao omer između troškovne vrednosti hidroelektrana (u odnosu na termoelektrane) i stvarnih troškova razmatranih hidroelektrana;

c) Period tzv. rekuperacije kapitala u kome se povećane investicije u hidroenergiju u odnosu na termoenergiju (iste energetske vrednosti) rekuperišu (povraćaju) kroz uštede u troškovima proizvodnje hidroenergije.

U okviru ovog referata učinjen je pokušaj da se na neke karakteristične hidroelektrane u pogonu i u izgradnji primene pomenute dve metodologije i na taj način sagleda ekonomski uticaj sistema finansiranja pojedinih hidroelektrana. Rezultati ovakvog istraživanja pokazuju sledeće:

Naziv hidroelektrana	Relativna investiciona vrednost hidroelektrana	Relativne troškovne vrednosti hidroelektrana	Broj godina u kojima se nadoknađuje razlika između stvarnih investicija i investicione vrednosti preko uštede u troškovima proizvodnje
1	2	3	4
a) HE u pogonu			
1. Vlasina	0,27	1,04	353
2. Bistrica—Kokin Brod	0,50	2,03	8
3. Zvornik	0,22	1,96	16
4. Split sa Peručom	0,72	3,49	2
5. Gojak	0,27	1,37	31
6. Dravske elektrane	0,55	2,63	5
7. Soške elektrane	0,27	1,84	19
8. Moste	0,16	1,14	124
9. Medvode	0,33	1,80	15
10. Jablanica	0,28	1,92	16
11. Jajce I i II	0,34	1,90	13
12. Mavrovo	0,33	1,33	36
13. Perućica	0,36	2,03	13
b) HE u izgradnji			
1. Bajina Bašta	0,36	3,40	5
2. Đerdap	0,50	3,20	4
3. Senj	0,41	3,16	5
4. Rijeka	0,51	3,70	3
5 Trebišnjica	0,71	3,98	2
6. Globočnica	0,27	1,72	19

I pored činjenice, da HE tj. akumulacioni bazeni tipa HE Vlasina i HE Mavrovo čine i neke posebne energetske vrednosti u fazi eksploatacije i podmirenja trenutnih vrhova opterećenja, ipak nije teško izvući opšti zaključak, da pojedine elektrane u pogonu, građene u periodu administrativnog perioda upravljanja privredom, ne odgovaraju stepenu ekonomičnosti i rentabilnosti investicija utrošenih za njihovu izgradnju.

Prema jednoj analizi Instituta za ekonomiku industrije (*Elektroprivreda u energetici SFRJ*, Beograd, oktobar 1963. godine) loš izbor elektrana, vršen uglavnom u administrativnom periodu upravljanja privredom, prouzrokovao je povećane ili »preuranjene« investicije u iznosu od preko 100 milijardi dinara. Ovde se misli na hidroelektrane iznad 10 godina rekuperacije kapitala, kao što su: Vlasina, Zvornik, Jablanica, Mavrovo, Ovčar, Ras i Međuvršje i sl., iz perioda administrativnog upravljanja privredom, i HE Globočica, iz novijeg perioda finansiranja. Smatra se, da je nizak stepen istraživačkog i projektantskog rada na našim rekama, iz administrativnog perioda upravljanja privredom, bio uglavnom razlog slabijeg izbora hidroelektrana i da je pomenutih 100 milijardi preuranjenih investicija upravo »cena neznanja« iz tog perioda.

Sa zadovoljstvom se također mora konstatovati da su kriterijumi za izbor objekata, koji se sada nalaze u izgradnji, znalački odabrani i da na ovom mestu moramo odati nužno priznanje svim stručnjacima iz instituta, udruženih preduzeća, elektroprivrednih zajednica i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, koji su svojim napornim radom pronašli i obezbedili društvenoj zajednici finansiranje i izgradnju najekonomičnijih hidroelektrana. Ovo se isto odnosi i na hidroelektrane čiji je izbor izvršen od strane Upravnog odbora ZJE na III sednici od 15. X 1963. godine a čija izgradnja počinje u 1964. godini. Isto tako, na ovom mestu treba odati potrebno priznanje našim investitorima velikih elektroenergetskih objekata. Postignuti rezultati organizacije rada na radilištima HE Splita i HE Bajine Bašte kao i Dravskih HE postaju ogromno i dragoceno iskustvo za dalje pobede na sektoru organizacije i produktivnosti rada na novim elektroenergetskim objektima. Posmatrano s gledišta postojećeg privrednog sistema i radničkog samoupravljanja u elektroprivredi, što brže prenošenje ingerencije (u izboru elektrana) sa Jugoslavenske investicione banke, odnosno Opšteg investicionog fonda, na sama preduzeća ili postojeće zajednice ili Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede, i direktno što je moguće veće samofinansiranje od strane samih elektroprivrednih preduzeća ili sadašnjih zajednica, osiguraće dalji, još veći, direktni interes elektroprivrednih organizacija za jeftinijom i bržom izgradnjom energetskih objekata.

U okviru ovog referata nije potrebno ni dokazivati, a ni diskutovati, da je »raspisivanje konkursa« za elektroenergetske objekte od strane Jugoslavenske investicione banke potpuno promašeno, a da su postojanje revizione komisije pri ZJE i njen dosadašnji rad praktično obezbedili izbor veoma ekonomičnih hidro- i termoelektrana, koje se sada nalaze u fazi izgradnje, kao i objekata čija izgradnja počinje u 1964. godini za zadovoljenje potrebe u energiji u toku 1967. i 1968. godine.

Celokupan uticaj finansiranja investicija na ekonomiku elektroprivrede mogao bi se svesti na sledeće osnovne faktore i to:

a) Tekući, kraći ili duži finansijski planovi investicija moraju se zasnivati na realnim tehničko-ekonomskim odnosno projektantskim podlogama. Izbor elektrana i prenosne mreže mora se vršiti na temeljima jedinstvene metodologije, koja bi imala snagu zakona.

b) Postepeno ili što hitnije potpuno prelaženje sa finansiranja iz OIF-a na samofinansiranje od strane udruženih elektroprivrednih organizacija, pretpostavlja jedini mogući stimulans za veću, bolju, jeftiniju i bržu izgradnju elektroenergetskih objekata.

Treba stvoriti takve organizaciono ekonomske postulate, prema kojima bi radnički savet ili upravni odbor svakog udruženog, proizvodnog i prenosnog preduzeća u SFRJ imao interes za izbor najekonomičnijih energetskih objekata u bilo kom delu zemlje. Ovo se može postići jedino kroz dalja još šira integraciona kretanja i udruživanja slobodnih novčanih sredstava u elektroprivredi i to ne samo u okviru republika već naročito u okvirima federacije kao celine.

c) Izmena privrednih instrumenata za elektroprivredu a time i izmena prosečnog nivoa cena električne energije mora biti popraćena i sprovedena kao ekonomska mera u pravcu ekonomičnijeg usmeravanja potrošnje energije kao i boljeg usmeravanja investicija u izvore energije i prenosnu mrežu. Procenat akumulacije (u prosečnoj ceni na pragu prenosa) u odnosu na investicioni kapital u izvore energije i prenosnu mrežu, trebao bi da prati procenat godišnjeg rasta potrošnje električne energije od oko 15 %, umesto dosadašnjih oko 2 %. Upravo u ovom raskoraku između godišnjeg porasta potrošnje električne energije, od oko 15 %, i mase akumulacije u odnosu na investicioni kapital od oko 2 %, leži osnovni problem ekonomike elektroprivrede i finansiranja izgradnje elektroenergetskih objekata. Sve dotle dok se ne reši spomenuti osnovni problem veće akumulativnosti elektroprivrede, administrativno uplitanje Jugoslavenske investicione banke ili drugih državnih organa postaje neizbežno. U okviru postojeće akumulativnosti elektroprivrede (2 % na investirani kapital), teško je iz iznetih razloga pronaći ma kakve nove forme u finansiranju, izuzev administrativnih, koje propisuje Jugoslavenska investiciona banka ili drugi državni organ.

Snažniji uticaj finansiranja investicija na ekonomiku elektroprivrede moguće je prema tome ostvariti jedino u zajedničkoj sprezi i jednovremenom rešavanju svih iznetih organizaciono-ekonomskih problema pod tačkama a), b), c), prethodnog izlaganja.

Finansiranje investicija u elektroprivredi na duži period do 20 godina

Ekonomisti mnogih zemalja Evrope i SAD-a smatraju da se finansiranje investicija u energetici ne može uspešno rešavati u okvirima kratkoročnih (godišnjih, dvogodišnjih, petogodišnjih, pa čak i desetogodišnjih) finansijskih ili drugih privrednih planova. Studijski i istražni radovi, projektovanja, određivanje perspektivne strukture (hidro : termo) proizvodnje, eventualna pojava nuklearne energije kao konkurentskog oblika svim ostalim konvencionalnim oblicima energije, i na kraju pojačana potražnja, izaziva potrebu izgradnje velikih izvora energije (tipa *HE Đerdap* na Dunavu od 1700—2500 MW s godišnjom proizvodnjom od oko 10 do 13 milijardi kWh ili hidroelektrane u SSSR-u i to: *Jenisej* od 24000 MW s godišnjom proizvodnjom od 110 milijardi kWh; *Angara* od 14660 MW s godišnjom proizvodnjom od oko 60 milijardi kWh; *Ob* od 11850 MW s godišnjom proizvodnjom od oko 50 milijardi kWh itd.), nameće potrebu sagledavanja obima investicija i ekonomike u energetici za jedan mnogo duži period u odnosu na dosadašnju praksu.

Stalni porast potrošnje električne energije, a naročito obim perspektivnih godišnjih potreba, stvara ozbiljne probleme finansiranja, koji po svom obimu predstavljaju težak teret našem, i onako skromnom, nacionalnom dohotku. Ako se ovom faktoru podmirenja perspektivnih potreba doda i faktor ekonomike, tj. ekonomičnost korištenja raspoloživog hidro i termo potencijala u zemlji s gledišta maksimalnog jugoslavenskog rentabiliteta, tada nije teško izvući zaključak da se sa kratkoročnim planiranjem i investiranjem na dve, tri, četiri, pet itd. godina ne može obezbediti ekonomično korišćenje i najbolji izbor elektroenergetskh kapaciteta. Zbog toga se finansiranje investicija u energetici mora uskladiti sa planovima za duži period do oko 20 godina. Do ovog zaključka dolazi se kroz sagledavanje realnog obima budućih potreba u električnoj energiji.

Prema jednoj oceni Instituta za ekonomiku industrije, godišnji porast potrošnje u dosadašnjem i perspektivnom periodu iznosi:

	Godina	Godišnji porast u %
	1951/1955.	14,5
	1956/1962.	16,3
	1951/1962.	16,1
plan	1961/1965.	14,7
plan	1966/1970.	12,1
plan	1961/1970.	13,5
procena	1971/1975.	11,0
procena	1976/1980.	9,0
procena	1971/1980.	10,0

Primenom gornjih, da kažemo realnih godišnjih stopa potrošnje električne energije, obim ukupnih (bruto) perspektivnih potreba iznosiće:

Godina	GWh	Godina	GWh
1963.	13.373	1972.	39.200
1964.	15.109	1973.	43.500
1965.	17.944	1974.	48.300
1966.	20.199	1975.	53.600
1967.	22.854	1976.	58.500
1968.	25.104	1977.	63.700
1969.	27.744	1978.	69.400
1970.	31.740	1979.	75.500
1971.	35.300	1980.	82.300

Gornji pregled pokazuje, da počev od 1965. godine pa nadalje, godišnji porast potrošnje iznosi preko 2 milijarde kWh i penje se na oko 7 milijardi kWh u 1980. godini. Ovakav porast potrošnje može se ekonomično podmiriti jedino izgradnjom većih proizvodnih jedinica hidro- i termoelektrana i daljom izgradnjom superponirane prenosne mreže. Ovo nameće potrebu finansiranja daljeg, još preciznijeg, istraživačkog i projektantskog rada, kao izbora novih izvora energije s gledišta najpovoljnije strukture i obima investicija i troškova proizvodnje kao osnovnih faktora ekonomike.

Za naša dalja, čisto finansijska, istraživanja ove problematike, vredno je sagledati orijentacione strukturne karakteristike bilansa energije počev od 1971. do 1980 godine[1]. Ovo se vidi iz sledećeg pregleda:

Naziv	Godine		
	1971.	1975.	1980.
1. Ukupna potrošnja kWh	35.300	53.600	82.300
2. Bez izvoza, ind. termoelektrana i sopstvene potrošnje	31.680	48.720	73.700
3 Srednje sušne godine (redukcije velikih potrošača)	30.830	47.500	71.880
4. Proizvodnja HE (postojećih i u izgradnji)	10.184	10.184	10.184
5. Proizvodnja TE (postojećih i u izgradnji)	6.452	6.452	6.452
6. Proizvodnja (4+5)	16.636	16.636	16.636
7. Bilans (6—3)	14.194	30.864	55.244
8. Nove HE i TE	7.145	7.145	7.145
9. Bilans (7—8)	—7.049	—23.719	—48.099

Gornji podaci pokazuju, da će naša finansijska operativa morati obezbediti finansiranje novih 7,0 milijardi kWh za potrebe u 1971. godini, 23.7 milijardi kWh za potrebe u 1975. godini i 48 milijardi kWh kao orijentacione potrebe u 1980. godini.

Ekonomičan izbor elektrana i prenosne mreže za perspektivni period od 7, 12 i 18 godina, može se izvršiti jedino na podlozi smišljenog i unapred podešenog sistema finansiranja svih vrsta studijskog, istraživačkog i projektantskog rada, kao i radova na svim objektima čija izgradnja traje od 5 do 10 godina. *Mi ne smemo čekati i gubiti vreme, da bi na taj način došli u položaj da biramo isključivo objekte čija izgradnja traje ispod 4 godine* (slučaj dosadašnje prakse pri izboru objekata iz 1963. godine za podmirenje potreba u 1967. i 1968. godini).

Za naša dalja finansijsko-ekonomska uopštavanja i sagledavanja perspektivne problematike ili vizije finansiranja investicija elektroprivrede, vredno je sagledati energetsko-ekonomsku vrednost raspoloživog hidropotencijala od 66,0 milijardi kWh. Primenom metode za izbor hidroelektrana od prof. dr Požara, kao i metodologije rekuperacije kapitala (izdanje Akademije nauka SSSR), ekonomsko-energetska vrednost raspoloživog hidropotencijala u odnosu na konvencionalne izvore termoenergije vidi se iz sledećeg pregleda:

	TWH/god	Struktura %
1. Raspoloživi hidroenergetski potencijal	66,0	100
2. Izgrađeno do 31. XII 1962. godine	6,8	10,4
3. Hidroelektrane u izgradnji uključivo i HE Đerdap	10,2	15,5
4. Ostatak 1 — (2+3)	49,0	74,1
U tome je:		
Moguća proizvodnja budućih HE prema stepenu rentabilnosti u odnosu na termoenergiju		
5. Period rekuperacije kapitala ispod 10 godina, ili stopa akumulacije iznad 10 %	20,5	31,1
6. Period rekuperacije od 10 do 15 godina ili stopa akumulacije od 7 do 10 %	9,1	13,8
7. Period rekuperacije od 15 do 20 godina ili stopa akumulacije od 5 do 7 %	2,3	3,4
8. Period rekuperacije preko 20 godina, ili stopa akumulacije ispod 5 %	5,2	7,8
9. Izvan projekata	11,9	18,0
Još neizgrađeni hidroenergetski potencijal	49,0	74,1

Potencijalne rezerve uglja prema podacima za geološka i geofizička ispitivanja na području SFRJ iznose:

Republika	U 10^6 tona			
	Kameni	Mrki	Lignit	Ukupno
1. Srbija	285	500	17.322	18.107
2. Hrvatska	56	21	103	180
3. Slovenija	8	840	884	1.732
4. B i H	15	1.220	4.381	5.616
5. Makedonija	—	—	179	179
6. Crna Gora	—	151	144	295
Ukupno SFRJ	364	1.732	23.732	26.109

Podesno gorivo za termoelektrane predstavlja, uglavnom, lignit koji se nalazi u sledećim bazenima i to:

	Rezerve lignita
1. Kosovski bazen	6.500 . 10^6
2. Kolubarski bazen	926 . 10^6
3. Kostolački bazen	1.472 . 10^6
4. Posavsko-tamnavski bazen	2.000 . 10^6
5. Metohijski bazen	5.000 . 10^6
6. Kreka Banović bazen	2.591 . 10^6
7. Plevaljski bazen	120 . 10^6
8. Gatački bazen	180 . 10^6
9. Duvanjski bazen	260 . 10^6
10. Livanjski bazen	550 . 10^6

Pod pretpostavkom da se za svaki kWh električne energije utroši oko 2 kg uglja, kao i da se iskoriste sve napred iznete količine (A, B, C, re-

[1] *Elektroprivreda u energetici SFRJ.* Institut za ekonomiku industrije, 1963. godine.

zerve) obim proizvodnje električne energije iz gornjih rezervi može iznositi oko 10 hiljada milijardi kWh termoenergije.

Iznete rezerve u hidro- i termo-potencijalu kao i njihova ekonomičnost omogućuju našoj privredi dalji izbor pogodne strukture proizvodnje (s gledišta našeg nacionalnog dohotka) i najniži obim budućih investicija. Institut za elektroprivredu iz Zagreba u saradnji sa postojećim projektantskim organizacijama trebao bi u što kraćem vremenu da razradi studiju najbolje moguće perspektivne strukture proizvodnje sa dinamikom i strukturom investicija, kao redosled izgradnje za period do 1980. godine. Ovom studijom trebalo bi obuhvatiti i prognozu (viziju) buduće proizvodnje iz nuklearnih elektrana.

Poseban ekonomsko-finansijski problem predstavlja mogućnost inostranog finansiranja naših izvora energije za izvoz. Dosadašnji pregovori sa Mađarskom, kao i prethodne studije elektroenergetskog povezivanja s južnom Italijom, pokazuju da naše susedne zemlje, naročito južna Italija i Mađarska, mogu naći svoj vlastiti interes da na našoj teritoriji svaka od ovih zemalja finansira izvore energije do 1.000 MW i godišnju proizvodnju od oko 6 milijardi kWh. Isto tako, proširenje postojećih elektroenergetskih veza u pravcu povećanja izvoza slučajnih viškova a naročito razmene električne energije, mogle bi na sektoru finansiranja investicija učiniti gromne uštede u novim investicijama, kako u našem tako i u susednim energetskim sistemima. Pod realnom pretpostavkom da će nuklearna energija, nakon sniženja specifičnih investicija i troškova proizvodnje, postati u toku 20 idućih godina ozbiljan konkurent energiji iz konvencionalnih izvora, postavlja se pitanje što brže izgradnje našeg raspoloživog hidro i termo potencijala. Svako čekanje i neko »preterano čuvanje« raspoloživog energetskog potencijala »za naše domaće potrebe« umrtvljuje potrebnu inicijativu u pravcu pronalaženja stranih investicija i orijentacije na veći izvoz bilo garantovane električne energije, viškova energije ili povećane razmene sa susednim zemljama.

Mi smo svedoci sve većeg povezivanja elektroenergetskih sistema zapadnih zemalja s jedne i istočnoevropskih zemalja s druge strane. Međusobna i zajednička finansiranja na sektoru energetike postala su stalna praksa. I pored izvesnih uspeha na ovom sektoru finansiranja (naročito sa Rumunijom) mi ni izdaleka nismo iscrpeli sve raspoložive mogućnosti aktiviranja inostranih investicija u naše izvore energije.

Procene perspektivnog obima investicija

Obim investicija do 1970. godine sagledan je uglavnom, sa više ili manje tačnosti, kroz postojeće elektroenergetske bilanse, kao i materijale sedmogodišnjeg plana. U okviru ovog referata čini se pokušaj određivanja jedne procene budućeg obima investicija za ocenjene potrebe električne energije u periodu od 1971. do 1980. godine[1].

Iz prethodnih izlaganja vide se manjkovi energije i to: 7.049 GWh u 1971., 23.719 GWh u 1975. i 48.099 GWh u 1980. godini.

Na bazi prikazanog raspoloživog hidro i termoenergetskog potencijala, gornja proizvodnja može se dobiti kroz kombinovano finansiranje hidro- i termo-elektrana, polazeći od najekonomičnijih ka manje ekonomičnim hidroelektranama, kao i izgradnjom tipskih termoelektrana od 1000 MW s godišnjom proizvodnjom od oko 6.000 GWh na generatoru uz sopstvenu potrošnju od 8 % i cenu na pragu elektrane od 4,07 Din/kWh. Kao podloga za tipsku termoelektranu služio mi je za ovu analizu investicioni program TE Obrenovac kao i površinski kop ugljenokopa Belačevac—Grabovac. Osim investicija za termoelektranu, u račun su uzete i investicije za otvaranje rudnika. Kombinacijom hidro i termoelektrana (koje daju isti kvalitet i obim električne energije), perspektivni obim investicija sagledan je u u dve moguće varjante:

I varijanta: obuhvata oko 100 ekonomičnih i neekonomičnih hidroelektrana (projektantski podaci) sa prosečnom cenom na pragu elektrana od 3,10 Din/kWh za maksimalno moguće učešće hidroenergije. Po ovoj varijanti struktura proizvodnje izvora energije tokom 1980. godine bila bi:

48 % termoenergije, i
52 % hidroenergije.

Tokom 1970. godine odnos TE: HE iznosiće 45 % : 55 %.

II varijanta: obuhvata 22 ekonomične hidroelektrane (sa periodom rekuperacije kapitala ispod 10 godina) i sa cenom od 2,20 Din/kWh i odgovarajuće tipske termoelektrane sa cenom od 4,07 Din/kWh. Struktura proizvodnje tokom 1980. godine bila bi:

75 % termoenergije, i
25 % hidroenergije.

Upoređenje obima investicija i troškova daje ove veličine:

Naziv	Obim investicija Din 10^9	Godišnji troškovi Din 10^9	Cena energije na pragu elektrana Din/kWh
I varijanta	1.903	173	3,58
II varijanta	1.261	178	3,70

Ekonomsko poređenje gornjih varijanti istog energetskog efekta, možemo izvršiti sledećom relacijom:

$$Z_1 + \frac{1}{T_n} K_1 \qquad Z_2 + \frac{1}{T_n} K_2$$

[1] *Elektroprivreda u energetici SFRJ*, Institut za ekonomiku industrije, oktobar 1963.

gde je: T_n normirano vreme rekuperacije (8 godina), a Z_1 i K_1, zatim Z_2 i K_2 su troškovi i kapital iz prve i druge varijante.

$$Z_1 = 173 + 0{,}125 \cdot 1.903 = 410 \cdot 10^9$$

$$Z_2 = 178 + 0{,}125 \cdot 1.261 = 336 \cdot 10^9$$

$$T_n = \frac{1903 - 1261}{178 + 25 - 173} = \frac{642}{30} = 21 \textit{ godina}$$

Iznos od 25 milijardi dinara u imenitelju, predstavlja uštedu goriva za oko 14.189 GWh po ceni od 1,80 Din/kWh za troškove goriva tipskih termoelektrana između prve i druge varijante.

Orijentacioni pokazatelji upućuju na zaključak, da je dobijeni period rekuperacije kapitala od 21 godine daleko iznad normiranog (8 godina) te da druga varijanta (Z_2) predstavlja bolje finansijsko rešenje. Ovo ujedno pokazuje, da bi se naše buduće finansiranje investicija u elektroprivredi trebalo sve više orijentisati na termo izvore energije.

Pod pretpostavkom orijentacije na investicije od 1971. do 1980. godine po drugoj varijanti, perspektivna struktura i orijentacioni obim proizvodnje izgledali bi ovako:

Godina	Obim proizvodnje GWh			Struktura u %		
	Hidro	Termo	Ukupno	HE	TE	Ukupno
1962.	6.885	4.427	11.312	61	39	100
1963.	8.200	9.800	18.000	45	55	100
1970.	17.457	14.283	31.740	55	45	100
1975.	26.627	28.611	55.238	48	52	100
1980.	27.565	52.252	79.817	25	75	100

Obezbeđenje perspektivne proizvodnje po iznetoj drugoj varijanti odnosi se na oko 22 nove hidroelektrane sa godišnjom proizvodnjom od 10 milijardi kWh i na 7 tipskih termoelektrana sa godišnjom proizvodnjom od oko 38 milijardi kWh.

Cilj ovog orijentacionog prikazivanja obima investicija (za potrebe u električnoj energiji od 1971. do 1980. godine) nije da već sada utiče na orijentaciju u pravcu finansiranja hidro i termoizvora energije. Naprotiv, cilj ovog prikazivanja je da se elektroprivredne organizacije, a naročito elektroprivredne zajednice i ZJE, udružena preduzeća i Institut za elektroprivredu, orijentišu na dugoročno finansiranje i na dugoročan izbor izvora energije i prenosne mreže. Jer, ukoliko se što brže odredi, sagleda i izvrši budući izbor izvora energije i prenosne mreže, utoliko će elektroprivreda obezbediti niži budući obim investicija, niže buduće troškove proizvodnje i povećani dohodak svih elektroprivrednih organizacija. Utrošena sredstva za studije ove vrste neće biti nikad izgubljena.

Mogući metodi inostranog finansiranja

Inostrano finansiranje bilo je, naročito posle drugog svetskog rata, od velikog značaja za razvoj nacionalnih ekonomija, a osobito za razvoj privredno nerazvijenih područja. U zavisnosti od političkih i privrednih prilika, menjali su se i pravci i forme međunarodnog kretanja kapitala. Skoro u svim zemljama Evrope i Amerike plasiranje privatnog kapitala u vidu direktnih elektroprivrednih investicija sve je ređe, pa se iz ovih razloga ogromna investiciona sredstva za elektroprivredu pronalaze preko raznih udruženih bankarskih koncerna ili direktnim investiranjem iz državne akumulacije namenjene za javne radove. Ipak jedan deo privatnog američkog kapitala investiran je u elektroprivede pojedinih evropskih i vanevropskih zemalja zahvaljujući visokoj i sigurnoj profitnoj stopi kao i korišćenju američkog zakona o ekonomskoj saradnji iz 1948. godine (Economic Cooperation Act.). Ovaj Zakon predstavljao je okvirni zakon Maršalovog plana po kome je omogućeno američkim građanima da svoje kapitale u inostranstvu mogu osigurati protiv rizika, koji mogu nastati usled nacionalizacija, pobune, nereda, obustave transfera itd.

Međunarodno javno finansiranje predstavlja sve do sada najefikasniji sistem finansiranja i ekonomske pomoći nerazvijenim zemljama. Međunarodna banka za obnovu i razvoj, kao i Međunarodni monetarni fond finansirali su do sada mnogobrojne energetske i javne objekte u privredno nerazvijenim zemljama Evrope, Azije i Afrike. Sem toga, pomenute bankarske institucije odobravale su pojedinim zemljama kratkoročne kredite u periodima kriza u platnom bilansu.

Sem međunarodnog javnog finansiranja, značajno finansiranje obavlja se preko ekonomske politike u okviru programa američke pomoći u vidu poklona a manjim delom u vidu zajmova (ECA-loans) u prvom periodu, i zajmova (Development Loan Fund) u drugom periodu. Ova pomoć je imala prvenstveno za cilj da postigne izvesne ciljeve američke spoljne politike, ali je imala i veliki značaj za razvoj evropske industrije.

Posle prestanka pomoći po Maršalovom planu, ekonomske i vojne pomoći objedinjene su u novom programu (The Mutual Security Program). Poslednjih godina po ovom programu odvija se velika ekonomska pomoć privredno nerazvijenim zemljama u cilju ubrzanja njihovog privrednog razvoja. Za posleratnu obnovu i razvoj privrede Zapadne Evrope, ovi su pokloni imali ogroman značaj.

Pomoć, koja je na osnovu navedenih programa davana pojedinim evropskim zemljama i u vidu liferovanja robe kapitalnih dobara i transportnih sredstava predstavljala je za zemlje korisnice praktično povećanje njihovih kapitala. Ovo zbog toga, jer je ova pomoć data pod uslovom da protuvrednost američke pomoći u novcu (Counterpart fondovi) zemlje korisnice mogu koristiti bilo da smanje javni dug (slučaj Velike Britanije) bilo da ponovo obnove i razviju industriju, ostvare javne radove, izgrade stanove i druge građevine (slučaj Nemačke, Francuske, Italije i drugih zemalja).

Preko raznih specijalizovanih ustanova za kreditiranje i investiranje, zemlje korisnice koristile

su kapitale sredstava kontrapart fondova ili su pak ova sredstva od istih zemalja investirana u akcije ili obligacije industrijskih društava. Ovaj način korišćenja američke pomoći, postao je poslednjih godina stalan izvor za dugoročno finansiranje privrednog razvoja zemalja korisnica. U pojedinim zemljama, ova pomoć postala je osnovni izvor kapitala, dok je u nekim ona imala značaj samo dopunskih investicija.

Normalizovanjem privrednih prilika posle drugog svetskog rata, postepeno se prelazi sa »sistema poklona« na sistem finansiranja putem zajmova. Na izvršenu još uvek samo delimičnu preorijentaciju, uticali su čisto privredni razvoji, jer je bilo potrebno sve više voditi računa o rentabilnosti investicija. Ovo zbog toga, što se međunarodne i nacionalne javne finansijske institucije sve više služe privatnim kapitalima. Kao što je poznato, ove ustanove počele su u sve većem obimu da mobilišu kapitale privatnih banaka u službu međunarodnog javnog finansiranja.

U zapadnim zemljama postoje sledeće glavne finansijske ustanove za dugoročno finansiranje privrednog razvoja:

Međunarodna banka za obnovu i razvoj,
Međunarodna finansijska korporacija,
Međunarodno udruženje za razvoj (IDA)
Interregionalna američka banka,
Evropska investiciona banka.

Međunarodna banka za obnovu i razvoj kao i Export—Import banka, bave se isključivo finansiranjem određenih projekata tzv. vezani zajmovi, »Tied Loans«, koji se isključivo moraju upotrebiti za nabavku investicionih dobara u inostranstvu, a ne i za pokriće lokalnih izdataka oko investicija.

Zajmovi, koje odobrava Export—Import banka, moraju se upotrebiti za nabavku investicionih i drugih dobara i to isključivo u Americi, dok se sredstva iz zajmova koje odobrava Međunarodna banka za obnovu i razvoj (iako se ovi zajmovi odobravaju u dolarima) mogu da koriste za nabavku opreme u ma kojoj zemlji.

Napred iznete forme međunarodnog finansiranja mogu korisno poslužiti kao opšta orijentacija u pravcu daljih analiza mogućeg inostranog finansiranja naše energetike. Sa izmenom prosečnog nivoa cena električne energije, koje bi odgovarale prosečnom paritetu cena električne energije u Francuskoj, Italiji ili Zapadnoj Nemačkoj, rentabilnost investiranog inostranog kapitala u naše hidro i termo izvore energije ne bi bilo teško dokazati.

I pored niske akumulativnosti naše elektroprivrede u odnosu na elektroprivrede u drugim zemljama, u iznete forme inostranog finansiranja mogu se (s gledišta ekonomičnosti) uklopiti naši budući hidro i termo izvori energije. Otuda bi dalje korišćenje inostranog finansiranja naše energetike ubrzalo njen dalji razvoj. Dalje, konkretnije studije mogućih inostranih kredita postaju više nego potrebne.

U svim našim dosadašnjim ekonomsko-finansijskim razmatranjima kao i u radu Revizione komisije pri ZJE, pitanja, kao: poreklo opreme, konvertibilnost inostranih valuta i njihov uticaj na platni bilans bila su zapostavljena. Zbog sve većeg i šireg budućeg uklapanja u međunarodnu podelu rada kako sa zapadnim tako i sa istočnoevropskim zemljama, budući finansijski aranžmani bilo sa zapadnim ili istočnoevropskim zemljama, moraju se studirati s jednog daleko šireg aspekta i opštih interesa naše nacionalne ekonomije kao celine.

I pored izvesnih uspeha u poslednjim godinama da se neki naši izvori energije (Kosovo, Trebišnica, Senj, B. Bašta) uključe u formu međunarodnog finansiranja, na ovom mestu valja istaći da sve mogućnosti kao i sve postojeće forme inostranog finansiranja nisu ni izdaleka iskorišćene.

Elektroprivreda kao celina ima elitan stručni kadar koji je u stanju da sagleda svu problematiku domaćeg i inostranog finansiranja energetike. Ali rasparčanost ili bolje rečeno organizaciona rascepkanost ovih kadrova, pomanjkanje osnovne inicijative organa koji usklađuju raspoloživa sredstva i potrebe sredstava postaje osnovna smetnja u sagledavanju iznete problematike.

Kampanjski rad po svim iznetim problemima ostao je osnovna slabost u poznavanju i rešavanju iznete problematike.

Zaključna razmatranja

U cilju daljeg unapređenja načina i formi finansiranja, bilo bi neophodno potrebno poduzeti sledeće:

I) Ojačati sopstvena novčana sredstva elektroprivrede za finansiranje proširene reprodukcije. Ovo se može postići kroz: a) veću mobilizaciju i racionalnije korišćenje postojećih amortizacionih i drugih slobodnih novčanih sredstava, i b) uvođenje doprinosa od 2 Din po predanom kWh distributivnim preduzećima i direktnim potrošačima, namenski, za investicije u elektrane i prenosnu mrežu. Nedostatak vlastitih sredstva elektroprivreda bi trebala da podmiri domaćim bankarskim kreditima pod normalnim uslovima kamata od oko 5 % i roka otplate najviše do 20 godina kao i inostranim zajmovima pod, uglavnom, istim uslovima kao i za domaće. Dosadašnju ulogu Jugoslavenske investicione banke kao i funkcije OIF-a (po pitanjima finansiranja elektroprivrede i izbora elektroenergetskih objekata) treba definitivno napustiti kao zastarele administrativne forme uplitanja i rešavanja ove problematike. Ekonomsko-financijski značaj ovog predloga sastoji se u sledećem:

1. Pozajmljeni i vlastiti dinar na sektoru investicija dobili bi istu vrednost. U dosadašnjoj praksi bilo je upravo obrnuto, jer data sredstva iz OIF-a smatrana su »poklonom« pa se iz ovih »poklonjenih sredstava« finansiralo mnoštvo građevinskih i lokalnih objekata koji nemaju neku

funkcionalnu vezu sa samim elektroenergetskim objektima;

2. Uvođenjem doprinosa od 2 Din/kWh (namenski za investicije u izvore energije i prenosnu mrežu), potrošači električne energije podnosili bi izvestan teret porasta potrošnje koju sami izazivaju i u razumnom odnosu bi učestvovali u obezbeđenju sredstava za izvore energije i prenosnu mrežu. Ovo bi sa svoje strane pozitivno delovalo na racionalniju potrošnju električne energije i uticalo na bolje usmeravanje potrošnje;

3. Pomenuti investicioni doprinos za oko 11 milijardi kWh prodaje u 1964. godini iznosio bi oko 22 milijarde dinara, što bi povećalo sadašnju prosečnu prodajnu cenu za oko 20 %,

4. Veća mobilizacija i racionalnije korišćenje finansijskog potencijala amortizacije može doneti za proširenu reprodukciju (proizvodnih i prenosnih preduzeća) u idućim godinama iznos od oko 10 milijardi dinara godišnje;

5. Veća mobilizacija ostalih sredstava, koja se formiraju iz dohotka za potrebe investicija (razni fondovi) mogu u idućim godinama iznositi oko 3 do 5 milijardi dinara.

Na izneti način, stvarno buduće učešće elektroprivrede u budućem godišnjem obimu investicija (od oko 80 milijardi) dinara iznosilo bi oko 40 milijardi dinara ili oko 50 %, što bi u znatnoj meri uticalo na povećanje vlastitih interesa elektroprivrede za jeftinijom i bržom izgradnjom. Ostalih 50 % nedostajućih sredstava trebalo bi obezbediti kroz bankarsko (domaće i inostrano) finansiranje na bazi računa rentabilnosti, koji se primenjuje za ostale bazične grane industrije.

II) Povećana koncentracija raspoloživih finansijskih sredstava za finansiranje proširene reprodukcije od oko 40 milijardi dinara može se integrisati na nivou republičkih elektroprivrednih zajednica ili budućih republičkih proizvodno-prenosnih preduzeća, ili pak, u okviru Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

Ukoliko se iz bilo kojih razloga ne može računati na stvarna integraciona kretanja elektroprivrede, racionalno korišćenje raspoloživih finansijskih sredstava od strane republičkih preduzeća (ili zajednica) u iznosu od oko 40 milijardi dinara godišnje, moglo bi se bar donekle obezbediti kroz:

1. Usvajanje jedne jedinstvene metodologije za finansiranje i izbor elektrana iznad 10 MW i prenesene mreže od 110 i 220 kV. Ova metodologija bi trebala imati snagu zakona;

2. Korišćenje tekuće amortizacije za popravke ili rekonstrukcije kod postrojenja u eksploataciji također bi trebalo vršiti na temelju jedne jedinstvene metodologije, koja bi imala snagu zakonskih propisa, s tim, da ostanu i nadalje postojeći propisi koji zabranjuju upotrebu sredstava amortizacije u druge grane izvan elektroprivrede;

3. Primenom jedinstvene metodologije za izbor novih elektrana i prenosne mreže, kao i sagledavanjem perspektivnih potreba u energiji tokom 1964. i 1965. godine, trebalo bi na bazi postojećih projektantskih podataka izvršiti definitivni izbor i redosled izgradnje novih izvora energije i odgovarajuće prenosne mreže sve do 1980. godine;

4. Na temelju izbora i redosleda izgradnje kao i energetskog bilansa iz prethodnog stava, pojedina republička preduzeća ili zajednice, koje su s gledišta opšteg jugoslavenskog rentabiliteta orijentisane na snabdevanje sa električnom energijom sa područja drugih republičkih preduzeća, ili zajednica morala bi sklopiti odgovarajuće dugoročne ugovore o ceni i investicionoj saradnji tj., ugovor o izgradnji i isporuci potrebne snage i energije na teritoriji drugih republičkih preduzeća. Ovakvi ekonomski i investicioni aranžmani poznati su u odnosima između elektroprivrednih preduzeća, koja imaju odgovarajuće koncesije na jednom području (primer Zapadna Nemačka i Švajcarska) ili između elektroprivrednih preduzeća iz dve države (slučaj Austrija — Nemačka).

Usvajanjem iznetih principa iz tačaka 1, 2, 3 i 4 prethodnog izlaganja, republička preduzeća ili zajednice kao i Zajednica jugoslavenske elektroprivrede bile bi stvarne privredne organizacije. Kao najteži problem u ovakvim odnosima ostaje da se reši nekoliko pitanja u fazi eksploatacije postrojenja i to:

a) Uloga i zadaci Savezne dispečerske službe, koja mora da osigura: ekonomičan redosled rada termoelektrana, korišćenje protočnih i akumulacionih elektrana koje imaju opšte jugoslavenski karakter i izvršenje redukcija u kritičnim elektroenergetskim prilikama;

b) Izvoz, uvoz i razmenu električne energije. Računa se da će samo viškovi energije tokom 1965—1970. godine iznositi oko 1,5 milijardi kWh godišnje; i

c) Usmeravanje tekućih remonata, godišnjih bilansa, perspektivnih planova, studija i istraživanja, kao i uklapanje elektroprivrede kao celine u tekući i perspektivni društveni plan razvoja cele privrede.

Kroz realno sagledavanje gornjih pitanja i problema pod tačkom a, b, c, kao i težine i važnosti istih, nije teško izvući zaključak, da su dalja integraciona kretanja u našoj elektroprivredi izvan granica republika, odnosno republičkih preduzeća, neophodna.

Rešavanje iznetih zajedničkih problema na sektoru finansiranja investicija i na sektoru tekuće eksploatacije postrojenja moguće je jedino kroz postojanje Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, na koju bi republička ili bilo koja regionalna preduzeća, prenela onaj deo »tzv. zajedničkih poslova« koje republička preduzeća ili zajednice ne mogu same obavljati.

Problematika finansiranja investicija u elektroprivredi vezana je prema tome za podelu rada, kao i za određeni stepen tehnike i tehnologije u ovoj privrednoj grani. U onoj meri u kojoj želimo napredovati u daljem tehničkom i tehnološkom razvoju, u tolikoj meri moramo unaprediti i naše forme finansiranja i opštu koncentraciju sredstava za dalji razvoj.

EKONOMSKA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE SA ASPEKTA OBEZBEĐENJA SREDSTAVA ZA PROŠIRENU REPRODUKCIJU I ODSTUPANJE OVE CENE OD SADAŠNJE TARIFE

Milan Đurić, Beograd

Autor raspravlja pitanje nivoa cijene električne energije s općeg stanovišta teorije cijene i sa stanovišta potrebnih sredstava za ekonomski suvremenu reprodukciju elektroprivrede u rastu i razvoju.

DK 338.532 : 621.311

1. Uvodna razmatranja

Nivo cene električne energije kao i nivo cena nekih drugih proizvoda i usluga u socijalističkoj privredi podležu društvenom regulisanju. Stepen društvenog regulisanja cena pojedinih proizvoda i usluga zavisi od raznih društveno-ekonomskih faktora.

Privredna historija unazad nekoliko decenija pokazuje, da je električna energija revolucionirala razvoj proizvodnih snaga. Raznovrsne mogućnosti primene električne energije počev od korišćenja za osvetlenje i pokretanje snage motora i strojeva radilica, pa do upotrebe u toplotne i druge svrhe, dale su električnoj energiji takav poseban značaj, da je postala jedan od neophodnih uslova za egzistenciju ljudi i za obavljanje privrednih procesa. Sa tog aspekta nije teško utvrditi funkcionalnu zavisnost između razvoja privrede i životnog standarda ljudi, kao i nacionalnog dohotka sa jedne i potrošnje električne energije s druge strane. Radi ove zavisnosti između razvoja privrede (posebno industrije) i elektroprivrede, društvena zajednica reguliše svojim propisima organizaciju, ekonomsko i tehničko poslovanje elektroprivrede. U sklopu tih propisa značajno mesto zauzimaju propisi u vezi prodajnih cena električne energije i opštih dobavnih uslova. Potrebu za društvenim regulisanjem cena električne energije uzrokuje i specifičnost električne energije kao robe, kao i specifičnost njenog tržišta. Nije suvišno istaći da su proizvodnja i potrošnja električne energije jednovremeni, te da tu karakteristiku ne poseduju proizvodi ostale industrije. Može se reći da jednovremenost proizvodnje i potrošnje električne energije uslovljava i jedinstvo tehnološkog procesa od generatora, kao izvora električne energije, do električnih trošila, kao njenih krajnjih potrošača. Da bi se obezbedio simultani proces proizvodnje i potrošnje električne energije, nužno je postojanje prenosne i razvodne mreže kao organa koji zavisno od želja i potreba potrošača posebnim procesom dorade (promene napona) finaliziraju ovaj proizvod. Obzirom na to da se konzumne potrebe u energiji nalaze permanentno u živoj dinamici i da se menjaju svakoga trenutka odnosno sata, dana, meseca i godine, to je i sistem prenosne i razvodne mreže građen sa zadatkom da obezbedi što potpunije snadbevanje potrošača električnom energijom. Elektroenergetski sistem kao viši stepen razvoja elektroprivrede, ne omogućuje ponudu energije iz pojedinačnih elektrana, odnosno potrošači ne mogu odabirati najpovoljniji izvor električne energije. S tim u vezi moglo bi se dovesti u pitanje i delovanje zakona ponude i potražnje, kao i drugih ekonomskih zakona na tržištu električne energije, a samim tim i pitanje uticaja ovih zakona na formiranje cene električne energije. Međutim, treba istaći da pojedini ekonomski zakoni, a među njima i sam zakon vrednosti, ipak deluju na formiranje cena električne energije. Veoma često se cena električne energije uslovno izražava kroz ekvivalenat cena drugih oblika energije, a i nekih proizvoda izvan energetike, jer se na električnu energiju protežu zakonitosti tržišta ovih proizvoda. Sve ovo ukazuje da se analizi cene električne energije ne može prići uobičajenim metodama, već se moraju uvažiti i izložene specifičnosti njene proizvodnje.

2. Neka pitanja teorije cena električne energije

Imajući u vidu specifičnost električne energije kao robe i posebnost njenog tržišta, te društveno regulisanje njene cene čime ona postaje i ekonomski regulator celokupnog procesa proizvodnje

---

Rešavanjem celokupne iznete problematike sve više u okviru udružene elektroprivrede, a sve manje kroz administrativno uplitanje srezova, republika ili drugih administrativnih organa federacije, finansiranje investicija u elektroprivredi dobiće time svoju punu privrednu efikasnost i rentabilnost.

Literatura

1. *Elektroprivreda u energetici SFRJ.* Institut za ekonomiku industrije, Beograd, septembar 1963.
2. *Elektroenergetsko povezivanje južnih područja Jugoslavije i Italije.* Institut za ekonomiku industrije, novembra 1963.
3. K. Schneider, *Wirtschaftliche Kriterien der Wahl der Investitionen, allgemein gesehen, unter volkswirtschaftlichem und betribswirtschaftlichem Aspekt.* Universität Köln 1960.
4. H. Požar, *Metoda za određivanje redoslijeda izgradnje elektrana.* Institut za elektroprivredu, Zagreb.
5. *Tipovaja metodika.* Akademija nauka SSSR-a, 1960.

Naslov pisca: Nedeljko Komnenić, dipl. ec., Institut za ekonomiku industrije, Beograd

Ova je rasprava iznesena na IV Savjetovanju ekonomista elektroprivrede Jugoslavije u Sarajevu u januaru 1964.

i usmerivač tokova tražnje na tržištu, mogao bi se steći utisak da cena električne energije ne podleže dejstvu ekonomskih zakona, pa samim tim ona poprima vanekonomska obeležja. Međutim iako cena električne energije u gotovo svim društveno-ekonomskim sistemima ima skoro isti tretman i na skoro identičan način se regulira njen nivo, ona ipak ostaje ekonomska kategorija bar na onim područjima primene gde se pojavljuje kao faktor obezbeđenja racionalne potrošnje električne energije i optimalnog korišćenja izvora energije.

Društveno regulirane cene imaju i svoju funkciju. S tim u vezi bi i cena električne energije trebala u prvom redu da obezbedi optimalnu alokaciju izvora energije, odnosno trebala bi omogućiti da se privredna bogatstva i energetski potencijal koriste pod ekonomski optimalnim uslovima. Za ocenu optimalnog korišćenja prirodnih izvora energije služi kalkulacija cene. Budući da cena nije ništa drugo do supstrakt opredmećenog i prenetog živog rada, to se i kod racionalne kalkulacije cene pojavljuje pitanje koje su to veličine koje određuju njenu optimalnu vrednost. Prema Marksu, cena robe u kapitalističkoj privredi predstavlja supstrakt vrednosti angažovanog kapitala, radne snage i viška rada i ona je izražena poznatom formulom $P = C + V + M$. Vrednost prenetog konstantnog i varijabilnog kapitala na robu Marks naziva cenom koštanja[1], te se obrazac za robnu vrednost može označiti sa $P = K + M$ ili robna vrednost = cena koštanja + + višak vrednosti. Poznato je da je za poduzetnika — kapitalistu — osnovni cilj da kroz obrt kapitala ostvari što veći obim viška vrednosti, tj. sredstva koja će kapitalist, kao njihov vlasnik u najvećem delu staviti u službu proširenog obrta kapitala. Za docnija razmatranja nekih pitanja treba istaći, da Marks u analizi funkcije kapitala kao sredstva za prisvajanje tuđeg neplaćenog rada i cene robe kao supstrakta kapitala uloženog u sredstva rada, predmete rada i radnu snagu uvodi kategoriju stope viška vrednosti kao stope odnosa mase viška vrednosti prema promenljivom kapitalu (kod čega se može podrazumevati uglavnom radna snaga, odnosno suma isplaćenih najamnina) i profitnu stopu kao odnos mase viška vrednosti prema celokupnom kapitalu uloženom u sferi proizvodnje[2]

Socijalistička privreda oslobođena je kapitalističkih uslova proizvodnje (jer je eksproprijacijom eksproprijatora izvršeno usklađivanje karaktera vlasništva nad sredstvima rada sa karakterom rada) i njen sistem kalkulacije i formiranja cena u znatnoj meri odudaraju od kapitalističkog sistema formiranja cena. U socijalističkoj privredi plan postaje regulator skladnog razvitka proizvodnih snaga. Samim tim, ekonomska politika dobija jedno od snažnih oruđa za ostvarenje svojih ciljeva. Cena je jedan od osnovnih instrumenata ekonomskog mehanizma u planskom usmeravanju razvitka proizvodnih snaga. Za razliku od kapitalističkog sistema formiranja cena, u socijalističkoj privredi, cena, osim što regulira odnos ponude i tražnje, obavlja i određene političko-ekonomske zadatke. Iz tih razloga imamo pojavu da se cene izvesnih grupa proizvoda i usluga formiraju, posredstvom društveno-ekonomskih institucija, pod uticajem dejstva vanekonomskih faktora. Ceo današnji sistem formiranja cena kod nas poprima obeležja tendence što većeg približavanja normativnom sistemu. Međutim, iako normativna teorija bazira na principu postizanja određenog ekonomskog optimuma i ekonomske uravnoteženosti, mi danas, usled nedovoljne elastičnosti prilagođavanja institucionalnog sistema, nismo u dovoljnoj mjeri efikasni da sprečimo odstupanja od tog principa. No i pored ovih slabosti, normativna teorija formiranja cena pokazala je stanovite prednosti. Stoga se pridružujemo mišljenju druga Horvata[1] da normativna teorija cena dobija puni smisao i primenu tek u socijalističkoj planskoj privredi gde se pretpostavlja da se društveno-ekonomske institucije nalaze pod svesnom kontrolom i da se mogu menjati u skladu sa rezultatima naučnih istraživanja.

Važeća struktura cena sastoji se iz sledećih elemenata:

1. Materijal za preradu ili izradu
2. Ostali materijalni troškovi
3. Investiciono održavanje
4. Amortizacija
5. Premije osiguranja
6. Kamati na poslovni fond
7. Kamati na kredite
8. Doprinosi i članarine iz grupe troškova poslovanja
9. Porez
10. Doprinos iz dohotka
11. Neto lični dohoci
12. Doprinos na lične dohotke
13. Fondovi

Elementi strukture cene od 1—8 sačinjavaju troškove poslovanja, a elementi od 10 do 13 dohodak. Međutim, mišljenja smo da bi bila pravilnija grupacija elemenata po formuli:

$$P = SP + LD + RF + PR + DS + DD$$

P — proizvod poduzeća
SP — naknada za utrošena sredstva u procesu proizvodnje
LD — neto lični dohoci
RF — rezervni fond
PR — sredstva namenjena za proširenu reprodukciju

[1] Karl Marks »Kapital« III tom, str. 4 izdanje Kultura 1948, Beograd
[2] Karl Marks »Kapital« III tom, str. 23, izdanje Kultura 1948, Beograd

[1] Dr. Branko Horvat, *O nekim pitanjima formiranja cena*, Borba januar 1963, diskusija povodom članka druga M. Todorovića, *O nekim pitanjima našeg društvenog plana.*

DS — sredstva za društveni standard i drugih opštih potreba (socijalna i zdravstvena zaštita, kultura itd.)

DD — doprinos državi za upravu, narodnu odbranu i sl.

Treba istaći da drug Mijalko Todorović[1] upotrebljava ovu formulu kao opštu formulu za raspodelu društvenog proizvoda. On iznosi da bi najopštija formula sa gledišta društvene organizacije proizvodnje odnosno agensa tog procesa bila:

$$P = P(p) + D(k) + D(r) \text{ i } D(f)$$

P(p) — deo proizvodnje koji ostaje preduzeću da ga njegov kolektiv raspoređuje

D(r) — doprinos komuni

D(k) — doprinos republici

D(f) — doprinos federaciji

Svaka grupacija sadrži niz podgrupa. Deo proizvoda koji ostaje preduzeću da ga njegov kolektiv raspoređuje sadrži elemente kao što je naknada za utrošena sredstva za proizvodnju, lični dohodak, rezervni fond, sredstva za proširenu reprodukciju, fond društvenog standarda i socijalne zdravstvene zaštite. Doprinosi komuni, republici i federaciji sadrže deo društvenih rezervi, sredstva akumulacije, sredstva za društveni standard i socijalno-zdravstvenu zaštitu, sredstva za državnu upravu, narodnu odbranu i sl.

Ako kroz prizmu napred iznetih formula raspodele društvenog proizvoda posmatramo strukturu cene električne energije naići ćemo u našoj konkretnoj primeni na određene teškoće. Ako analiziramo grupu novčanih izdataka upotrebljenih za naknadu utrošenih sredstava u procesu proizvodnje, onda bez sumnje u ovu grupu ulaze novčana sredstva utrošena za materijal za preradu i izradu, ostale materijalne izdatke, sredstva investicionog održavanja i deo amortizacije kao nadoknada za rabaćenje sredstava rada. Amortizacija, kao što je poznato, treba da služi za zamenu dotrajalih delova ili kompletnu zamenu postrojenja. Budući da se rabaćenje osnovnih sredstava nadoknađuje u jednakim vremenskim novčanim iznosima, a potrebe za zamenom sredstava se uglavnom pojavljuju sporadično, to se iz godine u godinu pojavljuje višak neangažovanih sredstava u amortizacionom fondu, koji se može korisno upotrebiti za financiranje proširene reprodukcije.

Premije osiguranja predstavljaju takvu vrstu rashoda, za koju je teško odrediti da li je pravilnije tretirati ih kao elemenat proste ili proširene reprodukcije. Ako premiju osiguranja posmatramo sa stanovišta namene dobija se utisak da ona ima funkciju obezbeđenja zamene za slučaj pojave više sile ili drugih faktora koji utiču na trajni ili delimični gubitak radne sposobnosti postrojenja. Dakle, ima isti karakter kao i onaj deo amortizacije koji se povremeno koristi za zamenu dotrajalih delova postrojenja. Međutim, metodologija za utvrđivanje nacionalnog dohotka Saveznog zavoda za statistiku tretira premije osiguranja kao elemenat društvene akumulacije, obzirom da se značajni deo ovih sredstava upotrebljava za proširenje delatnosti preventive i proširenu reprodukciju. Po našem mišljenju premije osiguranja elektroprivrednih objekata imaju više karakter proste nego proširene reprodukcije, obzirom da u poslednje vreme praksa pokazuje da se naknada štete u priličnoj meri poklapa sa godišnjim iznosom isplaćenih premija. Zaštitne mere od dejstva nepredviđenih uzroka, kao i razne druge preventivne mere za sada uglavnom finansira elektroprivreda.

Lični dohodak predstavlja veoma čistu kategoriju. Analiza veličine ličnih dohodaka s obzirom na njihovu realnost nije predmet naših razmatranja. Treba istaći međutim, da oni moraju obezbediti neophodne uslove života radnika elektroprivrede zaposlenih na veoma odgovornim i delikatnim poslovima. Tu su opasnost po život i odgovornost za kontinuirano snabdevanje potrošača privrede i standarda električnom energijom, što je razumljivo s obzirom na funkcije i zadatke elektroprivrede.

Centralno pitanje ove teme, a i jedno od ključnih pitanja cene je veličina njenog elementa za proširenu reprodukciju.

Što se tiče pitanja onog dela društvenih obaveza koje elektroprivreda, odnosno njeni kolektivi imaju prema društvenom standardu, socijalno-zdravstvenoj zaštiti, društvenim rezervama, izdržavanju državne uprave, službe bezbednosti, narodne odbrane i drugim društvenim institucijama, smatramo da su to značajna pitanja, ali nas prostor teme ograničava da ih detaljnije razmotrimo. Elektroprivreda danas ne doprinosi možda onoliko koliko bi trebalo, u odnosu na druge proizvodne grane, no to je učinjeno iz posebnog interesa društvene zajednice, da se cena električne energije drži na nižem nivou, kako bi se omogućilo određenim grupama potrošača da energiju kupuju po povlašćenim tarifama.

Prema tome, naša proučavanja usmerićemo samo na područje obezbeđenja potrebnih sredstava za vlastitu reprodukciju elektroprivrede, kako bi na taj način suzili okvire naših razmatranja.

Budući da elektroprivreda predstavlja jednu od temeljnih grana privrede od čijeg pravilnog funkcionisanja zavisi i razvoj privrede, društvena zajednica je zainteresovana, da u cilju ostvarenja planom predviđene proizvodnje i zadovoljenja lične potrošnje stanovništva, obezbedi i takav razvoj one grane koji bi najbolje odgovarao postavljenim zadacima. Dakle, pred elektroprivredu se postavlja zadatak da uskladi svoj trend razvoja sa razvojem delatnosti celokupne privrede, a u prvom redu sa razvojem industrije. Ovo praktično znači da je elektroprivreda dužna da uskladi izgradnju svojih kapaciteta proizvodnje, prenosa

[1] Mijalko Todorović, *O nekim pitanjima našeg privrednog sistema*, Borba, decembar 1962. godine.

i distribucije sa potrebama energetskog tržišta. Elektroprivreda nastoji u svojim svakodnevnim naporima da svoje kapacitete optimalno proširuje i razvija. Rezultati dosadašnjih napora oko usklađivanja rasta elektroenergetskih kapaciteta sa rastom energetskih kapaciteta potrošača, odnosno sa porastom tražnje električne energije, pokazali su, da je do sada bilo uglavnom neznatnih šteta, usled ove neusklađenosti, i da su one posledica nepovoljnih okolnosti (zavođenje redukcija potrošnje usled dejstva suše i sl.). Isto tako, i prelivi neiskorišćene hidroenergije pojavljivali su se u vreme izuzetno povoljnih dotoka vode, kao posledica uskih grla u prenosu, ili nemogućnosti plasmana energije na tržištu. Ovi nisu prelazili 2—3 % ukupnog konzuma električne energije.

Godišnja stopa rasta elektroprivrede objektivno je data konkretnim potrebama potrošača električne energije. Uostalom, smatramo, da elektroprivreda nije jedna delatnost čija stopa rasta je unapred određena i poznata. Tako npr. u svojoj diskusiji na temu »Aktuelni problemi privrednog razvoja i privrednog sistema Jugoslavije«, održanoj prilikom savetovanja jugoslavenskih ekonomista u Zagrebu, januara 1963. godine, drug Bakarić ističe da je stopa rasta privrede objektivno data[1]. Ukoliko se može govoriti o objektivno datoj stopi privrednog rasta, tim pre mislimo da nema razloga osporavati tezu da je moguće unapred odrediti stopu rasta potreba za električnom energijom. Prema tome, stopa proširene reprodukcije elektroprivrede može se objektivno utvrditi i nema posebnih razloga za bojazan od pojave pod- ili predimenzioniranja razvoja elektroenergetskih kapaciteta, a samim tim ni potrebe za posebnim merama koje bi ograničavale postojeću samostalnost ove grane u izradi svojih perspektivnih planova razvoja. U vezi s time možda nije suvišno reći da se potreba za intervencijom društva i državnih organa u pogledu poslovanja i vođenja politike perspektivnog razvoja najmanje oseća kod ove industrijske grane i da postoje ozbiljni razlozi koji ukazuju na potrebu razmatranja daljeg preduzimanja mera koje bi vodile ka sužavanju i oduzimanju izvesnih funkcija državnih organa na području elektroprivrede. Samoupravni organi u ovoj privrednoj grani pokazali su kroz dosadašnju praksu punu zrelost za samostalno vođenje politike razvoja i elastično prilagođavanje poslovanja konkretnim objektivnim uslovima.

Na temelju izloženog može se zaključiti da budući da su rastuće potrebe u električnoj energiji objektivno date i utvrđene, i obično se izražavaju u određenom postotku geometrijske progresije, ili trenda neke statističke krive, to se na isti način, adekvatno tome, mogu utvrditi potrebe novčanih sredstava za proširenu reprodukciju. Posebno je pitanje kojim iznosom od objektivno utvrđenih potreba za investicionim sredstvima bi trebala da bude opterećena cena električne energije, odnosno koja je to objektivna stopa akumulacije koju bi elektroprivreda trebala da ostvari realizacijom svoje proizvodnje.

3. Šta je ekonomska cena električne energije?

Odmah u početku smatramo za potrebno istaći, a o tome je već bilo govora i na III savetovanju ekonomista elektroprivrede[1] održanom u Ohridu, da elektroprivreda posluje danas sa administrativno deformisanom cenom proizvodnje i prodaje električne energije, tako da se u znatnoj meri zamagljuje društvena rentabilnost delatnosti elektroprivrede. Teško je s nekim posebnim društveno-ekonomskim interesima opravdati činjenicu, da elektroprivredna preduzeća, u čijem sastavu se nalaze danas tehnički najmodernije hidro i termoelektrane i koja upravljaju s vrlo visokim organskim sastavom kapitala te postižu veliku produktivnost rada, budu manje rentabilna od preduzeća suprotnog karaktera. To potvrđuje i i analiza podataka iz završnih računa za 1961. godinu, koji se odnose na neke karakteristične elemente ekonomike poslovanja pojedinih industrijskih grana.

Iz tabele 1 vidljivo je:

da se elektroprivreda po obimu angažovanog društvenog kapitala nalazi daleko iznad bilo koje druge industrijske grane, te da na nju otpada 27 % društvenog kapitala industrije,

obim ukupnog prihoda industrijskih grana veoma je različit i ne pokazuje bilo kakvu zavisnost prema nivou uloženog društvenog kapitala,

stopa ukupnog prihoda je daleko najniža u elektroprivredi zbog povlaštenih ekonomskih instrumenata iz troškova poslovanja koji izobličavaju pravu ekonomsku vrednost električne energije kao potrošne robe,

obim dohotka takođe ne pokazuje bilo kakvu korelaciju s veličinom uloženog društvenog kapitala,

stopa dohotka u elektroprivredi je takođe daleko najniža u odnosu na stope dohotka u drugim industrijskim granama. Osnovni uzrok deformacije cene električne energije i njenog dispariteta prema cenama drugih industrijskih proizvoda su neekonomski instrumenti društvene akumulacije.

U celini posmatrano, ključni problem postojećih deformacija koje elektroprivreda ima u robno-novčanim odnosima sa drugim privrednim granama leži u nerealnim instrumentima društvene akumulacije. Nerealno niska stopa dohotka u elektroprivredi u najvećoj meri zamagljuje rentabilitet uloženih društvenih sredstava i negativ-

[1] Dr Vladimir Bakarić, *Zakon vrednosti, planiranje i objektivna određenost stope privrednog rasta*, časopis »Ekonomist«, 1963, br. 1, Beograd.

[1] Referat *Cena električne energije u uslovima proste reprodukcije*, koji je podneo na III savetovanju ekonomista dr Milan Đurić.

Pregled nekih elemenata ekonomike po granama industrijske delatnosti (podaci iz završnih računa za 1961. g.)

Tabela 1

Grana delatnosti	Nabavna vrednost osnovnih sredstava	Ukupan prihod	%	Dohodak	%
1	2	3	4	5	6
111 Elektroprivreda	592.306	93.776	15,75	32.266	5,4
112 Ugalj i koks	192.877	120.342	62,39	43.780	22,70
113 Nafta	89.292	125.304	140,33	19.637	21,99
114 Crna metalurgija	242.271	217.673	89,85	46.499	19,19
115 Obojena metalurgija	204.360	166.373	81,41	42.917	21,00
116 Nemetali	59.398	70.077	117,98	25.516	42,96
117 Metalna industrija	193.328	151.552	233,57	130.389	67,44
118 Brodogradnja	46.230	98.223	212,46	17.349	37,53
119 Elektroindustrija	60.795	196.930	323,92	45.683	75,14
120 Hemijska industrija	121.834	177.845	145,97	40.265	33,05
121 Građevinski materijal	103.567	91.790	88,63	35.566	34,34
122 Drvna industrija	97.030	203.500	209,73	59.147	60,96
123 Industrija papira	84.133	80.444	95,62	15.473	18,39
124 Tekstilna industrija	172.723	397.555	230,17	93.958	54,40
125 Industrija kože	25.959	108.999	419,89	18.893	72,78
126 Industrija gume	16.041	75.896	473,14	14.157	88.25
127 Prehrambena industrija	160.891	424.053	263,56	53.627	33,33
128 Grafička industrija	33.239	123.102	370,35	31.572	94,98
129 Industrija duvana	24.113	100.028	414,83	14.157	58,71
130 Filmska industrija	2.040	5.903	289,36	1.305	63,97
131 Rudarska istraživanja	4.772	9.178	192,33	3.455	72,40
Raznovrsna industrija	7.565	26.429	349,36	18.290	241,77

no utiče na ekonomiku investicija, te slabi interes i odgovornost proizvođača ove industrijske grane prema društvenoj zajednici. Podizanje stope akumulacije elektroprivrede na nivo prosečnog rentabiliteta industrije, u znatnoj meri bi ublažilo postojeće deformacije, a elektroprivredi bi omogućilo da si stvori potrebne osnove za prelaz na racionalnije ekonomisanje društvenim kapitalom koji se ulaže u proširenje i razvoj elektroenergetskih postrojenja. Povećanje akumulativnosti elektroprivrede nameće i potrebu uvođenja novih oblika organizacije elektroprivrede i još čvršće integrisanje ovih sredstava oko organa više asocijacije.

Pitanje je međutim što se podrazumeva pod pojmom ekonomske cene? Da li je ona adekvatna pojmu vrednosne cene ili cene proizvodnje ili neke druge cene. Moramo istaći, da se termin ekonomska cena veoma često upotrebljava u diskusijama, pri čemu manje-više svi mislimo da ona odražava realnu vrednost nekog proizvoda (verovatno odmerenu slobodno na tržištu uz puno učešće ekonomskih zakona) ali ubeđeni smo da kad bi ovu cenu određivao svaki od diskutanata da bi ona divergirala možda i u značajnim razmerima.

Ovaj se problem, imamo utisak, izuzetno oštro postavlja u socijalističkom društvenom uređenju, jer se radi o planskoj privredi gde ponderi u ceni mogu imati različite ekonomske efekte, zavisno od planom postavljenih ekonomskih ciljeva. Ovo pitanje posebno ističe drug Mijalko Todorović u svojoj studiji na temu »O nekim pitanjima našeg privrednog sistema«, koja je objavljena u nizu brojeva našeg lista »Borba«. Osvrćući se na neke stavove ekonomista socijalizma, drug Todorović postavlja pitanje da li postoji objektivna opšta osnovica za formiranje cena u socijalističkoj robnoj proizvodnji, ili da li u socijalističkoj privredi postoji objektivni zakon koji određuje tačku oko koje treba da gravitiraju cene. Stavovi u vezi odgovora na ova pitanja imaju mnogo nijansi. Pokušaj da se utvrdi objektivno uslovljeni oblik formiranja cena nije do sada urodio plodom, bar, čini nam se, ne kod nas jer nismo imali dovoljno smelosti da se uhvatimo u koštac sa samim problemom, već radije po nekoj inerciji tapkamo po već nekim utrvenim stazama. Odnosi u paritetu cena koji su formirani pod određenim ekonomskim uslovima razvitka naše zemlje u eri administrativnog socijalizma nisu značajnije izmenjeni na gotovo celom frontu privrednih delatnosti.

Usled takve inercije danas i najnapredniji predlozi elektroprivrede u vezi unapređenja i poboljšanja ekonomike kroz tarifni sistem nisu bili prihvaćeni iz jednostavnog razloga, da se sa radikalnijom izmenom sistema tarife za električnu energiju ne bi narušio prividno skladan odnos neskladnih cena na tržištu i time poremetio postojeći paritet cena određenih proizvoda, za što u ovome vremenu, ističe se, nismo dovoljno spremni.

No bez obzira na teškoće skopčane sa donošenjem radikalno novih rešenja, koja nameću društvu interesi daljeg usavršavanja privrednog sistema i interesi ekonomike jedne od veoma značajnih industrijskih grana, vratimo se osnovnom problemu kako objektivno utvrditi nivo ekonomske cene električne energije. U tom cilju razmotrićemo mogućnost utvrđivanja vrednosne cene električne energije, a zatim cene proizvodnje.

Vrednosna cena, kako ju Marks definiše[1], predstavlja nivo cene proizvoda kod koga je stopa viška vrednosti adekvatna prosečnoj stopi vi-

[1] Karl Marks, *Kapital* tom III, izdanje Kultura, Beograd, 1948.

Društveni kapital, lični dohoci, akumulacija i fondovi i stopa viška rada u industriji u 1961. godini za SFRJ

Tabela 2

Privredne grane	Osnovna sredstva (C)	Neto lični dohoci (V)	Ukupno ($C + V$)	Akumulac. i fondovi (M)	Stopa u % $\frac{M}{C+V}$
Industrija	2,687.104	329.922	3,017.026	934.315	30,97
Elektroprivreda	575.186	11.661	586.847	34.230	5,83
Ugalj i koks	199.725	25.277	225.002	33.551	14,91
Nafta	89.312	2.798	92.110	50.880	55,24
Crna metalurgija	244.819	12.463	257.282	37.026	14,39
Obojena metalurgija	195.635	12.999	208.634	46.262	22,17
Nemetali	60.671	9.381	70.052	25.594	36,54
Metalna industrija	293.038	71.687	364.725	175.023	47,99
Brodogradnja	46.367	7.211	53.578	15.052	28,09
Elektroindustrija	63.023	15.981	79.004	47.311	59,88
Hemijska industrija	150.894	13.718	164.612	58.275	35,40
Građevin. materijal	104.154	17.331	121.485	37.709	31,04
Drvna industrija	110.923	27.190	138.113	51.047	36,96
Industrija papira	75.734	4.611	80.345	25.879	32,21
Tekstilna industrija	177.027	35.743	212.769	111.728	52,51
Industrija kože	26.656	8.415	35.071	20.102	57,32
Industrija gume	16.294	2.850	19.144	15.471	80,81
Prehrambena industrija	183.806	24.273	208.079	64.900	31,19
Grafička industrija	34.793	13.338	48.131	21.099	43,84
Industrija duvana	24.264	4.001	28.265	49.304	174,43
Filmska industrija	3.232	2.783	6.015	2.365	39,32
Rudarska istraživanja	4.103	2.650	6.753	3.216	47,62
Ostala industrija	7.450	3.560	11.010	8.293	75,32

ška vrednosti privredne delatnosti. Konkretno za električnu energiju i industriju utvrdili smo da stopa viška vrednosti iznosi:

Godina	akumulacija i fondovi 10^6 Din	neto lični dohoci 10^6 Din	stopa viška vrednosti %
	Elektroprivreda		
1960.	25.006	12.842	194,7
1961.	32.369	11.683	277,0
	Industrija		
1960.	776.293	392.357	197,9
1961.	955.819	344.172	277,7

Stopa viška vrednosti elektroprivrede kreće se oko stope viška vrednosti industrije. Međutim, treba odmah istaći da vrednosna cena predstavlja tipičan oblik cene samo za početnu fazu robne proizvodnje (period manufakturne proizvodnje) kada je u strukturi cene uglavnom prevladavala radna snaga. Industrijalizacijom privrede omogućeno je da je učešće živog odnosno prenetog rada u robi sve manje, a deo ranije opredmećenog rada, u sredstvima za proizvodnju sve veće. Iz tih razloga, sa razvitkom proizvodnih snaga u kapitalizmu oblik vrednosne cene se transformisao u cenu proizvodnje.

Cena proizvodnje prema Marksu odražava težnju svakog kapitaliste da za isti uloženi kapital dobije isti profit. Prema tome formula cene proizvodnje

$$C + V + (C + V)\frac{m}{(C + V)}$$

izražava osnovni zakon kapitalističke privrede, da svaki kapital ima pravo na prosečnu profitnu stopu. Budući da dohodak predstavlja posve kvalitativno novu ekonomsku kategoriju u strukturi cene, to bi cenu proizvodnje u socijalističkoj privredi mogli okarakterisati kao cenu koja obezbeđuje prosečnu stopu dohotka izraženu na obim angažovanog društvenog kapitala ($C + V$). Ako se vratimo na strukturu naše cene, o kojoj je bilo ranije reči, primetićemo da kod njene praktične primene nailazimo na izvesne teškoće. Ako pod pojmom (C) podrazumevamo celokupan društveni kapital[1] angažovan u ostvarenju proizvodnje nekog proizvoda, tj. vrednost osnovnih i obrtnih sredstava, a pod (V) iznos neto ličnih dohodaka, onda pojam dohotka ne odgovara čistom izrazu pojma profita, budući da kod nas kategorija dohotka sadrži i elemenat ličnog dohotka. Čini nam se, da iz tih razloga kategorija akumulacija i fondovi bolje odgovaraju kategoriji profita.

Koristeći raspoložive statističke podatke o strukturi društvenog proizvoda i nacionalnog dohotka ostvarenog u 1961. godini, pokušaćemo da za elektroprivredu i ostale industrijske grane utvrdimo stopu viška rada (akumulacija i fondovi).

Analiza gornjih podataka nedvosmisleno pokazuje da najnižu stopu viška rada, pod čime podrazumevamo akumulaciju i fondove, ostvaruje danas elektroprivreda. Iza elektroprivrede dolazi odmah crna metalurgija i ugalj. U grupu niskoakumulativnih industrijskih grana mogla bi se još ubrojiti obojena metalurgija, a možda i brodogradnja. Industrijske grane čija se stopa viška rada kreće oko prosečne stope industrije jesu in-

[1] Treba istaći da C označava konstantni kapital angažovan u procesu proizvodnje, a V označava varijabilni kapital pri čemu se podrazumeva iznos plaćenih najamnina za angažovanu radnu snagu. Međutim, postoji i mišljenje da C označava vrednost osnovnih sredstava, a V vrednost obrtnih sredstava.

Prosečna akumulativnost utvrđena na bazi stope za industriju Tabela 3

Privredne grane	Akumulacija i fondovi		Razlika	
	Ostvareno u 1961.	Prema prosečnoj stopi industrije	Apsolutnih	Indeks ostvar. = 100 1961.
1	2	3	4	5
Industrija	934.315	934.315	—	
Elektroprivreda	34.230	181.746	+ 147.516	531
Ugalj i koks	33.551	69.683	+ 36.132	208
Nafta	50.880	28.526	— 22.354	56
Crna metalurgija	37.026	79.680	+ 42.654	215
Obojena metalurgija	46.262	64.614	+ 18.352	140
Nemetali	25.594	21.695	— 3.899	85
Metalna industrija	175.023	112.955	— 62.068	65
Brodogradnja	15.052	16.593	+ 1.541	110
Elektroindustrija	47.311	24.468	— 22.843	52
Hemijska industrija	58.275	50.980	— 7.295	87
Građevinski materijal	37.709	37.624	— 85	100
Drvna industrija	51.047	42.774	— 8.273	84
Industrija papira	25.879	24.883	— 996	96
Tekstilna industrija	111.728	65.894	— 45.834	59
Industrija kože	20.102	10.861	— 9.241	54
Industrija gume	15.471	5.929	— 9.542	38
Prehrambena industrija	64.900	64.442	— 458	99
Grafička industrija	21.099	14.906	— 6.193	71
Industrija duvana	49.304	8.754	— 40.550	18
Filmska industrija	2.365	1.863	— 502	79
Rudarska istraživanja	3.216	2.091	— 1.125	65
Ostala industrija	8.293	3.410	— 4.883	41

dustrija građevinskog materijala, prehrambena industrija i industrija papira. Sve ostale industrijske grane postigle su stope viška rada iznad prosečne stope za industriju. U grupu visoko akumulativnih industrijskih grana ubrajaju se industrija duvana, industrija gume i kože, zatim elektroindustrija, nafta, tekstilna i ostala industrija.

Ako dobivenu prosečnu stopu viška rada za industriju primenimo za sve industrijske grane dobićemo daljnje pokazatelje o tome, kakve razlike bi nastale u obimu akumulacije i fondova, ako bi se ona određivala prema prosečnoj stopi koju je u 1961. godini ostvarila industrija. Ove razlike vide se iz sledećih podataka.

Iz analize gornjih podataka proizlazi da bi elektroprivreda pod uslovom ostvarenja prosečne stope viška rada industrije trebala povećati obim akumulacije i fondova za oko 5,3 puta, a ugalj i crna metalurgija za 2,1 puta itd. Isto tako kod ostalih industrijskih grana došlo bi do korekcije u obimu akumulacije i fondova. Prenoseći ove promene u obimu akumulacije i fondova na sam nivo cene električne energije, dobijamo da bi cena proizvodnje iznosila oko 33 Din/kWh na pragu potrošača, odnosno ostvarenu prodajnu cenu trebalo bi povećati za oko 2,5 puta.

Analizirajući nivo cene proizvodnje i sam metod primenjen u njenom proračunu, mišljenja smo, da dobijena cena proizvodnje odnosno da obim akumulacije i fondova premašuje obim potrebnih i stvarno utrošenih sredstava za proširenu reprodukciju elektroprivrede. Postavlja se pitanje da li dobivena cena proizvodnje predstavlja pogodan metod za određivanje prave ekonomske cene. Sama činjenica da višak rada stvara živa radna snaga uz pomoć sredstava rada i predmeta rada, čija pak vrednost po pravilu predstavlja ranije opredmećeni rad, može se zaključiti da je metod primenjen kod cene proizvodnje pravilan i logičan. Međutim, zašto ipak u praksi stvari dobijaju drugojačiji karakter? Čini nam se da razlog treba tražiti na više strana, kao što su konkretna ekonomska politika koju društvo vodi u razvitku privrednih snaga, na sektoru lične potrošnje, u spoljnotrgovinskoj razmeni itd.

Za stopu viška rada, ili profitnu stopu u kapitalizmu, karakteristično je da se sa uvođenjem pune mehanizacije i automatizacije u sferi proizvodnje povećava udeo osnovnih sredstava odnosno menja organski sastav kapitala. Ove promene réperkutuju se na vrednost proizvoda utoliko što raste udeo opredmećenog rada prenetog kroz angažovanje veće mase konstantnog kapitala na račun smanjenja učešća živog rada. Na osnovu ovoga Karl Marks izvodi svoj poznati zakon o tendenciji padanja opšte profitne stope[1] a koji on karakteriše sledećim rečima: »Pošto masa primenjenog živog rada stalno opada u odnosu prema masi opredmećenog rada koji on pokreće prema proizvodno utrošenim sredstvima za proizvodnju, to i onaj deo tog živog rada koji je neplaćen, koji se opredmećuje u višku vrednosti, mora biti stalno sve manji u odnosu prema obimu vrednosti celokupnog primenjenog kapitala. A ovaj odnos mase viška vrednosti prema vrednosti celokupnog primenjenog kapitala sačinjava profitnu stopu i stoga ona mora stalno padati.«

Drugi, takođe veoma značajan zaključak Marksa jeste da slobodna konkurencija izjednačuje profitne stope različitih oblasti proizvodnje i na

[1] Karl Marks, *Kapital* III tom, str. 167-168 izdanje Kultura, Beograd, 1948. godine

taj način pretvara vrednosti proizvoda tih različitih oblasti u cene proizvodnje. Izjednačavanje profitnih stopa različitih oblasti proizvodnje vrši se pod stalnim prelivanjem kapitala iz oblasti sa manjom profitnom stopom u oblast proizvodnje koja u određenom momentu postiže profitnu stopu iznad proseka. Za socijalističko društvo ovakve tendencije kolebanja stope dohotka su nespojive sa sistemom planske privrede, gde se raspodela raspoloživog društvenog kapitala, odnosno sredstava za proširenu reprodukciju pojedinih oblasti proizvodnje vrši po već unapred određenim proporcijama. Prema tome društveni plan određuje tokove investiranja kapitala i usklađuje odnose u razvoju pojedinih oblasti proizvodnje, dok se planskim instrumentima reguliše stopa viška rada. U kojoj meri su se paritetni odnosi tržišnih cena izmenili u posleratnom periodu, pod dejstvom zacrtane ekonomske politike razvoja naše privrede, mogu nam pokazati samo posebne analize pariteta cena.

4. Odnosi među tržišnim cenama električne energije i nekih proizvoda

Analiza odnosa među cenama električne energije i ostalih proizvoda i utvrđivanje pariteta u ovim odnosima korisno će nam pomoći da se sagledaju posleratne promene u paritetu tržišnih cena. Do koje mere je cena električne energije postala obezvređena i proizvod manje vrednosti može nam pokazati analiza pariteta u odnosima cena raznih proizvoda izraženih u cenama kWh električne energije. Međutim, odmah na početku treba istaći da pitanje pariteta odnosa između cene električne energije i cena pojedinih vrsta proizvoda i usluga u današnjoj konstelaciji ekonomskih odnosa je teško rešivo, a da se pri tome ne poremete opšti odnosi između cena drugih proizvoda i usluga. Posebno je pitanje koji su paritetni odnosi u tržišnim cenama ekonomski pravilni, da li oni koji se formiraju na svetskom tržištu ili neki drugi. Na ovo pitanje nema kategoričnog i jednoglasnog odgovora, pošto svaka nacionalna privreda ima svoje odnose u paritetu tržišnih cena, ako imamo u vidu da se odnosi u paritetu cena stalno menjaju i da je to veoma živa i dinamična ekonomska kategorija koja zavisi od niza komponenata, koje društvo u određenoj fazi svoga privrednog razvitka određuje i može u većoj ili manjoj meri da kontroliše, ili planski reguliše.

Bitni faktori za formiranje odnosa u paritetu, cena jesu uslovi privređivanja, politika privrednog rasta, odnosi ponude i tražnje, struktura robnih fondova itd. Prema tome, zavisno od snage dejstva pojedinih komponenti, paritetni odnosi u cenama na tržištu se menjaju, te je sa toga stanovišta teško govoriti o nekim čvrstim i trajnim odnosima među cenama, a što se vidi iz sledećeg pregleda:

Paritet u odnosima tržišnih cena na malo izražen u kWh električne energije

Tabela 4

1		1939. paritet u kWh 2	1955. paritet u kWh 3	1961. paritet u kWh 4
Pšenica	kg	0,4	3,9	2,8
Polubeli hleb	kg	0,7	3,4	3,5
Krompir	kg	0,3	1,9	1,9
Pasulj	kg	0,8	5,6	6,6
Jabuke	kg	0,8	4,1	5,1
Goveđe meso	kg	2,1	20,0	25,6
Jaja	kom	0,1	1,3	1,5
Mleko	lit	0,5	3,1	3,3
Svinjska mast	kg	5,3	24,3	19,8
Jestivo ulje	kg	3,5	23,9	17,9
Šećer	kg	2,7	12,4	10,6
Sol	kg	0,6	2,6	3,8
Štof za muška odela od češljanog prediva	m	34,6	376	363
Muške plitke cipele	par	34,6	238	235
Emajlirani štednjak	kom	325	1322	1433
Sijalica od 25	kom	2,7	9,1	6,6
Cigla	kom	0,1	0,6	1,1
Cement	kg	0,1	1,5	1,1
Čamove daske	m³	82,7	2232	2534
Ekseri	kg	1,5	17,9	14,3
Lignit	t	52,4	172	209
Električna energija	kWh	1,0	1,0	1,0
Petrolej za osvetljenje	lit	1,5	7,9	7,1
Stan od 2 sobe sa kupatilom		123,3	90,9	199
Šivenje muškog odela		70,6	297	480
Šivenje		1,0	3,6	5,8
Ulaznica za bioskop		1,4	3,6	5,0

Obračun je izvršen na bazi cena na malo. Izvor: *Statistički godišnjak 1962*, izdanje Saveznog zavoda za statistiku.

Analiza gornjih podataka na očigledan način potvrđuje zaključak da se odnosi u paritetu tržišnih cena stalno menjaju iz godine u godinu i to uglavnom na štetu cena električne energije.

Analiza paritetnih odnosa tržišnih cena izražena u kWh pokazuje koliko je potrošač mogao nabaviti kWh električne energije za određene tržišne cene drugih vrsta proizvoda i usluga. Vrednost pojedinih proizvoda i usluga izražena u kWh pokazuje da je svaka od navedenih godina imala svoje paritetne odnose. U 1939. godini paritetni odnosi u tržišnim cenama na malo formirani su pod uslovima privredne strukture i privredne razvijenosti toga vremena i odnosa ponude i tražnje karakterističnog za stadij razvitka kapitalizma u bivšoj Jugoslaviji. Činjenica je da su odnosi između poljoprivrednih i industrijskih proizvoda bili na štetu poljoprivrede i da je industrijski kapital nalazio upravo povoljne uslove razvitka na račun zaostale i primitivne poljoprivrede sa ekstenzivnim načinom obrade i niske produktivnosti rada. Takva situacija je i dovela u težak položaj seoska gospodarstva i dala prevlast industrijskom kapitalu. Za električnu energiju može se reći da je tada imala monopolni položaj i delovanje zakona vrednosti imalo je uticaja na formiranje nivoa cena električne energije utoliko, što je i cena električne energije bila određena individualnim kalkulacijama na instrumentima koje je određivao kapitalist u zavisnosti od tržišnih prilika, a

u manjoj meri i državni i opštinski organi. Relativno slaba razvijenost industrijske proizvodnje, nizak stepen elektrificiranosti naselja i domaćinstava i monopolni položaj proizvođača električne energije prouzrokovali su visok nivo cene električne energije formiran na tržištu bivše Jugoslavije, a samim tim i uslovili nerealno paritetne uslove.

Posleratni intenzivan razvitak industrije, a posebno proizvodnje električne energije, kao i osetan porast potrošnje električne energije i u drugim domenima društvene aktivnosti i lične potrošnje, iz osnova su izmenili položaj elektroprivrede kao grane i značaj i funkciju električne energije u odnosu na druge robe na tržištu. Pre svega monopolni položaj električne energije koji ona po prirodi svoje tehnologije i funkciji u privrednom organizmu ima, je podređen i interesima privredne politike, te je i njena cena dobila sasvim drugi agregatni oblik. Dejstvo zakona vrednosti u formiranju cena električne energije je takoreći nestalo kroz planske instrumente i privredni plan razvitka. Osim toga, jedan od značajnih faktora koji je uslovio sniženje produkcione cene električne energije jeste izvanredan napredak elektrotehnike na području jake struje, a posebno i tehnologije sagorevanja goriva, gde se uspelo izgradnjom turboagregata velikih snaga (iznad 100 MW) sniziti specifični utrošak toplote od oko 4000 kcal/kWh na 2800 kcal/kWh i na taj način osetno uticati na sniženje troškova goriva po kWh. Posebno mesto u povećanju ekonomičnosti izgradnje izvora energije ima napredak u tehnici građenja i to kroz mehanizaciju grubih građevinskih radova, poboljšanje organizacije rada i povećanje produktivnosti rada na području građevinske delatnosti. Svi ovi faktori uslovili su da se danas brže i jeftinije gradi i ogromno su povećali proizvodnost i ekonomičnost elektroenergetskih postrojenja. Međutim, to ne znači da su svi ovi faktori bili jedini i presudni za posleratni veoma nizak nivo cena električne energije. Dejstvo ovih faktora je nesumnjivo značajno, ali po našem mišljenju još značajnije mesto ima udeo akumulacije u strukturi cene električne energije. Iako ne znamo tačan deo akumulacije koji je kapitalist ostvario kroz prodajnu cenu električne energije, pretpostavljamo da ona nije bila niža od prosečne profitne stope koju ostvaruju proizvođači električne energije u kapitalističkim zemljama, a koja se kreće negde oko 6 % na uloženi kapital. Osim toga treba istaći, da su u strukturi cene bili zastupljeni anuitet, amortizacija, razni materijalni izdaci i obaveze prema državi u svojim punim iznosima. Međutim, naša cena električne energije danas oslobođena je od nekih elemenata akumulacije ili su zastupljeni tek u simboličkim iznosima.

Deformacija koja danas postoji u paritetu cene električne energije prema drugim proizvodima i uslugama, kao i odnosi između drugih proizvoda i usluga, očita je. Dejstvo planskih instrumenata, proporcije društvenog plana i planirani rast predodredili su unapred neke paritetne odnose u cenama koji se nisu mogli ostvariti, iako su ekonomski regulatori trebali da deluju u pravcu njihovog ostvarenja. Zamrznuti nivo cena električne energije kao posledica heterogenih kretanja tržišnih cena, doveo je do poznate disproporcije njihovog pariteta, odnosno do deformacije odnosa na štetu cena električne energije, do njenog obezvređenja i do stvaranja velikog disparitета između produkcione i vrednosne cene električne energije, o čemu je govorio i drug Bakarić na Savetovanju naučne sekcije Saveza ekonomista Jugoslavije u Zagrebu.

5. Tarife i relacije u cenama električne energije u 1962. godini

Poznata je činjenica da se obezbeđivanjem robe kao potrošnog dobra postiže pored pozitivnog efekta i negativan, utoliko, što se kroz favoriziranje potrošnje, u cilju ostvarenja brže ekspanzije, veoma često izgubi mera do koje granice treba ići sa ekspanzijom i kada takva ekspanzija postaje latentna opasnost za racionalno ekonomisanje u sferi potrošnje električne energije i opasnost za skladan ekonomski optimalan razvoj narodne privrede s obzirom na realne mogućnosti. Naime, veoma čest slučaj jeste da svaka forsirana ekspanzija nosi u sebi skrivenu opasnost od neracionalne potrošnje i često vodi ka rasipanju i gubljenju interesa potrošača za racionalnijom potrošnjom, jer im kalkulacije pokazuju da se ne rentira uvođenje bilo kakvih mera, koje bi imale za cilj da snize potrošnju, obzirom na beznačajan efekat ušteda u materijalnim troškovima koji bi se pri tome postigao. Prva primedba za potrošnju električne energije mogla bi se prihvatiti kao osnovana danas uglavnom za neke vrste potrošača sa preferenciranim tarifnim stavovima. Činjenica je, međutim, da je tarifni sistem sa tarifnim stavovima određenim prema nameni potrošnje, a koji još uvek važi za neke potrošače, postavljen u suprotnosti sa osnovnim ekonomskim načelom da potrošač treba kroz cenu nadoknaditi proizvođaču troškove koje izaziva svojim načinom potrošnje električne energije. Odnosi ostvarenih prosečnih prodajnih cena električne energije u Jugoslaviji u 1962. godini prikazani su na tabeli 5.

Analiza nivoa prodajnih cena električne energije po grupama potrošača i njihovih relacija prema proseku ukazuje na sledeće zaključke:

U celini posmatrano, relacije u tarifama određene su prema kupovnoj moći potrošača a ne prema ekonomskom principu da je potrošač dužan da nadoknadi troškove koje izaziva isporučiocu svojim načinom i obimom angažovanja elektroenergetskih kapaciteta.

Diskriminatorski odnosi u relacijama prosečnih prodajnih cena negativno utiču na ekonomiku potrošnje električne energije i dovode do toga da se izvesne grupe potrošača ponašaju prema električnoj energiji kao proizvodu manje vrednosti, te takvim stavom doprinose da se ona rasipa i neracionalno troši.

Prosečna cena električne energije ostvarene u 1962. godini

Tabela 5

	Din/kWh	Relacija u %
Prosečna prodajna cena	10,81	100
Karbid	2,17	20
Aluminijum	2,26	21
Ostala elektrohemija	3,66	34
Visoke peći	4,31	40
Elektrolize	4,33	40
Ferolegure	4,57	42
Elektrotoplota u metalurgiji	6,51	60
Željeznički transport	6,00	56
Melioracije	9,47	88
Rudnici uglja	11,03	102
Cementare	12,19	113
Ostala opšta velepotrošnja	15,14	140
Javni vodovod	9,59	89
Tramvaji i trolejbusi	7,05	65
Domaćinstva	8,18	76
Osvetljenje poslovnih prostorija	25,26	234
Osvetlenje društv. prostorija	21,13	195
Motori i aparati	25,88	239
Poljoprivredni motori	18,14	168
Javno osvetlenje	6,25	58

Izvor: *Statistički godišnjak elektroprivrede Jugoslavije za 1962. godinu.*

Paradoksalna je pojava da neki potrošači, kao što su npr. azotare, dobivaju danas od društvene zajednice za svoje visoke produkcione troškove dvostruki regres i to: direktnim putem u vidu dotacija iz sredstava budžeta federacije po proizvedenom kilogramu veštačkog đubriva, i indirektnim putem preko niske prodajne cene električne energije, koja ne pokriva produkcione troškove. Na taj način dvostrukim regresiranjem zamagljuje se ekonomičnost i rentabilnost poslovanja takvih preduzeća, a time i pojedinih privrednih grana, umesto da se regresiranje vrši samo putem direktnih dotacija, što je normalnije i ekonomski pravilnije.

Nesklad koji postoji u relacijama prodajnih cena prema stvarnim produkcionim cenama pokazuje da potrošači iz kategorije »Opšta potrošnja na veliko« (prerađivačka industrija) daju na indirektan način dotaciju povlašćenim potrošačima u kategoriji »specijalna potrošnja na veliko«, umesto da je pitanje prelivanja dohotka rešeno na ekonomski ispravniji način, putem direktne dotacije ili uvođenjem povlašćenih instrumenata i raznih drugih vidova preferencija.

Deformacija u relacijama cena na sektoru potrošnje na malo i komunalne potrošnje takođe je izrazita, neodrživa i ekonomski neopravdana. Pored toga, što smatramo da domaćinstva treba da u izvesnoj meri — obzirom na politiku zaštite životnog standarda — imaju povlašćeni položaj, zbog čega danas društvena zajednica i regresira elektroprivredu ustupanjem doprinosa iz dohotka udruženih preduzeća i davanjem dotacije iz saveznog budžeta, ukoliko postoji manjak ukupnog prihoda.

Ako bismo želeli da utvrdimo veličinu deformacije u paritetu propisanih cena električne energije, u odnosu na nivo produkcione cene, tj. prema troškovima elektroprivrede svedenima na kWh, u zavisnosti od načina i obima angažovanja elektroenergetskih postrojenja, tj. ako bi striktno sproveli novi tarifni sistem koji je doneo Savezni sekretarijat za industriju, dobili bi da bi trebalo pri nepromenjenim instrumentima izvršiti sledeće korekcije propisanih cena:

a. povećanje cena električne energije kod specijalne potrošnje na veliko (elektrohemija i elektrometalurgija), zatim kod komunalne potrošnje na veliko i domaćinstava;

b. sniženje cena električne energije kod nekih potrošača iz kategorije opšta potrošnja na veliko i nekih grupa potrošnje na malo (poslovne i društvene prostorije i motori i aparati) ali ne linearno kod svih već zavisno od načina i mesta potrošnje.

6. Ekonomska cena električne energije

U jednom od prethodnih poglavlja istakli smo da pojam »ekonomska cena«, iako se veoma često upotrebljava, nije strogo definisan. Takođe smo konstatovali da ni »vrednosna« ni »proizvodna cena« takođe ne omogućuju ono što bi jedna privredna grana mogla da očekuje s obzirom na ulogu i zadatke koje ima u privredi i obaveze prema društvu. Polazeći od poznate činjenice da električna energija predstavlja jedan od osnovnih faktora privrednog i društvenog progresa uopšte, to se tempo razvoja elektroprivrede mora prilagođavati opštim društvenim i privrednim kretanjima. Prema tome može se sa priličnom pouzdanošću tvrditi da je rast potreba za električnom energijom objektivno dat s obzirom da rezultira iz opštih smernica privrednih kretanja koje su određene u perspektivnom planu. Ovo praktično znači da elektroprivreda može sa priličnom tačnošću projicirati buduće potrebe u električnoj energiji, odnosno buduće potrebe za novim kapacitetom izvora energije, prenosne i distributivne mreže. Na ovaj način objektivno se mogu utvrditi veličine novčanih sredstava potrebnih za proširenu reprodukciju elektroprivrede. Indeksi godišnjeg rasta ukupne bruto potrošnje, odnosno proizvodnje električne energije Jugoslavije kretali su se ovako:

Godina	GWh	Indeksi		
1946.	1.150	100	48	23
1951.	2.551	222	100	51
1956.	5.047	439	198	100
1962.	11.312	980	442	223

Izvor: *Statistički godišnjak elektroprivrede SFRJ za 1962. godinu*, izdanje ZJE.

Analiza razvoja ukupne bruto-potrošnje odnosno proizvodnje električne energije pokazuje da je elektroprivreda ostvarila u periodu 1946—62.

godine prosečan tempo rasta od 15,1 % odnosno udvostručenje potrošnje postigla je u toku 4 do 5 godina. U periodu 1956—62, kada je udružena elektroprivreda postigla krupna ostvarenja u razvoju proizvodnih snaga i stvaranju jedinstvenog elektroenergetskog sistema, tempo rasta ukupne bruto potrošnje električne energije iznosio je 14,2 %. Uz hipotezu da će se perspektivni razvoj elektroprivrede i nadalje kretati tempom godišnjeg rasta od 14 %, jer je do sada ostvarila ovakav tempo odnosno takav tempo je diktirao razvoj jugoslavenske privrede uopšte, kretanje i priraštaj vrednosti novih osnovnih sredstava elektroenergetskih kapaciteta trebao bi da se razvija sledećim trendom:

1962.	100	—
1963.	114	14,0
1968.	219,5	119,5
1970.	285,5	185,3
1972.	370,7	270,7
1977.	713,8	613,8
1982.	1374,3	1274,3

Ako imamo u vidu da su potrošnja i proizvodnja udružene elektroprivrede u 1962. godini ostvareni s osnovnim sredstvima elektrana u vrednosti od 387 milijardi, prenosne mreže u vrednosti od 92 milijarde i distributivne mreže u vrednosti od 681 milijardi dinara proizlazi da bi se, pod uslovom da tržišni faktori i veća ekonomičnost novih izvora i mreže ne bi bitnije uticali na nabavnu vrednost osnovnih sredstava po kWh, fiksni fondovi elektroprivrede kretali ovako:

Rast fiksnih fondova elektroprivrede od 1962. do 1982. godine

Tabela 6

Godina	Elektrane i prenos		Distribucija		Ukupno	
	Nivo	Kumulativni priraštaj	Nivo	Kumulativni priraštaj	Nivo	Kumulativni priraštaj
1962.	479	—	202	—	681	—
1963.	546	67	230	28	876	95
1968.	1.051	572	443	241	1.494	813
1970.	1.367	888	576	374	1.952	1.262
1972.	1.776	1.297	749	547	2.525	1.844
1977.	3.419	2.940	1.442	1.240	4.861	4.180
1982.	6.583	6.104	2.776	2.574	9.359	8.678

Podaci o priraštaju vrednosti novih osnovnih sredstava istovremeno pokazuju i opseg potrebnih sredstava koje bi elektroprivreda trebala da obezbedi, bilo kroz vlastito učešće ili kredite, da bi ostvarila zadani prosečni tempo rasta od 14 %. Ukoliko bi se društvenim planom perspektivnog razvoja zadao neki drugi prosečan tempo rasta potreba u električnoj energiji, gornji proračun bi pretrpeo odgovarajuće izmene. Treba istaći da smo u našoj analizi primenili geometrijsku progresiju za rast konzuma, međutim u koliko bi se uzelo da će se rast konzuma kretati sa trendom koji bolje odgovara analitičkoj krivi neke eksponencijalne, logaritamske ili polulogaritamske jednačine, gornji proračuni bi također pretrpeli odgovarajuće korekcije. Za naša razmatranja je irelevantno koji ćemo od mogućih metoda za utvrđivanje rasta trenda izabrati, pa ćemo se zadržati na geometrijskoj progresiji, kao metodu koji se veoma često koristi za analize ove vrste.

Da bi proverili napred izneti metod utvrđivanjem potrebnog priraštaja novih osnovnih sredstava koristićemo podatke razvoja udružene elektroprivrede u periodu 1956—62. godine. Prema ovim podacima ostvaren je sledeći razvoj:

Razvoj elektroprivrede Jugoslavije od 1956. do 1962. godine

Tabela 7

	1956.	1962.	Indeks 1956=100
1. *Bruto-proizvodnja* GWh	4.166	10.134	243,2
2. *Osnovna sredstva* 10^9 Din			
izvori energije	154	387	251,3
prenos	40	92	230,0
proizvodnja i prenos	194	479	246,9
distribucija	65	202	310,8
Ukupno	259	681	262,9
3. *Osnovna sredstva svedena na* kWh — Din/kWh			
proizvodnja	36,96	38,19	103,3
prenos	9,61	9,08	94,5
proizvodnja i prenos	46,57	47,27	101,5
distribucija	15,60	19,93	127,7
Ukupno	62,17	67,20	108,1

Kod analize gornjih podataka treba imati u vidu, da se oni odnose na udruženu elektroprivredu, te da stoga ne korespondiraju sa podacima za ukupnu elektroprivredu, uključivo i industrijske elektrane. Analiza podataka pokazuje da je tempo godišnjeg rasta udružene elektroprivrede iznosio u bruto-potrošnji oko 16 %, a u osnovnim sredstvima elektroenergetskih postrojenja oko 17,5 %. Iz ovoga se može zaključiti da je vrednost osnovnih sredstava ostvarila nešto brži trend rasta u odnosu na trend rasta potrošnje električne energije. No mišljenja smo da je razlika u trendu rasta zanemariva, budući da su moguća ovakva odstupanja. Za nas je najbitnije to da između kretanja razvoja potrošnje električne energije i kretanja vrednosti osnovnih sredstava postoji puna korelaciona zavisnost, što nas upućuje na to da se napred iznetim metodom može utvrditi trend perspektivnih potreba finansijskih sredstava, koje treba investirati u nova elektroenergetska postrojenja, da bi se obezbedila predviđena potrošnja električne energije i privredni razvoj zemlje.

Kada smo utvrdili potrebe financijskih sredstava za proširenu reprodukciju, preostaje još da se razmotri pitanje, koji iznos novčanih sredstava elektroprivreda mora da pozajmi, budući da joj postojeći nivo cene električne energije ne omogućuje da ih obezbedi kroz cenu. Naš zadatak prema tome jeste, da utvrdimo iznos nerealiziranog dohotka, koji elektroprivreda preliva danas preko izuzetno niske prodajne cene električne energije nekim povlašćenim potrošačima, radi čega je ona prinuđena da se nadomiri korišćenjem kredita, odnosno preko raspodele nacionalnog dohotka da vrati sebi ona sredstva koja za račun nje indirektno ostvaruju druge industrijske grane

i privredne delatnosti. Ako se vratimo na poglavlje gde smo razmatrali cenu proizvodnje možemo videti da profitna stopa, odnosno stopa viška rada, koju je elektroprivreda ostvarila, iznosi 5,8 %. S druge strane utvrdili smo da je realna stopa rasta elektroprivrede iznosila u periodu 1956—62. godine oko 14 %. Konfrontirajući ove dve stope dobijamo, da nedostajući iznos potrebnih sredstava za proširenu reprodukciju iznosi 8,2 % od nivoa nabavne vrednosti osnovnih sredstava. Primenjujući ovu stopu na ostvarene ekonomske pokazatelje u 1961. godini dobijamo za ukupnu elektroprivredu sledeće podatke:

1. Ukupan prihod 10^6 Din	93.776
2. Neobezbeđeni iznos sredstava proširene reprodukcije 10^6 Din	55.842
3. Ekonomsko potreban ukupan prihod 10^6 Din	149.618
4. Proizvodnja električne energije na generatoru GWh	9.917
5 Prodata energija potrošačima	8.192
6 Ekonomska cena električne energije	
na generatoru Din/kWh	15,09
kod potrošača Din/kWh	18,26
7. Stvarna cena koštanja električne energije	
na generatoru Din/kWh	9,46
kod potrošača Din/kWh	11,45
8. Odnos ekonomske i stvarne cene koštanja u %	159,4

Prema gornjem proračunu ekonomska cena električne energije iznosi na generatoru 15,09 Din/kWh, a kod potrošača 18,26 Din/kWh. Međutim, stvarna cena koštanja električne energije pri današnjim instrumentima, pod kojima ona posluje, iznosi na generatoru 9,46 Din/kWh, a kod potrošača 11,45 Din/kWh. Da bi elektroprivreda obezbedila potrebna sredstva za proširenu reprodukciju kroz cenu električne energije, trebalo bi nivo cena električne energije povisiti za 59,4 %. Međutim, da bi postigla puno autofinansiranje proširene reprodukcije, elektroprivreda bi morala biti oslobođena svih društvenih obaveza s tim, da se ova sredstva mogu isključivo namenski koristiti za finansiranje proširene reprodukcije, ili pak ukoliko se ne oslobodi tih obaveza, ova sredstva bi ona dobijala natrag kroz kredite, ali ne više kao sredstva realizirana kod drugih industrijskih grana i privrednih delatnosti.

Na kraju smatramo potrebnim da još jednom napomenemo da ekonomska cena električne energije, kao i svakog drugog proizvoda u socijalističkoj privredi, obzirom da privredni plan postaje osnovni regulator tokova privrednih kretanja, treba da obezbedi potrebna sredstva privrednim organizacijama koja su neophodna za obavljanje proste i proširene reprodukcije, pri čemu se potrebe sredstava za proširenu reprodukciju po pravilu treba da poklapaju sa stopom zadanog ekonomski potrebnog rasta dotične industrijske grane ili privredne delatnosti. U ostvarenju ovih ciljeva bilo bi neophodno potrebno pristupiti prilagođavanju postojećeg privrednog sistema i sistema planiranja, a kod elektroprivrede u tom pravcu prilagoditi ceo sistem mehanizma po kojem ona danas posluje i privređuje.

Literatura

1. *Zbornik referata sa II i III savetovanja ekonomista elektroprivrede*
2. Mijalko Todorović, *O nekim pitanjima našeg privrednog sistema*, Borba, decembar 1962.
3. Dr Branko Horvat, *O nekim pitanjima formiranja cena*, Borba januar 1963.
4. Dr Vladimir Bakarić, *Zakon vrednosti, planiranje i objektivna određenost stope privrednog rasta*, časopis Ekonomist 1963., br. 1, Beograd.
5. Karl Marks, *Kapital* I, II i III tom, izdanje Kultura, Beograd 1948.
6. *Statistički godišnjak SFRJ za 1963. godinu*, izdanje Saveznog zavoda za statistiku.
7. *Statistički godišnjak elektroprivrede SFRJ za 1962*, izdanje ZJE.

Naslov pisca: Dr Milan Đurić, ekonomista Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd

NEKE OSNOVNE POSTAVKE POLITIKE INVESTIRANJA U ELEKTROENERGETIKU

Ožbolt Gros, Ljubljana

Na temelju modela korištenja snage od 250 MW i godišnje energije od 1 milijarde kWh prikazan je pokušaj predviđanja investicija koje treba uložiti, kako u proizvodnju, prijenos i distribuciju tako i u potrošače električne energije, da bi mogli normalno izvršavati zadatke. Navode se i misli u pogledu racionalnije izvedbe prijenosne mreže i njenog pogona.

DK 621.31

Uvod

Teze IV Savjetovanja ekonomista elektroprivrede bave se politikom investiranja u elektroenergetiku općenito, a posebno u našim prilikama.

Postavljene teze su međusobno toliko tijesno povezane, da je teško o pojedinoj raspravljati lučeno te predlagati zaključak za svaku od njih posebno.

Budući da namjeravam iznijeti osnovne postavke politike investiranja u elektroenergetiku, neka mi bude dozvoljeno dodati predloženoj problematici neke načelne misli i spoznaje, koje će trebati koristiti u daljnjim razmatranjima.

Pri određivanju politike investiranja u elektroenergetiku trebamo se pridržavati nekih osnovnih postavki, koje su se iskristalizirale u toku razvoja ove temeljne grane.

I. Investiranje u elektroenergetiku i u korisnike električne energije

Producirana električna energija je samo dijelom namijenjena konačnoj upotrebi. To je energija u gospodarstvima, u kućanstvima, u javnoj rasvjeti, pri grijanju i sl. Sva ostala energija po namjeni predstavlja sirovinu za preradu u raznim proizvodnim procesima.

Procentualni udio proizvedene električne energije za konačnu potrošnju je razmjerno mali, dok je veći dio namijenjen preradi. Za proizvodnju i dobavu električne energije potrebni su uređaji za proizvodnju, prijenos, transformaciju i distribuciju. Svaka od tih djelatnosti izaziva odgovarajuće investicije.

Uz te investicije treba kod globalnih kalkulacija misliti također na investicije i uređaje, koji omogućuju potrošnju električne energije, bilo kao konačnu bilo u svrhu daljnje prerade.

A. Investicije u elektroenergetski sistem, projicirane na energiju

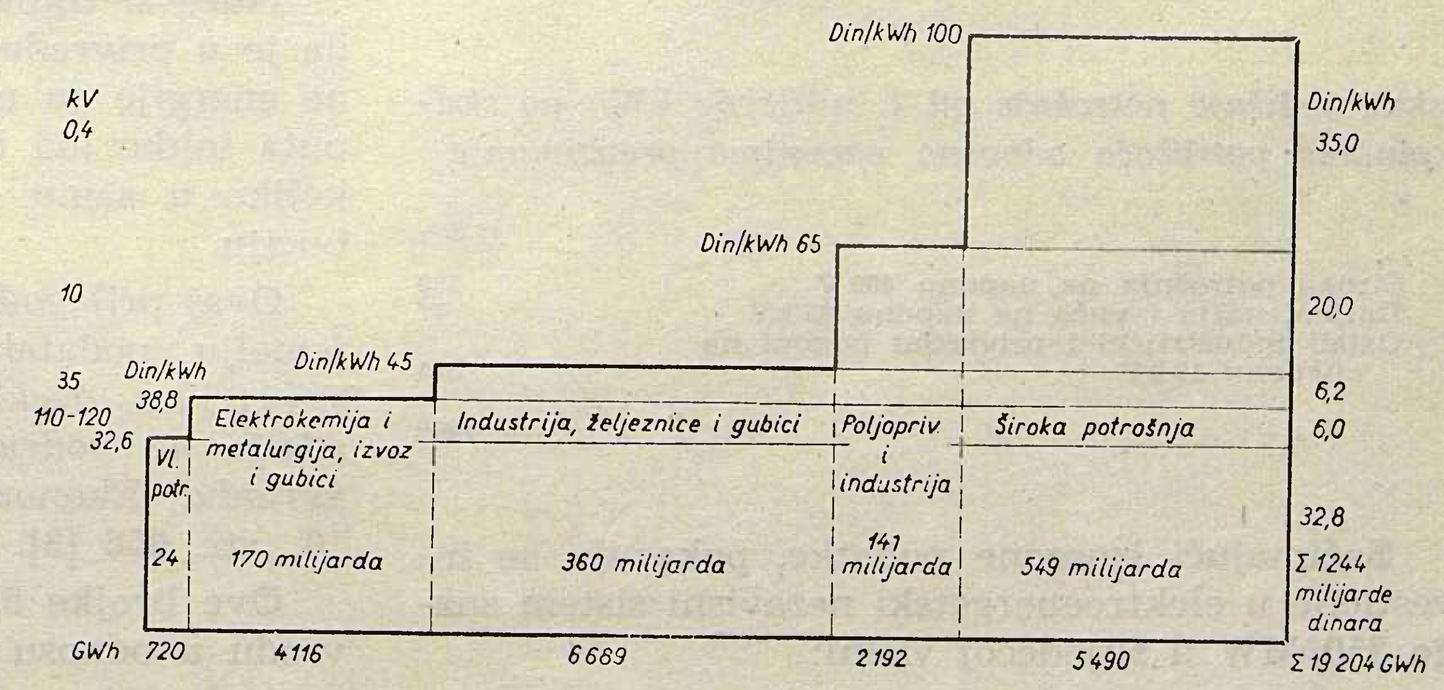
Takva analiza bila je izvršena [1], str. 461 do 462, prilikom snimanja potreba Jugoslavije za električnu energiju godine 1966, kao i snimanja novonabavnih vrijednosti investicija, koje omogućuju predviđenu potrošnju od 19,2 milijarde kWh.

Vrsta potroška	Potrošnja 1966	Napon	Investicioni količnik	Novonabavna vrijednost
	GWh	kV	Din/kWh	milijarde dinara
Široka potrošnja	5 490	0,4	100	549
Elektrokemija	2 140	110	38,8	83
Ostala industrija	8 060	30—10	54	432
Željeznice	66	35	45	30
Poljoprivreda	132	10	65	9
Izvoz	176	110	38,8	7
Vlastita potrošnja	720	izvori	32,8	24
Gubici	2 420	110—35	45,6	110
	19 204			

Ovaj pregled pokazuje da široka (za ovu svrhu smatrana kao konačna) potrošnja jednog kWh godišnje prouzrokuje 100 dinara investicija od čega:

Din 32,8 u proizvodnju energije
Din 6,0 u prijenos
Din 6,2 u 35 kV mrežu
Din 20,0 u 10 kV mrežu
Din 35,0 u 400 V mrežu.

U navedenim količinama mreža sadržani su i gubici koji nastaju za količinu energije namijenjenu širokoj potrošnji.



Sl. 1. Elektroenergetske investicije uložene za pojedine namijenjene potrošnje u Jugoslaviji 1966. Procjena prema cijenama s kupovnom moći 1959 — 1960.

Kao što je vidljivo iz tabelarnog pregleda, dobava energije namijenjena preradi (industrija, poljoprivreda, elektrifikacija željeznica, gradska vuča, pogoni narodne obrane i sl.) izaziva znatno niže specifične investicije.

B. Investicije u elektroenergetski sistem, projicirane na snagu (specifične investicije), izazvanu rastućim potrebama

Ako upravo dani prikaz investiranja u izvore, prijenos i distribuciju, projiciranog na energiju (na investicione količnike) prebacimo na snagu, vidi se da vrijeme iskorišćenja snage bitno utječe na specifične investicije.

Uzevši vrijeme iskorišćenja sa 2 500 sati godišnje za konačnu potrošnju odnosno sa 5 000 sati godišnje za preradu energije, specifične investicije snage iznosile bi kako slijedi:

Specifične investicije u izvore, prijenos, razdiobu i raspodjelu električne energije za potrebe kućanstva i opće potrošnje (s jedne strane) *i privrednih djelatnosti* (s druge strane), *projicirane na snagu*

	Kućanstva i opća potrošnja	Privredne djelatnosti
	10^3 Din/kW	
Izvori	82,0	163,7
Prijenos	15,0	30,1
Mreža 35 kV	15,5	31,4
Mreža 10 kV	50,0	89,4
Mreža 400 V	87,5	
	250,0	314,6

Računamo s većim faktorom iskorišćenja, dijagram opterećenja [2] pokazuje određena odstupanja od naprijed iskazanih brojaka.

Uzmimo primjer, da je od cjelokupne energije sistema 25 % namijenjeno širokoj (konačnoj) maloj potrošnji, a 75 % za preradu u industriji, prometu, građevinarstvu, obrtu (veći pogoni), za melioracije i sl., eliminirajući pri tom velepotrošnju elektrifikacije i elektrometalurgije. Pod tim pretpostavkama dobiva se slijedeći raspored potrošnje.

Iskaz godišnje potrošnje od 1 milijarde kWh po skupinama potrošača odnosno naponima preuzimanja

	GWh
Široka potrošnja na naponu 400 V	250
Ugljen, nafta i vuča na naponu 35 kV	77
Ostali industrijski i privredni pogoni na naponu 10 kV	673
	1000

Sažimajući iznesene podatke, pokazuju se investicije u elektroenergetski nezavisni sistem snage 250 MW u slijedećoj visini:

Elektroenergetske investicije za godišnju potrošnju od 1 milijarde kWh

	10^9 Din
Široka potrošnja (250 GWh à 100 Din/kWh)	25
Ugljen, nafta i vuča (77 GWh à 45 Din/kWh)	3,5
Ostala industrija i privreda (673 GWh à 65 Din/kWh)	43,7
	72,2

Investicioni količnik ulaganja u elektroenergetiku za potrebe same industrije (uključivo ugljen i naftu), prometa i poljoprivrede iznosi maksimalno 63,0 Din/kWh.

Ovaj je iskaz usklađen sa specifičnim investicijama od 100 odnosno 150 MW za konačnu namjenu odnosno u svrhu prerade.

Računano po tehnici dijagrama opterećenja [2] ova suma se pokazuje nešto viša i to u visini od globalnih 80 milijarda dinara.

C 1. Investicije u instalacije i uređaje široke potrošnje

Pretpostavlja se, da za godišnji konzum široke (konačne) potrošnje od 250 GWh treba uložiti u instalacije i uređaje 25 milijarda dinara.

C 2. Investicije u industriju i ostalu privredu te usporedba s ulaganjima u elektroenergetiku

Neće biti na odmet navesti, kako izgleda investiranje u privredu u Jugoslaviji tokom 12 godina, ako se elektroprivreda uzme kao polaznih 100 i kao elektroenergetska podloga ovih djelatnosti.

Indeksna nadgradnja investiranja u privredu Jugoslavije 1947. do 1958, polazeći od elektroenergetike kao 100

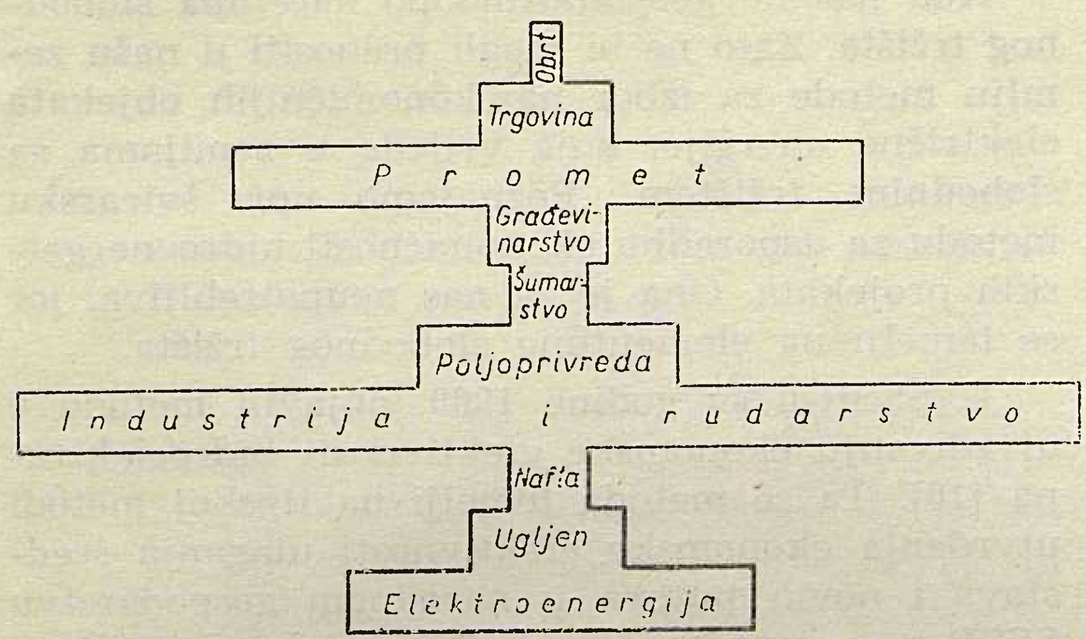
Električna energija	100
Ugljen	34
Nafta	12
Ostala industrija i rudarstvo	252
Poljoprivreda	64
Šumarstvo	13
Građevinarstvo	24
Promet	156
Trgovina	33
Obrt	5
Ukupno privreda (bez električne energije)	593

Izuzevši trgovinu, šumarstvo i dio obrta izlazi, da je u privredu kao izravnog potrošača električne energije na naponu 110 do 10 kV ulagano 5,5 puta toliko (od čega u samu industriju 2,5 puta) koliko u samu elektroprivredu uključivo distribuciju.

Ovaj prilagođeni pregled i nalaz izrađen je na temelju podataka iz [1] i rasprave Dragomira Vojnića, *Neki aspekti problema analize investicija na području Jugoslavije u poslijeratnom periodu,* Ekonomski pregled Zagreb, 1959, broj 10., str. 656 [3].

Ove brojke 5,5-strukog ulaganja u ostalu privredu u odnosu na elektroprivredu daju moguć-

Sl 2. Grafički prikaz nadgradnje investiranja u privredi Jugoslavije 1947 — 1958. s energetikom kao temeljem



nost utvrditi, da za preuzimanje snage od 150 MW i energije od godišnje 750 GWh treba u ove potrošače na visokom naponu uložiti 412 milijuna dinara.

Rekapitulacija investiranja u elektroenergetska postrojenja i potrošače energije u svrhu dobave i preuzeća snage od 250 MW i godišnje energije od jedne milijarde kWh

	10^9 Din
Elektroenergetska postrojenja u dijelu namijenjenom konačnoj potrošnji	25
Elektroenergetska postrojenja u dijelu namijenjenom potrošačima na visokom naponu	47,2
Instalacija i uređaji konačne potrošnje	25
Instalacija i uređaji industrije i ostale privrede	412,0
	509,2

Polazeći od iskustva gospodarenja u poslijeratnom razdoblju Jugoslavije, svaka nova milijarda kWh konzuma godišnje predstavlja globalno novu narodnu investiciju od 500 do 510 milijarda dinara pod pretpostavkom da su kapaciteti potrošača za preuzimanje nove energije i snage iscrpljeni.

Informativno navode se još investicije u određene industrijske pogone raznih grana, koje traže pokriće opterećenja od 70 MW sa godišnjom potrošnjom od 250 GWh sve po cijenama godine 1947, na temelju vašingtonskog izvještaja [4].

Investicije u industrijske grane SAD koje koriste snagu od 70 MW i godišnje troše 250 GWh

	10^6 dol
Tekstilna industrija	90
Industrija kamena, keramike i stakla	110
Primarna metalna industrija	110
Proizvodnja nafte i ugljena	270
Industrija pokućstva	290
Drvna industrija za svrhe izvoza	300
Duhanska industrija	310
Industrija metalnih proizvoda	350
Industrija odjeće	370

Prednja ljestvica pokazuje da u Sjedinjenim Državama Amerike treba za industriju s kapacitetom godišnje potrošnje od 250 GWh uložiti cca 250 milijuna SAD dolara ili 1 SAD $/kWh.

Vidljivo je također, da se naša industrija ovih i ostalih grana oprema po znatno nižim cijenama.

II. Odvajanje narodnog dohotka općenito i s osvrtom na elektroenergetiku

Investicioni koeficijent elektroenergetike javlja se kao drugi važan kriterij pri rješavanju pitanja, da li se njene investicije kreću u zadovoljavajućoj visini. Već iz računskih izvedbi matematičara Lagrangea slijedi u prenesenom značenju, da se optimum složenog procesa dosiže tada, kada se sve komponente procesa razvijaju s jednakomjernim tempom. U našem slučaju to znači, da svako favoriziranje jedne grane narodnog gospodarstva ide na štetu druge ili drugih grana. Samo u iznimnim slučajevima bilo bi dopušteno posebno forsiranje određene grane narodnog gospodarstva

Poznajemo neka mjerila na međunarodnoj razini za investicioni koeficijent elektroenergetike u odnosu na cjelokupan narodni dohodak u zemlji. Na plenarnom zasjedanju WPC 1956. u Beču se je o tome prilično raspravljalo. Tadašnji generalni direktor austrijske Savezne elektroprivrede dr Rudolf Stahl je u svojem članku »Der nationale Gewinn internationaler Zusammenarbeit« [5] naveo slijedeće: »Izraženo u novcu iznosi udio električne energije u narodnom bruto-produktu (bez javnih službi i ostalih usluga) blizu 3,8 %. Jednom kilovatsatu električnog rada odgovara narodni bruto produkt u vrijednosti od preko 8 šilinga«. Istovremeno je ovaj autor objavio u švicarskoj reviji [6]: »... međunarodno se usvaja, da oko 3 % narodnog dohotka treba biti upotrebljeno za izgradnju elektroenergetskih postrojenja«.

Prvi prikaz odvajanja narodnog dohotka za izgradnju elektroenergetskih postrojenja na području Jugoslavije objavljen je godine 1957. obuhvaćajući razdoblje odvajanja od 1947. do 1954 [7] str. 113. Utvrđeno je u toj raspravi, da je odvajanje u razdoblju od 1947. do 1951. iznosilo 2 %, a 4,1 do 4,4 % u razdoblju 1952. do 1955 (bez distribucije, na bazi cijena 1938). Ovaj primjetni skok bio je tada smatran kao dupliranje ulaganja.

Iz grafičkog prikaza ulaganja 1947. do 1961. kako u elektroprivredu (uključivo distribuciju) tako i u industriju vidljivo je, da je 1952. predstavljala ne samo intenzivno dovršavanje započetih elektroprivrednih i industrijskih objekata, nego i najkrupnije odvajanje narodnog dohotka paralelno za svrhe industrijalizacije i elektrifikacije, izvedeno pri prijelazu sa administrativnih na ekonomske cijene.

Postoci ulaganja narodnog dohotka u elektroenergetiku Jugoslavije u razdoblju od 1947. do 1961.

1947.	2,3	1955.	3,0
1948.	2,7	1956.	3,2
1949.	2,0	1957.	2,4
1950.	2,3	1958.	2,5
1951.	4,2	1959.	3,0
1952.	5,0	1960.	4,0
1953.	3,8	1961.	4,1
1954.	3,4		

U razdoblju 1947. do 1954. odvajanja u elektroprivredu uključivo distribuciju iznosila su u ponderu 3,18 %, a u razdoblju 1955. do 1961. ova odvajanja su iznosila 3,22 %. Ovi podaci predstavljaju izvadak iz rasprave [8] dovršene u martu 1963.

Podaci povremenih izdanja operativne prirode Zajednice jugoslovenske elektroprivrede iskazuju nešto niži postotak odvajanja iz razloga, što su ulaganja u distribuciju izvjesnim dijelom ostala izvan evidencije distributivnih poduzeća.

Prema tome treba smatrati da i za našu zemlju može vrijediti iznijeta Stahlova postavka, da oko 3 % narodnog dohotka treba odvajati za elektrifikaciju zemlje s tim da naš ponderirani postotak odvajanja bude registriran u visini od 3,2 % godišnje.

U raznim prilikama do danas pretpostavljalo se je, da bi postotak odvajanja kod nas — radi nižeg stadija, na kojemu se nalazi elektrifikacija — trebao biti viši. Pri tome se nije uzimalo u račun da smo mi u stanju s malim sredstvima postići velike efekte.

Iz gornjega treba zaključiti, da je mjera od 3,2 % odvajanja ujedno granica naših kapaciteta izvedbe.

U pogledu samog napregnuća odvajanja za privredni razvoj upućujemo na raspravu dr Ivan Vinski i Narcisa Čemalović, *Upotreba narodnog dohotka Jugoslavije*, Ekonomski pregled, Zagreb 1956, br. 5. [9]. Na strani 323 ove rasprave navodi se slijedeće: »Učešće neto-investicija u ukupnoj upotrebi iznosi 23 %... Ako bismo obračun upotrebe narodnog dohotka izveli na temelju domaćih cijena iz godine 1938, učešće bi investicija u ukupnoj upotrebi iznosilo nešto preko 18 %, što također predstavlja veoma velik napor nacije u smislu odvajanja sredstava od potrošnje u korist investicija.« To je vidljivo iz slijedeće usporedbe:

Međunarodna usporedba odvajanja narodnog dohotka

	Lična potrošnja	Opća potrošnja	Bruto investicije
	u postocima		
Jugoslavija	46,8	21,9	31,3
Francuska	63,2	16,8	20,0
Engleska	69,3	17,7	13,0
S A D	63,4	15,2	21,4

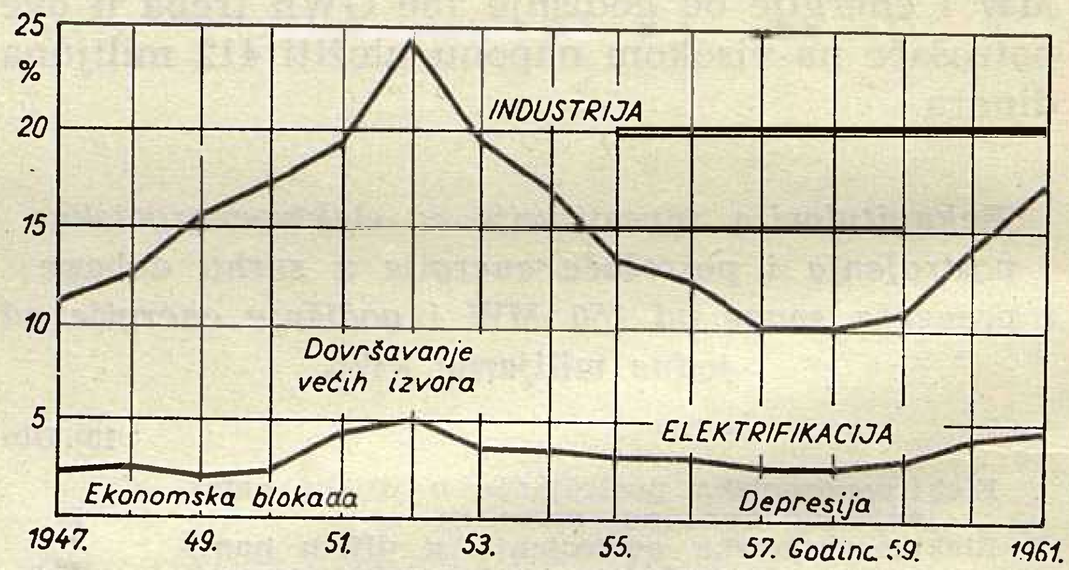
»Iz gornjih podataka razabiremo, da je u našoj zemlji od ukupnih rashoda otpalo na ličnu potrošnju relativno za oko 1/3 manje negoli u promatranim zemljama, a da je na opću potrošnju (narodna obrana, zdravstvo, potrošnja državnih ustanova) i na investicije otpadalo relativno za oko 1/3 više. Ističe se naročito veliko učešće investicija.«

Ovakav prikaz daje nužnu plastiku koja inače često puta nedostaje.

III. Načela izbora elektrana

Kod nas ne gospodarimo po načelima slobodnog tržišta. Zato ne bi mogli prenositi u našu zemlju metode za izbor najekonomičnijih objekata električne energije, koje vrijede u zemljama sa slobodnim tržištem. Poznajemo npr. švicarsku metodu za usporedbu ekonomičnosti hidroenergetskih projekata. Ona je za nas neupotrebljiva, jer se temelji na elementima slobodnog tržišta.

U SSSR-u su godine 1960. objavili metodu o utvrđivanju ekonomske efektivnosti hidroelektrana [10]. Ta se metoda temelji na tipskoj metodi utvrđenja ekonomske efektivnosti ulaganja sredstava i novih putova u narodnom gospodarstvu SSSR-a, a izrađena je u Energetskom institutu Akademije znanosti. Već unutar dvije godine nakon objavljivanja doživjela je ova metoda oštru



Sl. 3. Dijagram ulaganja nacionalnog dohotka u industriju i elektrifikaciju Jugoslavije 1947 — 1961. u %

kritiku profesora Siromjatnikova, objavljenu u »Električestvu« [11]. Rasprava o toj kritici vodila se je tokom 4 godine, a bila je zaključena tek u osmom broju ovog časopisa 1963. Učestvovali su u njoj prominentni ekonomisti sovjetske elektroprivrede. Pomnim studiranjem kritike Siromjatnikova kao i diskusije, koju je izazvala možemo naučiti mnogo poučnog i korisnog.

Pri razmatranju metode izbora elektrana u Jugoslaviji smatramo potrebnim napomenuti da iza sebe imamo rezultate našeg dosadašnjeg gospodarenja u elektroenergetici, koje kraj dobrih pokazuje i neke slabe strane. Ovo svakako moramo podcrtati, da bi ih izbjegli u predstojećem razdoblju elektroprivrednog razvoja do 1970. ukoliko utvrdimo, da nisu objektivnog i neotklonjivog značaja.

Cilj djelovanja elektroprivrede (u širem smislu) je bez dvojbe u prvom redu omogućiti cjelokupnom našem žiteljstvu, da uživa koristi i prednosti koje pruža električna energija.

U kojoj mjeri smo uspjeli u tom pogledu? Iz referata Cubalevskog i Milojevića na ovom savjetovanju uzimam, da je u Jugoslaviji koncem 1962. bilo elektrificiranih 63,64 % naselja, a neelektrificiranih da je još ostalo 36,36 %. Ovaj potonji postotak, da se po republikama kreće od 6,77 % u Sloveniji do 60,62 % u Bosni i Hercegovini.

Ovi podaci pokazuju, da se u pogledu stanja elektrifikacije ne možemo ubrajati među razvijene zemlje.

Zašto nismo do sada elektrificirali veći broj naselja? Pretpostavljalo bi se da razlog leži u nedovoljnim raspoloživim sredstvima, ili pak da smo ih imali, ali da smo možda široku elektrifikaciju zemlje otputili praznih ruku?

Iz referata [1] str. 465 vidi se da u elektrifikaciji nerazvijenih područja učestvuju tri jednako jaka izvora ulaganja: republički investicioni fondovi, fond za razvoj privredno zaostalih područja, te samodoprinosi i lokalni fondovi, dok je za elektrifikaciju nerazvijenih područja i za uklanjanje tih krupnih neravnomjernosti u elektrifikaciji naselja u Jugoslaviji 1961. bilo potrebno ukupno uložiti 47 milijarda dinara, što da je moguće izvršiti unutar 5 godina.

Da bi se ova elektrifikacija mogla pravilno provoditi, potrebno je da se ona temelji na osnovnim rješenjima (projektima) za cijelo područje. Osnovna rješenja imaju zadatak da daju prikaz iskoristivog energetskog potencijala odnosno prikaz mogućnosti razdiobe energije na određenom području.

Osnovna rješenja distributivne mreže treba da budu u skladu sa osnovnim rješenjem prijenosne mreže i energetskog bilanca područja. Svrha je osnovnog rješenja da narodnim odborima općina i kotarima, distributivnim i prijenosnim kao i proizvodnim poduzećima pruži rješenje elektrifikacije odnosnog područja sa načelnim prijedlozima i orijentacijom u elektrifikaciji. Prema tome, svi investicioni programi, idejni i glavni projekti elektroenergetskih postrojenja odnosnog područja treba da polaze od osnovnog rješenja elektrifikacije, uzimajući u obzir rezultate rješenja.

S obzirom na vijek trajanja elektroenergetskih postrojenja od 20—30 godina, prognoza razvoja elektrifikacije treba se odnositi na istovremensko razdoblje, s time, da se fiksno utvrđivanje etape razvoja odnosi na kraći rok do 10 godina. Osnovna rješenja elektrifikacije područja treba uslijed toga usklađivati svake godine sa novonastalim potrebama.

Da bi mogla bolje izvršavati svoje zadatke elektrifikacije, distributivna poduzeća i udruženja trebat će svoje poslovanje i evidenciju voditi na način da bude svakodobno vidljivo, što se u elektrifikacionom pogledu dešava u gradovima, a što izvan njih.

Naše evidencije općenito će trebati kompletirati da bude svakodobno vidljiv broj elektrificiranih naselja i domaćinstava u gradovima i izvan njih, kao i specifična potrošnja po elektrificiranom domaćinstvu odvojeno za ono u gradu od seoskog domaćinstva odnosno gospodarstva. Ovi podaci su danas nedovoljni i nedovoljno čvrsti, iako su jednako važni kao ostali tipični podaci koje smo do sada pratili. Uređenje ove službe kao permanentne predstavljat će daljnji dokaz, da elektroprivreda i elektroenergetska distribucija uspješno izvršavaju svoju ulogu temeljne privredne grane.

U nerazvijenim područjima načelno treba formirati cijene, kao da je potrošnja na onoj visini, koja će efektivno biti postignuta tek nakon nekoliko godina, a služila je kao podloga pri planiranju i dimenzioniranju mreže. Tako to provodi i Electricité de France [12] str. 82. Hoće li to biti provedeno putem posebnih fondova za tzv. »nerentabilna područja« kao što to provodi primjerice Nizozemska ili drugim putem, trebat će riješiti konkretnim mjerama u danom času.

Slijedom toga trebale bi elektroprivredne organizacije da pored izgradnje izvora, cjelokupnu svoju aktivnost posvete ostvarenju plana elektrifikacije, a posebno brzoj elektrifikaciji privredno nerazvijenih područja. Samim tim javljaju se slijedeći zadaci u cilju bržeg privrednog razvoja zemlje:

Zadaci elektroprivrede i elektroenergetske distribucije

1. Informirati odgovorne privredne i političke organe o stanju elektrifikacije u određenim područjima, a posebno upozoravati na nerazmjere koji se javljaju;
2. Organizirati brzu i kvalitetnu izradu dokumentacije za priključak neelektrificiranih područja te pojačati projektnu službu u distributivnim poduzećima;
3. Voditi brigu o pravodobnoj izgradnji prenosnih postrojenja uključivo pojne točke dovoljnih snaga za napajanje novih 35 do 10 kV mreža (pravodobna izrada prenosne dokumentacije, upozorenje zainteresiranih tijela u cilju pribavljanja sredstava, povećanje snage u postojećim stanicama radi pravodobnog otklanjanja nedozvoljenog pada napona);
4. Predlagati tarife za prodaju električne energije novopriključenim područjima, uzimajući u obzir da znatni samodoprinosi, što ga ta područja daju za izgradnju, ne uzrokuju godišnje troškove vezane na investicije (anuitet, kamati na poslovni fond).

Globalna slika rezultata naših napora u investicijama elektroprivrede pokazuje nam povoljnu raspodjelu termoelektrana i toplana po državnom teritoriju i poželjno prilagođenje njihovih snaga potrebama konzuma. Manje povoljna je raspodjela hidroelektrana. Tu pada u oči periferan smještaj hidroenergetskih izvora, koji nas je prisilio da smo rano morali pristupiti izvedbi višeg prijenosnog napona 220 kV, koji se sada — tek što su prvi 220 kV vodovi u pogonu — već pokazuje preniskim. Već slušamo glasove o nivou napona 380 kV. Da je raspodjela hidroenergetskih izvora drugačija, bilo bi uz perspektivno izvedenu mrežu moguće prenositi i zadovoljiti potrebe s naponom 110 kV, pa u nekoliko slijedećih godina odmah preskočiti na napon 380 kV. Takav postupak bio bi prilično logičan, temeljen na tehničkom

razvoju problema napona pri razdiobi električne energije kao i na činjenici, da drugdje već nekoliko godina unatrag pripremaju uklanjanje vodova sa naponom 220 kV.

Osvrtom na dosada izgrađene hidroelektrane zapažam nadalje, da je očevidno ostala zanemarena snažna državna hidroenergetska arterija na Drini sa najvećim hidroenergetskim potencijalom među vodotocima naših rijeka, i da smo se tamo uglavnom angažirali sa akumulacijom Kokin Brod —Bistrica. Izgradnja hidroelektrana na Drini isto tako bi nam pomagala da još određeni broj godina možemo ostati na prijenosu energije s naponom 110 kV.

Zar je možda tom vremenskom zaostatku bila kriva težnja za ostvarenjem velikih projekata kao što je slučaj sa HE Dubravicom, koja bi uzrokovala potapanje čitavog bivšeg kotarskog mjesta Ljubovija i koji projekat je radi toga razumljivo naišao na najoštriji otpor tamošnjeg žiteljstva?

Bilo kako mu drago ipak smo dužni utvrditi zašto smo tako postupali i koji računski postupci su nas vodili do takvih zaključaka.

Ako pažljivije i kritički analiziramo razvoj naših ulaganja u elektroenergetiku, a naročito u hidroelektrane utvrdit ćemo, da bi bilo moguće izvjesna sredstva, a također i drugačije uložiti sa istim energetskim, ali sa većim kapitalnim efektom.

Određeno tumačenje ovih ulaganja sadržano je u raspravama [13] i [14].

Potreba operiranja pojmom ekonomičnosti elektroenergetskih postrojenja javila se je u poslijeratnom razvoju i kod nas razmjerno kasno iz dvaju razloga:

1. Potrebe i mogućnosti u prvim godinama razvoja i
2. Stupanj poznavanja energetskog potencijala zemlje.

1. Razdoblje administrativnog upravljanja privredom nije pogodovalo razdoblju ekonomske misli i pojma ekonomičnosti. Količinski efekat bijaše suviše dominantan, dok su ekonomičnost pogona, izvori i ostvarljivost konstantnog normalnog financiranja uglavnom ostajali po strani.

Mogućnost preuzimanja malih jedinica iz ratne štete i ostale poslijeratne raspodjele isto tako nije pogodovala izgradnji ekonomičnijih pogona. U isti red razloga spada i početni stadij razvoja novonastajuće elektroindustrije i mašinske industrije, koje su tek postepeno postajale sposobne da izvedu velike i ekonomičnije jedinice.

U prvim godinama poslijeratnog razvoja bilo je u Jugoslaviji izgrađeno 20 manjih hidroelektrana s instaliranim snagama u konačnoj izgradnji od 0,9 do 8 MW.

Građene u područjima pretežnim dijelom neelektrificiranim, one su dobro poslužile širenju elektrifikacije. Takve elektrane manjeg tipa bile su građene i u visokoindustrijaliziranim i elektrificiranim zemljama od 35—40 godina unatrag [13, str. 665].

Male hidroelektrane izgrađene u razdoblju 1945—1955.

Republika	Broj	MW	GWh	10^6 Din
Srbija	6	25,2	105,6	8931,0
Hrvatska	2	5,7	24,5	727,0
Slovenija	1	4,0	16,0	1048,0
Bosna i Hercegovina	4	18,1	104,7	3993,0
Makedonija	4	9,7	27,0	2655,4
Crna Gora	3	9,2	35,4	2549,4
	20	71,9	313,2	19903,8

Da li su ove elektrane ekonomične? Promatrano po parametrima raspravljanih velikih elektrana, one su po investicionim troškovima trostruko do peterostruko skuplje. One nisu riješile ni pitanje dovoljne i stalne opskrbe odnosnih potrošnih područja.

Bila im je dobra strana što su poslužile za izobrazbu stručnih kadrova, koji su i tim putem danas u stanju projektirati, graditi i upravljati postrojenjima daleko većih jedinica, kao i da su djelomično pokrile potrebu za energijom.

Slaba strana im je bila što su razmjerno jako dugo angažirale pojedine direkcije, dobavljače i investitore.

Svi su znaci da bi ovih elektrana bilo manje u proteklom razdoblju, da raspoloživi uređaji, potreba za prototipovima tadašnjeg najvećeg dometa, kao i gotovi projekti nisu određivali veličinu njihove izgradnje.

One po sebi nisu ekonomične, no pridonijele su u nedovoljno ispitanoj mjeri privrednom podizanju tih područja. Za njih su ovi izvori bili glavni pokretač; za ovaj konačni cilj oni su bili posredno ekonomični. Tako to tumače korisnici ovih i sličnih izgradnji i nije sigurno, da se bilo što poučno dobiva prikazom da su investicioni količnici ovih elektrana visoki u relaciji s količnicima izbora koji su raspravljeni i u gradnji ili se raspravljaju u svrhu pristupanja izgradnji za pokriće porasta konzuma u Jugoslaviji u idućih 7 godina.

2. Jugoslavija raspolaže sa znatnim energetskim potencijalom u odnosu na onaj sa susjednim zemljama. Vodne snage Jugoslavije cijene se sa 25,2 % prema isto tolikom postotnom udjelu Italije, 22,4 % Austrije, 1,1 % Mađarske, 20,2 % Rumunjske, 1,4 % Bugarske, 2,3 % Grčke i 2,2 % Albanije [16] str. 28.

Stupanj istraženosti našeg vodnog potencijala bio je u predratnom razdoblju vrlo mali.

Izbor prvih elektrana u poslijeratnom razvoju nužno se je osnivao na stupnju poznavanja ovih snaga, odnosno na materijalu o izučenim rijekama 1945. do 1947. To poznavanje bilo je ograničeno na određene sektore i na postrojenja proučavana prije i tokom Drugog svjetskog rata.

Obje skupine razloga bile su u primjetnom koneksitetu.

Općenito moramo računati s neotklonivom činjenicom, da su naša materijalna sredstva ograničena i da će naš zadatak doseći energetski optimum u okviru raspoloživih sredstava. Ostvarenje skupih projekata treba ostavljati po strani.

Račun efektivnosti ulaganja zahtijeva poznavanje roka unutar kojega se trebaju refundirati ta sredstva. Pri tom moramo uzeti u obzir da je taj rok relativnog značenja, jer utvrđujemo efektivnost ulaganja u neko postrojenje odnosno skupinu postrojenja u odnosu na efektivnost ulaganja u drugu skupinu postrojenja, koji nam daju bar jednaki energetski efekat. Ukoliko se privrednici razilaze već u pogledu roka, budući da neki zahtijevaju 10, a drugi čak samo tri godine, vidimo koliko se široke mogućnosti ostvaruju sa promjenom roka efektivnosti. Isto tako presudno je za konačan rezultat odluke o efektivnosti nekog projekta pitanje, kako da uspoređujemo postrojenja po ekonomskoj efektivnosti.

Razmišljanja o najboljem načinu ekonomike efektivnosti elektroenergetskih postrojenja vode do zaključka, da ne preostaje drugo nego u cjelini preračunati po ekonomskom i energetskom efektu nekoliko varijanata i među njima izabrati onu, koja nas u okviru raspoloživih sredstava, određenih utvrđivanjem globala pojedinih grana gospodarstva, uvjerava u najbolji energetski efekat.

Po sebi je razumljivo, da takvo ekonomsko energetsko računanje mora zahvatiti cjelokupan tehnološki proces sistema; od proizvodnje do potrošnje energije. Radi toga mogao bih nazvati takav postupak utvrđivanja efektivnosti elektroenergetskih postrojenja kao način kompleksnog planiranja.

Razumljivo je nastojanje koje teži za skraćenjem računanja i za postupkom, koji bi omogućavao da se u određene jednadžbe umeću vrijednosti za promjenljive veličine i da nakon toga — po mogućnosti mehaničkim putem — utvrdi rezultat. Ipak moram na žalost konstatirati, da je problem suviše živ i svestran, a da bi se mogao uklopiti u okvire tijesnih jednadžbi. Isto tako smatram da ništa nije nesigurnije nego zanositi se mišlju, da imamo jednadžbu, po kojoj bi svaki projektant mogao odrediti efektivnost postrojenja koje projektira.

Kad sam već spomenuo postupak računanja mehaničkim putem neka još pridodam, da po mojem mišljenju, pri utvrđivanju efektivnosti postrojenja elektroenergetskog sistema, računanje mehaničkim putem nema izgleda na uspjeh, budući da se — prema upravo iznesenom — problem ne može uklopiti u jednadžbu niti se može prognozirati. Upotreba računskih strojeva ima međutim ogromno značenje i izglede pri rješavanju problema optimalnog voznog reda u elektroenergetskim sistemima. No i ovdje odnosi nisu više linearni pa će biti potrebno uteći se diferencijalnom ili gradijentnom programiranju. Toplo bih preporučio, da se nastojanja naših stručnjaka na polju računanja mehaničkim putem još jače usmjere u tom pravcu.

IV. Ukalkuliranje rente u investicije

Među osnovnim postavkama politike investiranja u elektroenergetska postrojenja dužan sam upozoriti još na neka pitanja koja su do sada premalo ili uopće nisu bila uzimana u obzir. Ta pitanja se međutim javljaju već pri izradi projekta.

Poznato je da naročito kod hidroelektrana — i to prvenstveno kod akumulacionih — veliku ulogu igra pitanje upotrebljenih zemljišta. Ovdje smo u dosadašnjim projektima prilično griješili, budući da nismo ocjenjivali potopljena zemljišta. Zemlja kao sredstvo proizvodnje ima svoju trajnu cijenu također u socijalističkom gospodarstvu pa ju zato treba u projektima procjenjivati.

Do sada smo postupali tako, da smo zemlju procjenjivali po uzoru postupaka o eksproprijaciji a da nismo uzimali u obzir, da je potopljena zemlja za narodno gospodarstvo po dosadašnjoj namjeni, zauvijek izgubljena. Visina otkupa po eksproprijacionom postupku ne bi smjela biti mjerilo za kalkuliranje potopljene zemlje, nego jedino kao vječna renta utvrđene izmjene visine hektarskog prihoda.

Da bi poštivanje toga načela moglo imati presudan utjecaj na ekonomsku efektivnost projektiranog postrojenja, možemo se uvjeriti iz slijedećeg primjera. U projektu iz godine 1954. [17] za HE Peruća je za eksproprijaciju zemljišta bilo predviđeno 629 milijuna dinara. Pri tome je za 1143 hektara obradive zemlje bila uzeta cijena od 300.000 Din/ha. Investicioni program [18] str. 354—360 sadržava sličan podatak; za 1120 ha, za stambene gospodarske zgrade i ostalo sveukupno 675 milijuna dinara. Efektivan otkup 1813 ha obradivog i ostalog zemljišta sa raslinama i pripadajućim stambenim i gospodarskim zgradama, komunalnim dobrima, te odštete izvršene u razdoblju 1956. do 1961. iznosile su 1376,5 milijuna dinara. Samo obradivo zemljište je bilo otkupljivano po ponderiranoj otkupnoj cijeni od 594.000 Din/ha.

Sve to ipak predstavlja samo hektarski prihod od nekoliko godina. Niti u projektu, a niti u investicionom programu nije međutim iskazan gubitak potopljene zemlje.

Ako bi računali, ne po načelu otkupa, nego po načelu izgubljene zemlje, dobili bi za kalkulaciju čak deseterostruki iznos investicionog opterećenja projekta iz naslova tla, što bi pri ukupnoj investiciji od 13,3 do 13,5 milijarda dinara [18] str. 354 znatno utjecalo.

Što vrijedi za Peruću, vrijedi listom i za sve ostale hidroenergetske projekte u Jugoslaviji.

U pogledu isplate tako kalkuliranih sredstava za zemlju razumljivo nije mišljeno, da bi taj iznos bio plaćen bivšim vlasnicima (privatni vlasnici, komunalna dobra, zadruge itd.) Razliku između visine otkupa po načelu eksproprijacije i vječne rente bi u pravilu trebali vratiti blagajni društva, koja će sa ostvarenjem projekta izgubiti viši dohodak na katastarskom prihodu.

Sličan problem se javlja kod vodova. Za dalekovod, čija izvedba zahtijeva 30 m široki pojas zemljišta, potrebno je već pri dužini od 100 km 300 ha zemljišta. Problem postaje akutan naročito kod šumskih presjeka gdje zemljište pod dalekovodom praktički postaje mrtvo.

Jednako tako, ako ne i još presudnije za kalkulaciju izgradnje novih elektrana je pitanje vrednovanja bilančnih zaliha ugljena. U državama sa slobodnim tržištem ta je stvar prilično jednostavna; tamo se u kalkulacijama uvažuje tržna cijena fosilnih i likvidnih goriva. U našem gospodarstvu taj problem je bitno druge prirode. Problem je bio načet već u raspravama na VI zasjedanju Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE 1962, u Budvi, ali bez nekog određenog zaključka. Postavljeno pitanje bi se moralo temeljito obraditi i dati određene upute za kalkuliranje.

S tim u vezi postavlja se pitanje, kako će se ovaj način kalkuliranja odraziti na postojeće cijene električne energije. U toj stvari D. Feöcze [19], strana 601, navodi slijedeće: »Kod nas se takva renta javlja u dohotku proizvodnje — realizirane po tržnim cijenama — koju omogućuje neka prirodna sila ili na koju povoljno djeluju prirodni uvjeti. Prema tome, ona je posebna kategorija »ekstra dohodaka«, koji nastaju djelovanjem prirodnih uvjeta, za razliku od ekstra dohotka, koji nastaje boljom organizacijom rada ili primjenom suvremenih sredstava proizvodnje, dakle svijesnim djelovanjem ljudi . . . U vezi sa pitanjem obuhvatnosti instrumenata rente smatra se, da u obzir dolaze svi predmeti rada, dati neposredno od prirode, dakle i vodne snage kao energetski faktor proizvodnje. Kod odabiranja i iznalaženja metode za izračunavanje veličine rente (u elektroprivredi) treba uvažiti postavku prema kojoj uvođenje rente u naš privredni instrumentarij nema za svrhu promjenu cijene, već samo da se iz postojećeg okvira cijene zahvati onaj dio financijskog rezultata proizvodnje, koji je ostvaren djelovanjem prirodnih sila ili prirodnih uvjeta«.

U ostvarenoj renti hidroelektrane bi trebale po upravo citiranom prijedlogu [27] sudjelovati sa 10 %. U isto tolikoj visini trebale bi sudjelovati i komune. Ostatak od 80 % bi se obračunao republici i federaciji.

Oba razmatranja ovog pitanja se dopunjuju te će biti porebno u danom času uzeti ih u pretres.

V. Napomene na investiranje u prijenos energije

Potrebno je da malo pobliže razmotrimo problem prijenosa i raspodjele električne energije naročito zato, jer se na tom području uvode pojmovi koji izgleda nisu potpuno korektni.

U zadje vrijeme primjećujem, da se kod nas mreža 220 kV naziva superponiranom mrežom, pretpostavljam s težnjom, da joj bude dan neki drugi značaj nego što ga imaju mreže nižih organa.

Načelo privređivanja nas sili da se mreže raznih nivoa napona što bolje isprepliću pomoću konzumografski povoljno lociranih transformacija i da svaka mreža jednakomjerno prema svom kapacitetu sudjeluje u troškovima energije. Iz tih pobuda su Amerikanci uveli sistem energetskog preriva (load shifting), a samo su u izvanrednim slučajevima dopustili sistem prijenosa (transmission) te su za to uspjeli pokrivati potrebe potrošača energije sa nižim nivoima napona, nego što bi ih mogli očekivati obzirom na prostranstvo njihove zemlje kao i na promet energijom.

Budući da smo već u prilično širokom opsegu razveli mrežu 220 kV, morat ćemo je — ukoliko se je ne bi moglo racionalno pregraditi — iskorišćavati po sistemu preriva energije i to ne samo u zemaljskom, unutarnjem prometu, nego također u dodirima sa inozemnim mrežama.

Sistem superponiranja mreža, međutim, u našim gospodarskim prilikama, gdje se borimo za najnužnija sredstva, ne možemo sebi priuštiti.

Literatura

[1] Ing. Radoslav Planić, *Elektroprivreda i široka elektrifikacija*, Elektroprivreda, Beograd 1961, br. 9.

[2] Ing. Ožbolt Gros, *Likanje obtežilnih diagramov v elektriškem gospodarstvu.* Ref. št. 22 na Posvetovanju o tehniških problemih distribucije električke energije, maj — junij 1963 DES, Ljubljana 1963.

[3] Dragomir Vojnić, *Neki aspekti problema analize investicija na području Jugoslavije u poslijeratnom periodu,* Ekonomski pregled, Zagreb, 1959, br. 10.

[4] Walker C. Cisler, *Optimalne investicije u elektroprivredi kod ekonomski nedovoljno razvijenih zemalja,* Tehnika, Beograd 1959, br. 4.

[5] Dr. Rudolf Stahl, *Der nationale Gewinn internationaler Zusammenarbeit,* Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, Wien 1956, H 6.

[6] Dr. Rudolf Stahl, *Der nationale Gewinn internationaler Zusammenarbeit,* Bulletin d. schweizerischen Elektroverbandes, Zürich 1956, No 16.

[7] Ing. Radoslav Planić: *Investicije u elektroprivredi,* Razvoj elektroprivrede Jugoslavije 1945 do 1955, Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd 1957.

[8] Ing. Radoslav Planić: *Investiciona odvajanja za jugoslavensku elektroprivredu i njeni efekti 1945 do 1965.* — ZEPH, Zagreb, 1963.

[9] Dr Ivan Vinski i Narcisa Čemalović: *Upotreba narodnog dohotka Jugoslavije,* Ekonomski pregled, Zagreb 1956, br. 5.

[10] *Metodika po opredelenju ekonomičeskoj effektivnosti gidroelektrostancij,* Gidrotechničeske stroiteljstvo, Moskva 1960, No 11.

[11] I. A. Siromnjatnikov: *Osnovnie napravljenija po osuščestveniju splošnoj elektrifikacii,* Električestvo, Moskva 1959, No 12.

[12] Ing. Dragutin Obradović: *Savremeni tarifni sistem električne energije u Francuskoj,* Elektroprivreda Beograd 1961, br. 2.

[13] Ing. Radoslav Planić: *Ekonomičnost električnih postrojenja,* Elektroprivreda, Beograd 1958, br. 6.

[14] Dr ing. Vujica Jevđević, *Neke osobine posleratne izgradnje hidroelektrana u Jugoslaviji,* Elektropriveda, Beograd 1957, br. 5 do 6.

[15] H. K. Barrows, S. B., *Water Power Engineering,* Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York and London 1943.

[16] Ing. Jerko Jerić: *Vodne snage NR Hrvatske,* Institut za elektroprivredu Zagreb, 1953.

[17] Elektroprojekt, Zagreb, projekt br. 521 HE Peruća od III. 1954.

[18] Ing. Radoslav Planić, *Troškovi izgradnje akumulacije i pribranske elektrane Peruća,* Energija, Zagreb.

[19] Dipl. ek. Danijel Feöcze: *Renta u elektroprivredi,* Elektroprivreda Beograd, 1961, br. 11—12.

Naslov pisca: Ožbolt Gros, dipl. el. ing., raziskovalni inženir v Elektroinštitutu, Ljubljana, Hajdrihova ul. 2.

Ovaj je rad iznesen na Savjetovanju ekonomista elektroprivrede, održanom u Sarajevu, u januaru 1964. Članak je napisan na slovenskom jeziku. Preveo ga je i uredio, te opremio dijagramima ing. ec. Radoslav Planić.

RAZVOJ ELEKTRIČNE MREŽE GRADA KARLOVCA

Ivan Janić, Zagreb

Iznosi se idejno rješenje električne mreže grada Karlovca za perspektivu od cca 30 godina. Karlovac bi tada imao oko 100 000 stanovnika i 29 000 kućanstava. Rezultat analize konzuma pokazuje da bi potrošnja električne energije iznosila 313 000 MWh, a vršno opterećenje 70 MW. Predviđa se izgradnja dviju transformatorskih stanica 110/30 kV u Donjem Pokuplju i Maloj Švarči, i 5 transformatorskih stanica 30/10, te hidroelektrane Jelsa instalirane snage 20 MW.

DK 621.310

Uvod

Geografski položaj i saobraćajne veze grada Karlovca

Grad Karlovac se nalazi u središtu Pokuplja na hidrografskom čvoru četiriju rijeka. U Karlovcu se Mrežnica ulijeva u Koranu, ova u Kupu, a u neposrednoj blizini grada, kod Mahična, ulijeva se u Kupu i Dobra.

Karlovac je najpogodnije raskršće puteva koji vode iz sjeverne Hrvatske i Slovenije u Hrvatsko Primorje. To se vidi iz činjenice da sve izgrađene ceste u 18. i 19. stoljeću polaze u Hrvatsko Primorje iz Karlovca: Karolinska cesta (Karlovac—Novigrad na Dobri—Bosiljevo—Vrbovsko—Ravna Gora—Mrkopalj—Fužine—Zlobin—Meja—Bakar—Rijeka, godine 1726), Jozefinska cesta (Karlovac—Senj preko Velike Kapele, godine 1779) i Lujzinska cesta (Karlovac—Novigrad—Severin na Kupi—Vrbovsko—Srpske Moravice—Skrad—Delnice—Lokva—Mrzle Vodice—Jelenje—Rijeka, godine 1809). Po toj trasi ide uglavnom i novoizgrađena cesta 1. reda Karlovac—Rijeka (godine 1954.). Cesta Karlovac—Zagreb izgrađena je godine 1750.

Nedavno je izgrađena i moderna asfaltirana cesta Karlovac—Plitvička jezera.

Karlovac se nalazi na raskrsnici željezničkih pruga za Zagreb, Rijeku odnosno Split, Sisak i Ljubljanu. Željeznička pruga Zagreb—Karlovac—Rijeka izgrađena je već 1873, a doskora će biti elektrificirana (za sada je elektrificiran dio od Rijeke do Ogulina).

Značaj Karlovca

Karlovac je upravni, prosvjetni, kulturni i zdravstveni centar kotara. Područje kotara Karlovca zaprema površinu od 9745,6 km², a na tom području bilo je 1961. godine 350 000 stanovnika. Međutim, gradu Karlovcu gravitira i dio Banije, a u pogledu zdravstvenih ustanova i dio sjeverozapadne Bosne.

Karlovac je važan i kao saobraćajni čvor koji se nalazi na raskrsnici cesta i željezničkih pruga između sjeverozapadne Hrvatske, Hrvatskog Primorja, jugoistočne Slovenije i sjeverozapadne Bosne.

Općina Karlovac je izrazito industrijsko područje, jer na industriju otpada oko 70 % ukupnog bruto-produkta.

Razvoj grada Karlovca

Karlovac je relativno noviji grad. Osnovan je godine 1579. kao tvrđava za obranu od Turaka po nalogu štajerskog nadvojvode Karla. Tvrđava ima oblik pravilne šesterokrake zvijezde opkoljene šančevima. Ulice u tvrđavi tvore pod pravim kutom pravilnu mrežu. Karlovac je tada bio »idealni« vojnički grad-tvrđava. Kad je prestala opasnost od Turaka, potkraj 17. stoljeća, grad se počeo širiti i izvan tvrđave, te se razvio u trgovački i obrtni centar.

Kasnije, razvojem industrije, uglavnom u razdoblju između dva svjetska rata, a naročito nakon drugog svjetskog rata, Karlovac je postao jaki industrijski centar.

Stanovništvo Karlovca se brzo povećavalo. Grad je imao

Godina	Broj stanovnika
1880.	11 800
1931.	21 210
1948.	23 297
1953.	31 842
1961.	39 803

Vidi se da se stanovništvo Karlovca u proteklih 30 godina skoro udvostručilo.

Dosadašnji razvoj i sadašnje stanje električne mreže i konzuma

Razvoj električne mreže

Karlovac je dobio električnu rasvjetu 1908. Te godine dovršena je na Kupi hidroelektrana Ozalj I čija je gradnja započeta 1907. Elektrana je imala instalirane dvije Francis-turbine po 900 KS s trofaznim generatorima od 780 kVA napona 5 kV. Istodobno je sagrađen i dalekovod 20 kV od Ozlja do Karlovca u duljini od oko 16 km, te transformatorska stanica 20/5 kV u Karlovcu s dva transformatora po 1400 kVA.

Razvod električne energije izveden je kabelima 5 kV, preko transformatorskih stanica 5/0,2 kV.

Godine 1913. instaliran je u hidroelektrani Ozalj I i treći agregat iste snage.

Zbog sve veće potrebe električne energije, naročito za potrebe industrije, sagrađena je godine 1925. u Karlovcu dizelska elektrana Dubovac.

Elektrana je imala instaliran dizelski motor snage 1000 KS s trofaznim generatorom od 900 kVA, 5 kV.

Godine 1928. dovršena je rekonstrukcija hidroelektrane Ozalj I, tako da je elektrana postigla snagu od 2625 kW odnosno 3500 kVA (2 × 1200 kVA i 1 × 1100 kVA) koliko ima i danas.

Da se udovolji potražnji električne energije Karlovca u vrijeme niskog vodostaja Kupe, kada hidroelektrana u Ozlju zajedno s dizelskom elektranom Dubovac nije mogla zadovoljiti tu potražnju, izgrađen je vod 30 kV Zagreb—Karlovac 3 × 50 mm² Cu, duljine 55 km. Vod je izgrađen na betonskim stupovima, s mogućnosti prijelaza na 60 kV, a pušten je u pogon 1930. Istodobno je izgrađena u Karlovcu i transformatorska stanica 30/20/5 kV Ilovac s dva tronamotna transformatora po 3000/2000/1000 kVA. Tri napona su odabrana zato što je Karlovac imao mrežu 5 kV, a 20 kV je imao dalekovod iz hidroelektrane Ozalj.

Hidroelektrana Ozalj II stavljena je u pogon 1952, a ima dvije vodne turbine Kaplan s trofaznim generatorima po 1800 kVA, 6 kV. Dalekovod 30 kV na drvenim stupovima HE Ozalj II-Ilovac 3 × 35 mm² Cu, duljine 13,8 km izgrađen je godine 1951.

Izgradnjom dalekovoda 30 kV na betonskim stupovima Ilovac—Tušmir 3 ×70 mm² Cu duljine 11,5 km godine 1950. i transformatorske stanice 30/10 kV Tušmir, povezane su s elektroprivrednom mrežom industrijske elektrane Pamučne industrije Dugaresa.

Godine 1954. povezana je transformatorska stanica 30/10 kV Tušmir s hidroelektranom Gojak vodom 30 kV na betonskim stupovima 3 × 70 mm² i 3 × 50 mm² Cu ukupno duljine 27,2 km (8 km + + 19,2 km) tako da je Karlovac dobio još jedan izvor električne energije.

Industrijska stanica 30/10 kV »Jugoturbina« sagrađena je 1945. i ima instalirana tri transformatora po 860 kVA, a nalazi se u vodu 30 kV Ilovac—Tušmir.

Godine 1960. rekonstruirana je transformatorska stanica Dubovac s napona 20/5 kV na napon 30/5 (10) kV, a ujedno je izgrađen i vod 30 kV Ilovac—Dubovac 3 × 120 mm² Alče duljine 3,9 km. Vod je izgrađen na betonskim stupovima, a samo manji dio pred TS 30/10 kV Ilovac je izgrađen na drvenim stupovima, jer se predviđao uvod tog voda u buduću TS 110/30 kV Karlovac koja bi bila smještena u području D. Pokuplja.

Godine 1961. transformatorska stanica Ilovac prešla je s napona 30/20/5 kV na napon 30/5 kV.

Sadašnje stanje električne mreže

Karlovac dobiva električnu energiju iz tri izvora: iz TS 110/30 kV Rakitje preko voda 30 kV 3 × 50 mm² Cu, duljine 41,2 km Rakitje—Jastrebarsko—Ilovac, iz HE Ozalj I i II preko voda 30 kV 35 mm² Cu, duljine 13,8 km Ozalj—Ilovac, te iz HE Gojak preko voda 30 kV 3 ×50 (3 × 70) mm² Cu duljine 29,7 km Gojak—Jugoturbina.

Sam grad Karlovac snabdijeva se sada uglavnom iz dvije transformatorske stanice 30/5 kV, Ilovac i Dubovac. Transformatorska stanica 30/10 kV »Jugoturbina« služi samo za potrebe istoimene tvornice, dok transformatorska stanica 30/10 kV Tušmir snabdijeva samo neke industrijske potrošače na periferiji Karlovca kao na pr. Tekstilnu industriju »Ivo Lola Ribar« u Mrzlom Polju i pogon »Vunateks«-a u Turnju.

Dok je TS 30/5 kV Dubovac posve gradska stanica (osim grada Karlovca iz nje se snabdijeva samo selo Vučjak), TS 30/5 kV Ilovac snabdijeva i velik dio šireg područja Karlovca, koje na istoku siže sve do Šišljavića.

Gradska visokonaponska distributivna mreža ima napon 5 kV. Mreža je izvedena pretežno kao kabelska. Nonimalni naponi kabela su 6 i 10 kV. Ukupna duljina kabelske mreže 5 kV iznosi sada cca 31 km, od čega još ima oko 5 km kabela 6 kV.

Mreža je izvedena sa različitim presjecima od 3 × 6 mm² Cu do 3 × 95 mm² Cu. Duljina kabelske mreže s presjekom 3 × 95 mm² Cu iznosi 9,9 km, a s presjekom 3 × 70 mm² Cu 2,8 km.

Na teritoriju grada Karlovca postoji 68 transformatorskih stanica 5 (10) / 0,4 kV s ukupnó instaliranom snagom od 18600 kVA. Svega 4 transformatorske stanice s ukupno instaliranom snagom od 850 kVA imaju prijenosni odnos 10/0,4 kV. Godine 1963. sagrađene su još tri transformatorske stanice koje još nemaju transformatore. Prosječno na jednu gradsku transformatorsku stanicu dolazi 273 kVA i oko 0,5 km kabela 5 kV. Osim 14 transformatorskih stanica koje su izvedene na stupu, sve stanice su zidane, bilo slobodno stojeće, bilo u sklopu zgrade.

U budućnosti se predviđa prijelaz visokonaponske distributivne mreže Karlovac s napona 5 kV na napon 10 kV.

Gradska niskonaponska mreža izvedena je većinom kao nadzemna, a samo djelomično kao kabelska. Ukupna duljina niskonaponske mreže u Karlovcu iznosi 176 km, od čega je 145 km nadzemne mreže, a 31 km kabelske mreže. Niskonaponska mreža je izvedena s presjecima vodiča od 6 mm² Cu do 95 mm² Cu. Niskonaponska gradska mreža imala je prije napon 190/10 V, ali je sada već potpuno prešla na normalni napon 380/220 V. Napon 190/110 V postoji još samo kod tri industrijska potrošača, ali će i tu doskora prijeći na normalni napon 380/220 V.

U Karlovcu je 31. 12. 1962. bilo 170 rasvjetnih mjesta javne rasvjete s ukupno instaliranom snagom od 240 kV. Prema vrsti bilo je 1332 žarulja sa žarnom niti, 502 fluorescentnih cijevi i 274 visokotlačnih živinih žarulja.

Dosadašnji razvoj konzuma i vršnog opterećenja

Ukupna potrošnja električne energije u Karlovcu iznosila je 1963. godine 34 031 MWh odnosno 66,3 % od ukupne potrošnje područja »Elektre« Karlovac.

Od ukupne potrošnje električne energije otpada na široku potrošnju 15 149 MWh, a na velepotrošnju 18 882 MWh.

Od velepotrošnje otpada na komunalnu velepotrošnju (vodovod) 1 692 MWh, a na ostalu velepotrošnju 17 190 MWh.

Udio kućanstva u širokoj potrošnji iznosio je 10 143 MWh, odnosno 68,7 %, a velepotrošnje u ukupnoj potrošnji 55,3 %.

Na sl. 1 prikazan je razvoj potrošnje električne energije u Karlovcu po vrstama potrošača od 1948. do 1962.

Prosječni godišnji eksponencijalni prirast ukupne potrošnje električne energije u Karlovcu od 1948. do 1962. iznosio je 10,6 %. Prosječni godišnji eksponencijalni prirast široke potrošnje od 1948 do 1962 godine iznosio je 14,2 %, potrošnje u kućanstvu 14,3 %, komunalne velepotrošnje 4,0 % i ostale velepotrošnje 9,4 %.

Kako se vidi, u razdoblju od 1948. do 1962. Karlovac ima veliki porast potrošnje električne energije, a naročito široke potrošnje odnosno potrošnje električne energije u kućanstvu.

Specifična potrošnja električne energije široke potrošnje svedene na kućanstvo iznosila je 1962. godine 1145 kWh, a specifična potrošnja električne energije u kućanstvu 788 kWh.

Ukupno vršno opterećenje Karlovca iznosilo je 1962. godine 6,6 MW, odnosno 52,0 % od ukupnog vršnog opterećenja područja Elektre, Karlovac.

Na sl. 2 prikazan je razvoj vršnog opterećenja grada Karlovca i ukupnog područja Elektre, Karlovac od 1953. do 1962. Prosječni godišnji eksponencijalni prirast vršnog opterećenja Karlovca od 1953. do 1962. iznosi 19,9 %, a upotrebno vrijeme vršnog opterećenja grada Karlovca 5 150 h/god.

Udio potrošnje električne energije u kućanstvu u ukupnoj širokoj potrošnji kretao se u periodu od 1948. do 1962. u Karlovcu od 50,3 % (1955) do 77,6 % (1953). Godine 1962. iznosio je udio potrošnje električne energije u kućanstvu u ukupnoj širokoj potrošnji 68,7 %. Udio velepotrošnje (uključivši i komunalnu velepotrošnju) u ukupnoj potrošnji kretao se u Karlovcu od 1948. do 1962. god. od 71,5 % (1948) do 55,3 % (1962).

Mogućnost snabdijevanja električnom energijom

Sadašnji kapaciteti vodova 30 kV premali su da se prebaci potrebna snaga za područje Karlovca. Naročito je težak slučaj kad je koji vod 30 kV u kvaru.

U Karlovcu postoji nekoliko manjih industrijskih elektrana koje uglavnom služe kao rezerva i ne dolaze u obzir kod promatranja izvora električne energije.

U Pamučnoj industriji Duga Resa postoji hidroelektrana i termoelektrana koje snabdijevaju Pamučnu industriju električnom energijom. Maksimalna snaga obiju elektrana iznosi oko 4000 kW, a njihova godišnja proizvodnja oko 20 000 000 kWh.

Osvrt na generalni urbanistički plan Karlovca

Kao osnova za procjenu perspektivnog konzuma i oblikovanje perspektivne mreže služio je Generalni urbanistički plan grada Karlovca izrađen u Urbanističkom institutu SR Hrvatske u Zagrebu. Ovaj plan daje osnovne smjernice za prostorni razvoj grada za narednih 30 godina.

Prema Generalnom urbanističkom planu, Karlovac bi u budućnosti imao 3 rajona:

I Rajon *Dubovac* (»Kupa«) obuhvaća područje Luščića, Dubovca, Borlina i Drežnika. Površina rajona iznosi 279 ha, a planirani broj stanovnika 39 000.

II Rajon *Švarča* obuhvaća područje Gornje i Donje Švarče, Udbinje i Mostanja. Površina rajona iznosi 146 ha, a planirani broj stanovnika 35 000.

III Rajon *Gaza* obuhvaća staru jezgru, područje Rakovca i Gažanskog polja te dio Banije. Površina rajona iznosi 132 ha, a planirani broj stanovnika 24 000.

Prema tome na površini od 613 ha predviđa se oko 100 000 stanovnika i 29 000 kućanstava.

Gradski rajoni bit će samostalne organizaciono-upravne jedinice. Rajoni su podijeljeni na stambene zajednice. Javne funkcije su koncentrirane u gradskim centrima, rajonskim centrima i centrima stambenih zajednica.

U sklopu gradskih centara predviđaju se uprava i ustanove općeg značaja. U sklopu rajonskih centara predviđaju se objekti za narodnu miliciju, rajonsku poštu, banku, dom narodnog zdravlja i dr. Svaka stambena zajednica bi imala osnovnu školu, a svaki rajon gimnaziju. Između Korane i stare jezgre grada predviđena je zona viših i visokih škola.

Predviđaju se dvije industrijske zone: sjeverna industrijska zona na Baniji proširena na području Selca i Mogorova i južna industrijska zona, za metaloprerađivačku industriju u Maloj Švarči. Zone gradskih servisa, većih zanatskih radiona i skladišta predviđene su u Ilovcu i Turnju.

Kod Korane predviđa se glavna rekreaciona zona i sportski centar

Autocesta iz Zagreba prolazit će istočnom stranom grada. Kod Mekušja predviđen je glavni razdjelni čvor-rotor. Sadašnja željeznička stanica bila bi samo putnička stanica, dok se u Ilovcu predviđa nova teretna stanica.

Perspektivni razvoj konzuma

Procjena perspektivnog konzuma dana je za period od oko 30 godina koliko se prosječno uzima i trajnost električne mreže. Taj period je također uzet kod urbanističkog plana razvoja grada Karlovca.

Analiza perspektivnog konzuma predviđena je posebno za široku potrošnju, javne objekte i velepotrošače.

Široka potrošnja

Jedna od karakteristika konzuma široke potrošnje, izuzevši veće javne objekte koji su posebno promatrani, jest, da je konzum rasprostranjen po čitavoj gradskoj površini. Zbog toga je konzum grupe široke potrošnje sveden na kućanstvo.

Kod procjene perspektivnog konzuma široke potrošnje uzeto je da će standard u promatranom periodu svakako znatno porasti. Konzum široke potrošnje podijeljen je u dvije grupe:

a) konzum u kućanstvu,

b) konzum u ostaloj širokoj potrošnji.

a) Konzum u kućanstvu

U tablici 1 dana je pretpostavljena struktura priključne vrijednosti i potrošnje električne energije prosječnog kućanstva. Kod toga je uzeto u obzir da sva kućanstva neće biti u promatranom periodu potpuno elektrificirana.

U strukturi je predviđeno električno kuhanje i priprema tople vode, ali ne i električno grijanje stana, osim dodatnog grijanja odnosno grijanja u prijelaznom razdoblju. Pretpostavljeno je da 50 % kućanstava ima električni štednjak, električno kuhalo i infra-grijač, 40 % kućanstava stroj za pranje rublja a električni bojler u kuhinji 30 % kućanstava.

Struktura priključne vrijednosti i potrošnje električne energije prosječnog kućanstva

Tablica 1

Red. broj	Naziv električnog trošila	Priključna vrijednost W	Upotrebno vrijeme h/god	Potrošnja električne energije kWh/god
1	Žarulje	800	400	320
2	Štednjak (6300×0,5)	3 150	150	470
3	Kuhalo (2000×0,5)	1 000	200	200
4	Bojler za kuhinju (1200×0,3)	300	300	90
5	Bojler za kupaonicu	1 500	500	750
6	Električna peć	1 800	900	1 620
7	Infra-grijač (1000×0,5)	500	140	70
8	Stroj za pranje rublja s motorom i el. grijačem (1500×0,4)	600	150	90
9	Glačalo	450	110	50
10	Hladnjak	100	3 000	300
11	Usisač	200	150	30
12	Laštilica	200	100	20
13	Elektroakustički aparati	200	800	160
14	Ostali elektr. aparati	200	150	30
	Ukupno	11 000	380	4 200

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

Iz tablice 2 se vidi da bi od ukupne potrošnje električne energije prosječnog kućanstva otpalo na električno grijanje i kuhanje 3 200 kWh odnosno 76,2 %, a na rasvjetu i ostale električne aparate 1 000 kWh odnosno 23,8 %.

Prosječno vršno opterećenje kućanstva je manje od prosječne priključne vrijednosti.

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

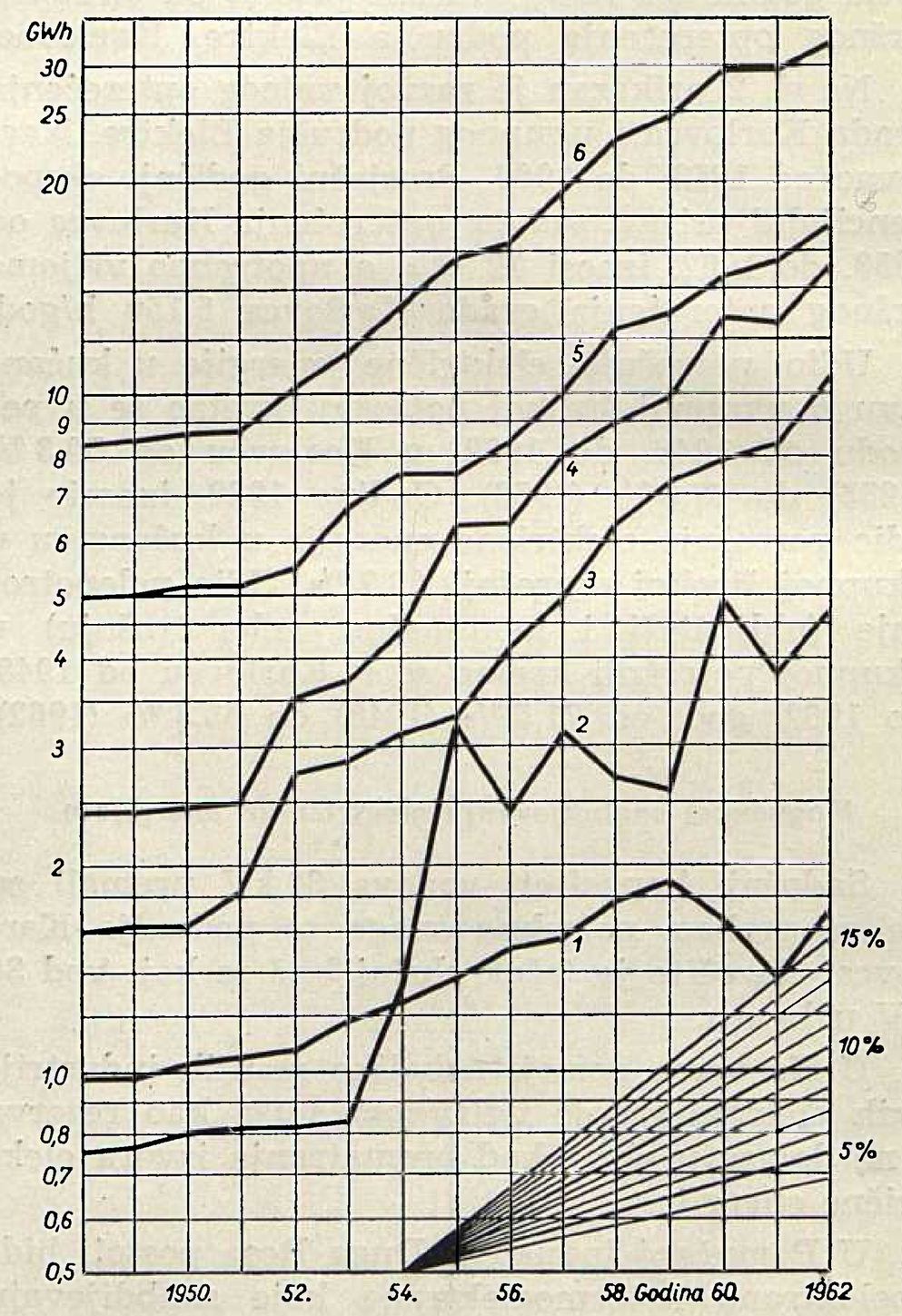
Tablica 2

Red. broj	Vrst primjene električne energije	Priključna vrijednost W	Upotrebno vrijeme h/god	Potrošnja električne energije kWh
1	Rasvjeta	800	400	320
2	Kuhanje	4 150	160	670
3	Grijanje vode	1 800	465	840
4	Grijanje prostorija	2 300	785	1 690
5	Ostali elektr. aparati	1 950	350	680
	Ukupno	11 000	380	4 200

Faktor potražnje tj. omjer između vršnog opterećenja i priključne vrijednosti obično se kreće između 0,35 i 0,75, već prema vrsti stana i primjeni električne energije. Manji faktor potražnje se odnosi na veća kućanstva sa širom primjenom električne energije. Za grad Karlovac odabran je faktor potražnje 0,50, tako da prosječno vršno opterećenje jednog kućanstva iznosi 5 500 W.

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

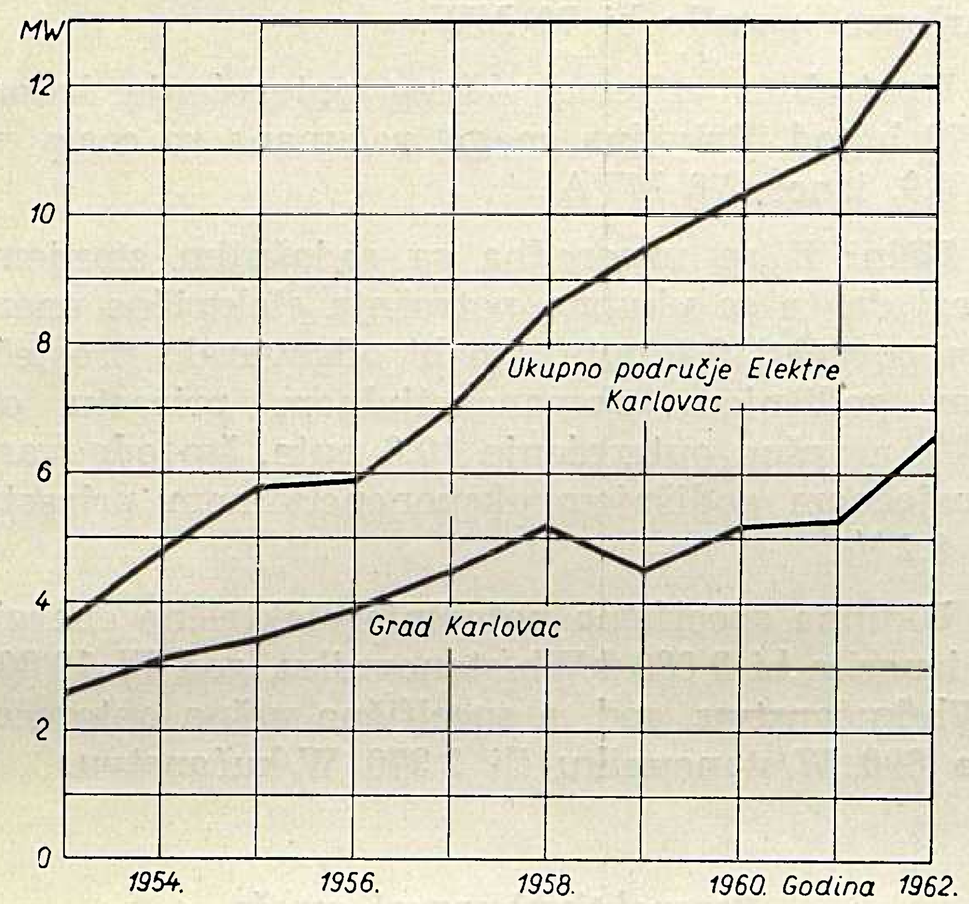
$$k_n = k_\infty + (1 - k_\infty)\frac{1}{\sqrt{n}}$$



Sl. 1. Razvoj potrošnje električne energije u Karlovcu po vrstama potrošača od 1948. do 1962.

1 — komunalna potrošnja; *2* — malopotrošnja; *3* — kućanstva; *4* — malopotrošnja + kućanstva; *5* — velepotrošnja; *6* — ukupna potrošnja

Sl. 2. Razvoj vršnog opterećenja grada Karlovca i ukupnog područja Elektre Karlovac od 1953. do 1962.



gdje je k_n udio u vršnom opterećenju za n kućanstva. Faktor k_∞ određuje karakter potrošača. To je vrijednost kojoj teži faktor, ako broj potrošača teži neizmjernom. Faktor k_∞ se obično kreće u granicama od 0,1 do 0,3.

Za vrijednost $k_\infty = 0{,}2$ imamo izraz

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

Faktor k_n ispočetka brzo opada s porastom broja kućanstava, a kasnije ostaje gotovo jednak i teži svojoj graničnoj vrijednosti. Na primjer za 200 kućanstava, koliko otprilike dolazi na jednu gradsku transformatorsku stanicu 10/0,4 kV, specifično opterećenje kućanstva iznosi cca 1,4 kW/ /kuć., s upotrebnim vremenom vršnog opterećenja od 3 000 h/god.

Specifična potrošnja električne energije u kućanstvu je, uz zanemarenje gubitaka, jednaka za sve elemente mreže i iznosi za gradsko područje Karlovca 4 200 kWh/kuć. Za prigradska naselja Kaštel i Turanj iznosila bi specifična potrošnja 2 800 kWh/kuć.

Porast stanovništva

Prema popisu stanovništva godine 1961. Karlovac je imao 39 803 stanovnika i 13 511 kućanstava, odnosno 2.95 stanovnika po kućanstvu.

Prema Generalnom urbanističkom planu se predviđa da će Karlovac na kraju promatranog perioda imati oko 98 000 stanovnika i 28 000 kućanstava. S prigradskim naseljima Kaštel i Turanj Karlovac bi imao ukupno oko 102 000 stanovnika i 29 000 kućanstava, odnosno 3,5 stanovnika po kućanstvu.

Ukupno povećanje stanovništva za idućih 30 godina iznosilo bi 2,55 puta, a kućanstava 2,15 puta.

b) Ostala široka potrošnja

Za ostalu široku potrošnju dobivena je specifična potrošnja za gradsko područje od 1 400 W/kuć, a za prigradska područja 900 kWh/kuć.

Kod ostale široke potrošnje faktor istodobnosti odnosno specifično opterećenje je znatno manje promjenljivo u odnosu na broj potrošača. U našem slučaju može se uzeti da se specifično opterećenje ostale široke potrošnje kreće oko 400 W/kuć.

Ukupni konzum široke potrošnje

Prema naprijed izloženom ukupni specifični konzum široke potrošnje iznosi za gradsko područje 5 600 kWh/kuć, a za prigradsko područje 3 700 kWh/kuć.

Ukupni konzum široke potrošnje u Karlovcu iznosio bi 160 500 000 kWh, od čega bi na gradsko područje otpalo 156 800 000 kWh, a na prigradsko 3 700 000 kWh.

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

TS 10/0,4 kV	1,8 kW/kuć
Vod 10 kV	1,7 kW/kuć
TS 30/10 kV i viši nivoi	1,6 kW/kuć

a za prigradska područja:

TS 10/0,4 kV i vodovi 10 kV	1,1 kW/kuć
TS 30/10 kV i viši nivoi	1,0 kW/kuć

Prema tome bi ukupno vršno opterećenje široke potrošnje na nivou TS 110/30 (30/10) kV iznosilo 45 800 kW, od čega na prigradska područja otpada 1 000 kW.

Javni objekti

U potrošačku grupu »javni objekti« spadaju uglavnom: škole i domovi, gradski i rajonski centri, centri stambenih zajednica, rekreacioni centri, zdravstveni centri, hoteli, servisi i sl.

Ukupno vršno opterećenje javnih objekata iznosi 8,1 MW, a potrošnja električne energije 26 500 MWh.

Ukupno povećanje konzuma široke potrošnje, uključivši i javne objekte iznosi 12,3 puta što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom porastu od 8,7 %.

Velepotrošnja

Podaci o velepotrošačima dobiveni su najvećim dijelom na terenu od samih potrošača, zatim od Narodnog odbora općine Karlovac, distributivnog poduzeća Elektra, Karlovac, kao i od projektanata pojedinih objekata, a manjim dijelom su i procijenjeni.

Od velepotrošača u Karlovcu odskače tvornica »Jugoturbina« koja se nalazi na jugu Karlovca u Mrzlom Polju. Ona već sada ima vlastitu transformatorsku stanicu 30/10 kV, instalirane snage 3 × 0,86 MVA, i rezervnu dizelsku elektranu od 2 × 350 kVA. Godine 1962 »Jugoturbina« je imala potrošnju električne energije od 2 626 MWh s vršnim opterećenjem od 1 392 kW.

Sada je u toku proširenje tvornice, tako da bi godine 1965, nakon proširenja, vršno opterećenje »Jugoturbine« iznosilo 2 000 kW, a u konačnoj fazi proširenja oko 1970, predviđa se vršno opterećenje od 4 000 kW i potrošnja električne energije od 10 000 MWh.

Od ostalih većih potrošača treba spomenuti:

Naziv	Sadašnje opterećenje kW	Perspektivno opterećenje kW
Tvornica kože »Ivo Marinković«	360	1 000
Tvornica cipela »Josip Kraš«	490	1 000
ŽE-ČE	717	1 000
»Kordun«	490	1 000
Vodovod	370	1 300
Kanalizacija	37	2 500

Na sjeveru Karlovca predviđen je rezervat industrije s vršnim opterećenjem od 6000 kW, a na jugu u Maloj Švarči industrijski rezervat (metaloprerađivačka industrija) s vršnim opterećenjem od 3000 kW.

Algebarska suma vršnih opterećenja velepotrošača iznosi 27,8 MW. Uzevši u obzir i faktor istodobnosti od 0,75, ukupno vršno opterećenje velepotrošača iznosi 21 MW. Uz upotrebno vrijeme vršnog opterećenja u TS 110/30 kV od 6000 h/god potrošnja električne energije iznosi 126 000 MWh.

Kako je velepotrošnja, uključivši vodovod, 1962. iznosila 18 882 MWh, to ukupno povećanje iznosi 6,7 puta, što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 6,5 %.

Energetska rekapitulacija

Iz prethodnog izlaganja slijedi da bi za Karlovac iznosila potrošnja električne energije i vršno opterećenje kako je navedeno u tablici 3.

Energetska rekapitulacija

Tablica 3

Red. broj	Vrst potrošnje	Potrošnja električne energije MWh	Vršno opterećenje kW
1	Kućanstvo	120 400	32 300
2	Ostala široka potrošnja	40 100	13 500
	Ukupno (1+2)	160 500	45 800
3	Javni objekti	26 500	8 100
	Ukupno (1+2+3)	187 000	53 900
4	Velepotrošnja	126 000	21 000
	Sveukupno (1+2+3+4)	313 000	74 900

Uz faktor istodobnosti između velepotrošnje i široke potrošnje 0,93 ukupno vršno opterećenje Karlovca iznosilo bi 70 MW.

Upotrebno vrijeme vršnog opterećenja iznosi 4 470 h/god. Prividna snaga, računana sa cos φ = = 0,9, iznosi 78 MVA.

Učini li se usporedba sa sadašnjim stanjem, izlazi da će se ukupna potrošnja električne energije povećati 9,2 puta, što bi odgovaralo prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 7,7%, a vršno opterećenje 10,6 puta, što odgovara prosječnom godišnjem eksponencijalnom prirastu od 8,2 %.

Ukupna specifična potrošnja električne energije iznosila bi 3 080 kWh/stanovniku, god ili 10 800 kWh/kućanstvu, god, a specifično vršno opterećenje 690 W/stanovniku ili 2 370 W/kućanstvu.

Perspektivni razvoj mreže

Priključak na elektroenergetski sistem

Prema prijašnjem izlaganju ukupno perspektivno opterećenje Karlovca iznosilo bi 70 MW, odnosno, uz cos φ = 0,90, 78 MVA, s ukupnom potrošnjom električne energije od 313 000 MWh.

Kako je za okolno područje Karlovca potrebna snaga od oko 24 MW to bi ukupno opterećenje područja Karlovca iznosilo 94 MW, odnosno 105 MVA uz cos φ = 0,9.

Predviđa se da bi se ova snaga dobivala preko dviju transformatorskih stanica 110/30 kV : Karlovac I i Karlovac II. TS 110/30 kV Karlovac I locirana je oko 4,5 km sjeverno od centra Karlovca kod Donjeg Pokuplja, a TS 110/30 kV Karlovca kod Donjeg Pokuplja, a TS 110/30 kV Kar-Švarči. Stanice bi bile povezane vodom 110 kV, 3 × 240 mm² Alče duljine 12 km.

Transformatorska stanica 110/30 kV Karlovac I bila bi priključena na vodove 110 kV koji prolaze sjeverno od Karlovca tj. na dva voda iz TS 110/30 kV Rakitje odnosno kasnije iz TS 220/110 kV Mraclin, te na vodove 110 kV iz HE Gojak odnosno HE Vinodol. Prema tome snabdijevanje s električnom energijom osigurano je s više strana.

Situacija perspektivne mreže 110 kV i 30 kV u gradu Karlovcu prikazana je na sl. 3.

Vršno opterećenje TS 110/30 kV Karlovac I iznosi 60,9 MW (od toga na gradske stanice 30/10 kV otpada 45,9 MW, a na ostale stanice 30/10 kV 15 MW), odnosno 68 MVA uz cos φ = 0,9. U stanici su predviđena dva trofazna regulaciona transformatora 110/31,5 ± 15 % kV snage 40 MVA.

Vršno opterećenje TS 110/30 kV Karlovac II iznosi 54,5 MW (od toga otpada na gradske stanice 30/10 kV 37,8 MW, a na ostale stanice 30/10 kV 16,7 MW), odnosno 61 MVA uz cos φ = 0,9. U stanici su predviđena dva trofazna regulaciona transformatora 110/31,5 ± 15 % snage 40 MVA.

Osnovnim energetskim rješenjem Kupe, Dobre i Mrežnice, predviđa se izgradnja hidroelektrane Jelsa kao posljednje stepenice sistema elektrana Gornje Kupe i Dobre. He Jelsa bila bi smještena kod Kupe sjeverno od Borlina, a imala bi snagu od 19,8 MW i prosječnu godišnju proizvodnju od 110 GWh. Predviđa se da bi HE Jelsa bila spojena s dva voda 30 kV, 3 × 150 mm² Alče duljine 5,5 km s TS 110/30 kV Karlovac I.

Mreža 30 kV

U Karlovcu se predviđa ukupno 8 transformatorskih stanica 30/10 kV od kojih je jedna industrijska stanica (Jugoturbina). Transformatorske stanice 30/10 kV i njihove instalirane snage su slijedeće:

TS 30/10 kV	MVA	TS 30/10 kV	MVA
Ilovac	2 × 6,3	Donja Švarča	2 × 6,3
Banija	2 × 6,3	Gornja Švarča	2 × 6,3
Dubovac	2 × 6,3	Mala Švarča	2 × 6,3
Gaza	3 × 6,3	Jugoturbina	3 × 1,6

Ukupna instalirana snaga tih stanica iznosi 105,6 MVA.

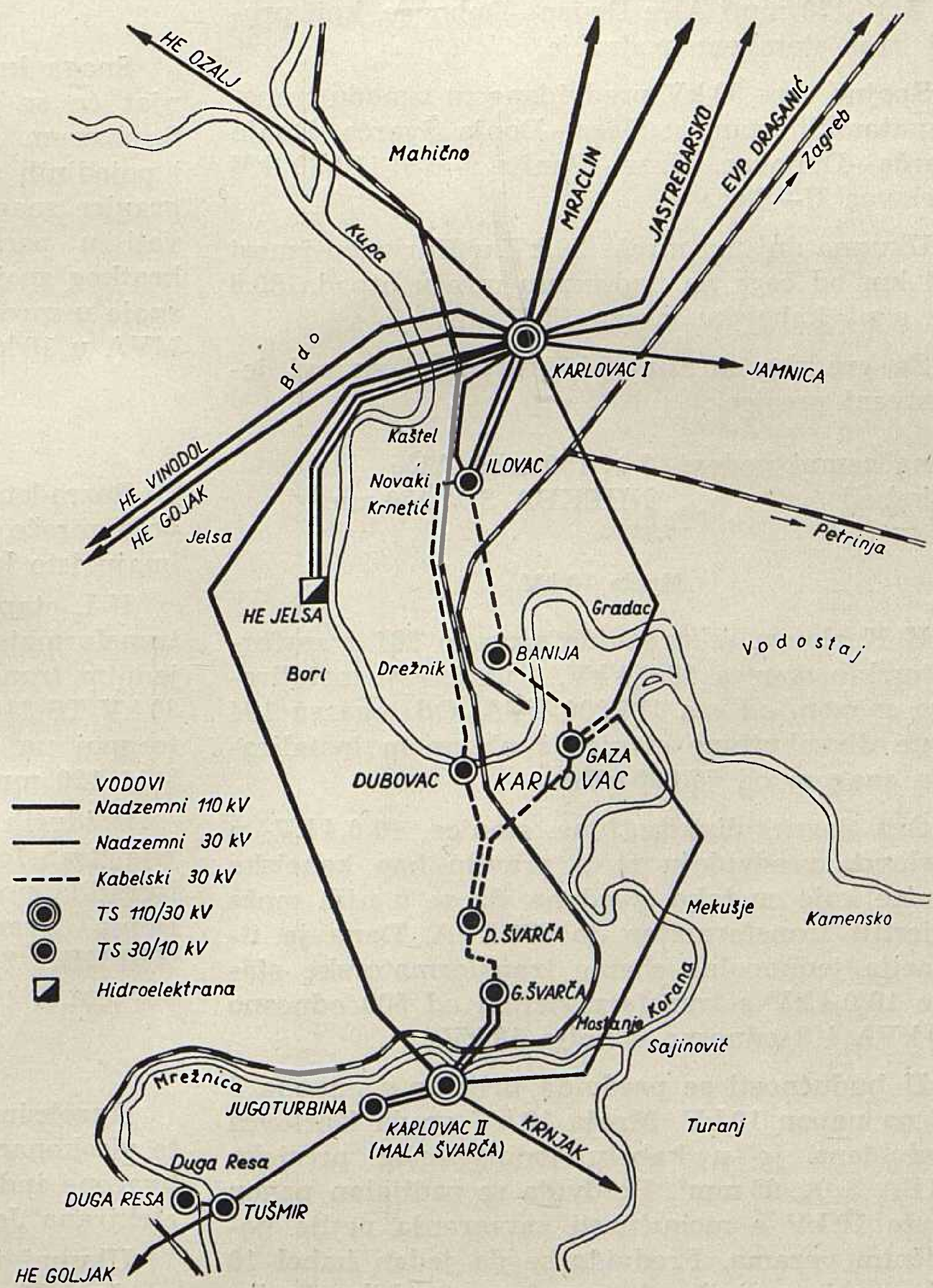
Od ovih osam transformatorskih stanica, tri već postoje: Ilovac, Dubovac i »Jugoturbina«. Transformatorska stanica Ilovac će se morati rekonstruirati da odgovara budućoj namjeni, dok je transformatorska stanica Dubovac nedavno rekonstruirana. TS 30/10 kV »Jugoturbina« je industrijska stanica koja će trebati samo povećanje instalacione snage transformatora od 3 × 0,86 MVA na 3 × 1,6 MVA.

Sve transformatorske stanice 30/10 kV su predviđene s jednakim transformatorima snage 6,3 MVA.

TS 30/10 kV Ilovac obuhvatila bi područje Ilovca, sjevernu industrijsku zonu i vanjsku nadzemnu mrežu 10 kV prema Mahičnom i Gradcu. Stanica bi ujedno bila važno čvorište vodova 30 kV.

TS 30/10 kV Dubovac obuhvatila bi područje Dubovca, Zagrada i Borlina kao i vod 10 kV za Zadoborje.

TS 30/10 kV Gaza obuhvatila bi područje Gaze, starog centra, Rakovca, rekreacionu zonu kod Korane i vodovod Koranu.



Sl. 3. Situacija buduće mreže 110/30 kV u Karlovcu

TS 30/10 kV Donja Švarča obuhvatila bi područje Donje Švarče do naselja »Jugoturbine«.

TS 30/10 kV Gornja Švarča preuzela bi područje Gornje Švarče.

TS 30/10 kV Mala Švarča preuzela bi područje južne industrijske zone s područjem servisa i vanjsku mrežu 10 kV prema Mekušju, a predviđena je u sklopu transformatorske stanice 110/30 kV Karlovac II.

TS 30/10 kV »Jugoturbina« snabdijevala bi samo istoimenu tvornicu.

Gradska 30 kV mreža predviđena je djelomično kao kabelska, a djelomično kao nadzemna mreža. Predviđa se radijalan pogon mreže s mogućnosti prespajanja u transformatorskim stanicama 30/10 kV.

Sadašnji vod 30 kV Ilovac—Jugoturbina 3×70 mm² Cu kasnije bi se likvidirao na dijelu Ilovac—Gaza, a u daljnjoj budućnosti i na dijelu Gaza—Mala Švarča, jer će prolaziti većim dijelom kroz naseljeno područje. Priključak TS 30/10 kV Gaza predviđen je u kabelu, jer će se stanica također nalaziti u naseljenom području. Također se u perspektivi predviđa likvidacija postojećeg voda 30 kV 3 × 120 mm² Alče Ilovac—Dubovac, koji prolazi kroz stambeno područje.

Spojne veze 30 kV predviđene su između transformatorskih stanica: Gaza—Donja Švarča, Donja Švarča—Dubovac, Gaza—Banija i TS 110/30 kV Karlovac II—Gaza.

Ukupna duljina mreže 30 kV u Karlovcu iznosi 44,4 km od čega na nadzemnu mrežu otpada 30,6 km, a na kabelsku mrežu 13,8 km.

Za gradsku mrežu 30 kV usvojeni su ovi jedinstveni presjeci:

nadzemni vodovi	3 × 150 mm² Alče
kabeli	NHEKBA 3 × 150 mm²

Mreža 10 kV

U Karlovcu se predviđa ukupno 287 transformatorskih stanica 10/0,4 kV, s ukupnom instaliranom snagom od cca 115 000 kVA. Od toga su 194 javne distributivne stanice s ukupnom instaliranom snagom od 77 600 kVA.

Sve javne distributivne stanice 10/0,4 kV u Karlovcu predviđaju se u pravilu kao kabelske stanice koje su tako izvedene, da se u njih može smjestiti transformator do 630 kVA. Dana je tipizacija jednopolne sheme transformatorske stanice 10/0,4 kV s transformatorom od 500 odnosno 400 kVA i 3 odnosno 4 polja 10 kV.

U budućnosti se predviđa prijelaz s napona 5 kV na napon 10 kV. Mreža 10 kV grada Karlovca predviđena je u kabelu jedinstvenog presjeka NKBA 3 × 95 mm². Predviđa se radijalan pogon mreže 10 kV s mogućnosti zatvaranja petlje poprečnim vezama. Predviđa se da jedan kabel 10 kV napaja najviše 6 transformatorskih stanica 10/0,4 kV po 400 kVA odnosno ukupno 2 400 kVA. Ukupna duljina kabelske mreže 10 kV iznosi oko 105 km.

Niskonaponska mreža 380/220 V

Niskonaponska mreža 380/220 u Karlovcu predviđena je također kao radijalna kabelska mreža s mogućnosti prespajanja s jedinstvenim presjekom kabela NKBA 4 × 70 mm².

Naponske prilike u mreži grada Karlovca

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

Varijacije napona u gradskoj mreži Karlovca kretale bi se od + 8,1 % do — 5,3 % nominalnog napona, što zadovoljava.

Snaga kratkog spoja

Snaga kratkog spoja u mreži Karlovca mijenjat će se tokom perspektivnog razvoja mreže. S obzirom na dimenzioniranje električne mreže i pojedinih aparata i uređaja određene su gornje granice snaga kratkog spoja koje se mogu očekivati u perspektivnoj električnoj mreži. Račun kratkog spoja pokazuje da početna snaga kratkog spoja u mreži 30 kV ne prelazi 600 MVA, odn. 200 MVA u 10 kV mreži.

Etapna izgradnja

Razrađene su dvije alternative etapnog razvoja mreže 110 i 30 kV u Karlovcu. Obje etape imaju isto konačno stanje.

U I. etapi, i to već 1964, predviđa se izgradnja transformatorske stanice 110/30 kV Karlovac I s jednim transformatorom od 20 MVA, kao i voda 30 kV TS 110 Karlovac—Ilovac 3 × 150 mm² Alče, te spoj na postojeći vod 30 kV Ilovac—Dubovac 3 × 120 mm² Alče.

U idućih par godina izvršila bi se rekonstrukcija transformatorske stanice 30/10 kV Ilovac i izgradila nova transformatorska stanica 30/10 kV Donja Švarča koja bi se povezala kabelom NHEKBA 3 × 150 mm², duljine 1,6 km s Dubovcem.

Aproksimativni troškovi

Aproksimativni troškovi dani su za nove objekte visokonaponske mreže. U troškovima nisu obuhvaćene industrijske stanice 10/0,4 kV niti hidroelektrana Jelsa.

Ukupni troškovi za izgradnju visokonaponske mreže u Karlovcu iznose oko 5 038 000 000 dinara.

Troškovi u 1000 Din bili bi podijeljeni ovako:

1. Nadzemni vod 110 kV TS 110 Karlovac I — TS 110 Karlovac II 3 × 240 mm² Alče 12 km	80 400
2. Transformatorske stanice 110/30 kV Karlovac I, 2 × 40 MVA	757 700
3. Transformatorska stanica 110/30/10 kV Karlovac II (Mala Švarča) 2 × 40 MVA i 2 × 6,3 MVA	622 600
4. Nadzemni vodovi 30 kV 3 × 150 mm² Alče 30,6 km	146 880
5. Kabelski vodovi 30 kV NHEKBA 3 × 150 mm² 13,8 km	276 000
6. Transformatorske stanice 30/10 kV	834 500
7. Kabelski vodovi 10 kV NKBA 3 × 95 mm², 104,8 km	1 048 000
8. Transformatorske stanice 10/0,4 kV 400 kVA, 159 kom	1 272 000
Sveukupno	5 038 080

Od prednjeg iznosa otpada na mrežu

110 kV — 1 460 700 000 Din odnosno 29,0 %,
30 kV — 1 257 380 000 Din odnosno 25,0 %,
10 kV — 2 320 000 000 Din odnosno 46,0 %.

U mrežu 30 kV i 10 kV trebalo bi uložiti u I etapi u periodu 1963.—1967. oko 350 000 000 dinara, odnosno prosječno 70 000 000 dinara godišnje.

Literatura

1. I. Janić, *Osnovno rješenje električne mreže grada Karlovca*, I i II dio. Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963.

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

TROŠKOVI I CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE U ZEMLJAMA EVROPSKE EKONOMSKE ZAJEDNICE

Božidar Filipović, Zagreb

U okviru Evropske ekonomske zajednice izvršena su ispitivanja uzroka razlikama u cijenama električne energije između zemalja članica, kao i odraza tih razlika na istovrsne potrošače s područja dvije zemlje. Konstatira se da su prosječne cijene raznih zemalja teško uporedive, jer su odraz kompleksa prilika u odgovarajućoj zemlji, da razlike u cijenama redovito minimalno utječu na troškove proizvodnje istovrsnih potrošača i da je opravdano autofinanciranje u slučajevima kad je stopa porasta potrošnje niža od kamatne stope kapitala raspoloživog za kreditiranje investicija.

DK 338.532 : 621.311

Bit će od interesa za naše elektroprivredne krugove rezultati rada jedne stručne komisije zemalja Evropske ekonomske zajednice, koja je imala zadatak da razmotri utjecaj cijene električne energije na razvoj konzuma i lokaciju industrije. Glavni momenti tih razmatranja iznijeti su u ovom sastavu.

Kada su bile između zemalja Evropske ekonomske zajednice spuštene carinske barijere, povećana pažnja usredotočila se na eliminiranje drugih postojećih običaja i stanja, koji bi mogli spriječiti, ograničiti ili iskriviti lojalnu utakmicu njezinih članica. Tako su trebali da budu naročito razmatrani utjecaji neujednačene energetske politike, različitih nivoa cijena nosilaca energije, a napose električne energije. Dalekosežne razlike, za koje se znalo da postoje u cijenama za električnu energiju između šest država članica, između regionalnih područja u pojedinim zemljama i kod istovrsnih tipova potrošača, bile su očevidan razlog da se sprovedu istraživanja u toj važnoj privrednoj domeni. U junu 1961. bila je sastavljena komisija eksperata sa zadatkom da se pronađu uzroci ovim razlikama i objasni njihovo vjerojatno značenje u razvoju Zajednice.

Svaki koji je pokušao uspoređivati cijene električne energije u raznim zemljama ili čak želio da dobije uvid u pojedinosti o cijenama za posebne svrhe, čitajući izvještaj te komisije neće biti iznenađen, što je velik dio izvještaja »Le Prix de Vente de l'Energie Electrique dans les Pays de la Communauté Economique Européenne« posvećen objašnjavanju rizičnosti takovog postupka. Naročito upotreba prosječnih pojava, zasnovanih na malo primjeraka teoretski tipičnih potrošača, primjena nacionalnih deviznih tečajeva, neuvažavanje poreza i drugih tereta, ukazuje da treba postupati s velikim oprezom pri korišćenju svake od navedenih pojava izvan granica obilno uslovljenog teksta izvještaja. Uza sve to zaključak je grupe eksperata da uglavnome razlike u cijenama, uslijed malog udjela troškova električne energije u većini proizvodnih troškova manje utječu na troškove proizvodnje raznih proizvoda nego što bi se očekivalo. Unatoč tome izvještaj sadrži vrijedan komentar o organizaciji i komercijalnom djelovanju elektroprivrede šest zemalja Evropske ekonomske zajednice.

Poteškoće u kompariranju cijena električne energije

U izvještaju eksperata oko komparacije cijena električne energije naročito je naglašen problem što se ne radi o homogenim produktima, kao što

je primjerice slučaj kod ugljena ili čelika. Treba da budu poznati brojni faktori, uključivši količine potrošnje, opskrbnog napona, te dobe dana i sezone opskrbe, prije nego što mogu biti procijenjeni troškovi električne energije za potrošače. Isti je slučaj i s troškovima proizvodnje. Izravna komparacija tarifa nije se ukazala podesnom, bilo što ekvivalentne tarife ne postoje, bilo što prividno slične tarife bivaju raznoliko tumačene. Osim toga na cijene u različitom stupnju utječe i brzina razvoja tehničkog napretka, tako da postojeće tarife i ugovori ne odrazuju dovoljno veličinu savremenih troškova. Isto tako različit je utjecaj s kojim se nacionalne i lokalne vlade upliću u industrijsko poslovanje bilo za njegov napredak bilo njemu na uštrb. Budući da su cijene redovno predmet individualnih povjerljivih ugovora između elektroprivrede i velepotrošača, komisija je teško uspijevala pribaviti prikladne informacije o cijenama koje plaćaju veliki i najveći potrošači (oni s opterećenjem iznad 10 MW). Daljnje komplikacije unutar kompleksa evropskog uspoređivanja troškova električne energije u industrijskoj proizvodnji uslovljene su i velikim brojem privatne proizvodnje električne energije.

Organizacije elektroprivredne opskrbne djelatnosti unutar zemalja zajedničkog tržišta jedva da bi se mogle još više razlikovati nego što se razlikuju. Tako je elektroprivreda nacionalizirana samo u Francuskoj. (Nacrt zakona o nacionalizaciji elektroprivrednih kompanija u Italiji je u razmatranju.) U Njemačkoj i Belgiji postoji izmiješan utjecaj javnog i privatnog vlasništva u elektroprivrednoj djelatnosti, s velikim stupnjem odvojenosti između proizvodnje i distribucije. U Nizozemskoj je međutim proizvodnja i distribucija električne energije velikim dijelom u rukama lokalnih vlasti.

Tarifna struktura

Organizatorne razlike same elektroprivrede odrazuju se razumljivo na metodama utvrđivanja tarifa kao što i u primjeni za svaki slučaj prikladnih mjera javne ili državne kontrole cijena električne energije. U Nizozemskoj nema pokušaja za unifikacijom tarifa, dok u Italiji međuministerijalna komisija za cijene planira uslove prodaje za cijelu zemlju. U Belgiji potrošači s istovrsnom potražnjom plaćaju također jedinstvene cijene. Velike razlike u prodaji postoje između Njemačke i Francuske. U prvoj zbog velikog broja odijeljenih poduzeća i individualnih ugovora s industrijskim potrošačima, a u drugoj zbog nastojanja Electricité de France oko primjene tarifa za električnu energiju u kojoj se odražavaju granični troškovi proizvodnje. To dovodi do složene tarifne strukture u kojoj se elementi udjela stalnih i promjenljivih troškova mijenjaju prema predajnim naponima, područjima, sezonama i dobi dana. Druge tarifne klauzule obuhvaćaju zaračunavanje prekoračenja utvrđene potražnje reaktivnog opterećenja kao što i troškova priključaka potrošača na opskrbnu mrežu.

S obzirom na već istaknute poteškoće, grupa stručnjaka je odlučila da temelji svoje komparacije na cijenama koje se primjenjuju na stanoviti broj teoretski tipičnih potrošnji pogodno odabranih kao predstavnika glavnih grupa potrošača električne energije. Za industrijske potrošače odabrano je pet razina instaliranog kapaciteta (125, 500, 1000, 3000 i 10.000 kW) kod tri razna trajanja godišnjeg trošenja (1 900 sati kod rada u jednoj smjeni, 4 300 sati kod dvije smjene i 6 600 sati kod rada u tri smjene). Kombinacijom ovih dvaju faktora bilo je moguće sastaviti grafikone cijena električne energije koje opterećuju proizvodnju industrijskih poduzeća raznih veličina.

Pokazalo se, govoreći općenito, da Francuska ima najniže cijene za industriju, a iza nje slijede u usponu Nizozemska, Italija, Belgija i Njemačka. Tablica 1 predočuje sadanje uzorke za tri veličine poduzeća: malo poduzeće sa 125 kW instalirane snage i radom u jednoj smjeni; srednje poduzeće s instaliranom snagom od 3000 kW i radom u dvije smjene; veliko poduzeće s instaliranom snagom od 10000 kW i radom u tri smjene.

Prosječne cijene električne energije za industrijske potrošače, isključivo takse U. S. centa po kWh

Tablica 1

Država	Veličina industrijskog poduzeća		
	malo	srednje	veliko
Belgija	2,48	1,58	1,26
Njemačka	3,15	1,84	1,28
Francuska	1,88	1,54	1,03
Italija	2,50	1,54	1,27
Luxemburg	2,64	1,71	—
Nizozemska	2,32	1,51	1,13

Kod neindustrijskih potrošača izvještaj uspoređuje cijene električne energije za tri grupe potrošača: domaćinstva, poljoprivredu, trgovinu i obrt. Ovdje su varijacije daleko veće, te je komparacija morala biti zbog velikih diferencija u životnim navikama potrošača usmjerena metodi ocjenjivanja.

Tablica 2 pokazuje prosječne cijene električne energije u promatranim zemljama za dvije kategorije kućanskih potrošača, za poljoprivredu i za trgovine.

Prosječne cijene za neindustrijske potrošače (potrošače široke potrošnje, bez takse) U. S. centa po kWh

Država	Grupe potrošača			
	Kućanstva		Poljoprivreda	Trgovina
	prosječna	velika		
Belgija	4,68	2,66	3,44	5,46
Njemačka	3,50	2,50	2,83	5,30
Francuska*	3,17—4,28	2,22—2,94	3,12—4,18	5,47—5,59
Italija a)	3,78	2,78	—	4,54
b)	4,16	2,94	2,86	4,93
Luksemburg	4,29	3,21	3,58	—
Nizozemska	2,76—3,04	1,80—1,93	2,49	4,14

a) gradska opskrbna područja
b) seoska opskrbna područja
* diferencije prema opskrbnom području

Razlike u cijenama električne energije između konzumnih područja unutar pojedine zemlje često su isto tako velike kao i one između jedne zemlje i druge. Ako se uzme u obzir prosječna cijena svih potrošača, to se pojavljuje Nizozemska s vrlo povoljnom cijenom u svakom slučaju. U Njemačkoj su troškovi električne energije za industriju relativno visoki, dok su oni za ostale potrošače razmjerno niski, a u Francuskoj je protivan slučaj. Ukazuje se međutim, da prikazane komparacije neće vrijediti naročito za stanovita industrijska područja (npr. za Ruhr) ako u prikaz budu uključena obavještenja o potrošačima čije opterećenje prekoračuje 10 MW.

Nadalje se u izvještaju stručnjaka ističe, da postoje velike razlike između promatranih zemalja u pogledu utjecaja, koji na cijene električne energije u vezi s kvalitetom i vremenom upotrebe električne energije imaju odobravani popusti.

Hidro-proizvodnja i termo-proizvodnja

U razmatranju uslova koji imaju odraza na razlike u cijenama opskrbe električnom energijom izvještaj izričito naglašuje nekoliko osnovnih razlika koje u pojedinim zemljama postoje u pogledu prirodnih energetskih izvora i s obzirom na način financiranja i upravljanja elektroprivrednom opskrbnom djelatnosti. Udio vodnih snaga varira u velikim granicama od 1,9 % totalne produkcije u Belgiji do preko 70 % u Italiji. Istovremeno geografski uslovi i smještaj industrije sprečavaju Njemačku da iz svojih hidro-izvora izvuče jednake prednosti koje može polučiti Francuska iz hidroenergetskih baza. Troškovi izgradnje termičkih elektrana su različiti u pojedinim zemljama i mjereni u instaliranom $/kW, teže da budu niži u Italiji i Njemačkoj nego u Belgiji i Francuskoj, dok vrijeme amortizacije varira od 30 godina u Francuskoj do 15 godina u Nizozemskoj. Daljnji važan razlog razlikama cijena električne energije leži u starosti termičkih postrojenja koja se sada nalaze u upotrebi. U Francuskoj je primjerice bilo 49 % postrojenja instaliranih između 1955. i 1960, a samo 26 % bilo je stavljeno u pogon prije 1950. U Njemačkoj je naprotiv bilo instalirano 40 % prije godine 1950. a samo 26% između 1955. do 1960. Ova okolnost može biti ujedno i jedno od objašnjenja zbog manjeg udjela u pogon stavljenih agregata sa snagom od 100 MW i više u Njemačkoj nego što je to bilo u drugim zemljama.

Drugi faktori koji mogu utjecati na cijenu električne energije kao što je to specifična potrošnja topline, troškovi ugljena i vode, bili su također analizirani, ali uspoređenje nije ukazivalo na neku razliku u troškovima proizvodnje, dovoljnu za opravdanje postojećih razlika u cijenama električne energije.

Povećanje kapitala

Veliko značenje u formiranju prodajne cijene električne energije pripisuje se troškovima službe kapitala. Normalno primjenjivana metoda za povećanje investicionog kapitala je ona pomoću zajmova i izdavanja dionica, dok je razina samofinanciranja razmjerno niska, krećući se od 15 % ukupnih potreba proširene reprodukcije u Francuskoj i Belgiji do 22 i 25 % u Njemačkoj i Italiji. Izvještaj ističe kao važnu konstataciju da se samofinanciranje pokazalo kao korisno onda kad je stopa porasta produkcije električne energije niža od kamatne stope kapitala. Ako je međutim stvarnost protivna, onda je u cilju ostvarenja sredstava potrebnih za nove investicije stavljanje u akciju zajmova manje opterećenje za cijenu električne energije. Grupa stručnjaka našla je da je prošlih godina bilo malo razlike između zemalja članica u pogledu utjecaja samofinanciranja na prodajne cijene električne energije, ali da je bilo velikih razlika u troškovima službe kapitala.

Electricité de France uživa osobitu povlasticu jeftinih financijskih sredstava koje je dala poduzeću francuska država. Treba međutim dodati, da stjecanje dobiti nije primarno mjerilo za ocjenu gospodarenja ovoga poduzeća. Ove okolnosti povezane s prednošću bogatih vodnih snaga, dovoljne su da objasne relativno niske cijene električne energije u Francuskoj. Za francusku je industriju ovo od dvostruke koristi; Electricité de France opskrbljuje industriju električnom energijom po niskim cijenama, a istodobno plaća industriji razmjerno visoke cijene za svoja postrojenja.

U drugim zemljama gdje elektroprivredna poduzeća moraju plaćati odštetu za svoju koncesiju lokalnim upravama (u Belgiji i Njemačkoj) ili gdje je neindustrijska potrošnja (široka potrošnja) oporezovana (u Francuskoj i Italiji), elektroprivredna poduzeća primorana su da u cijelosti ili djelomično ne snizuju cijene električne energije.

Utjecaj naprijed navedenih razlika u cijeni električne energije došao je mnogo slabije do izražaja, nego što se je to mnogostrano pretpostavljalo, iako je činjenica da su stanoviti industrijski potrošači s velikom potražnjom izgradili svoja postrojenja u Africi, pretpostavljajući da tamo postoje izgledi za kompenzaciju stvarno većih transportnih troškova za vrijeme kroz koje cijene električne energije mogu biti dovoljno niske.

Veliki potrošači, kao što su elektrokemijske i elektrometalurške industrije (gdje električna energija može predstavljati i 15 % troškova proizvodnje), imaju jaku pobudu da svoja postrojenja izgrade u područjima, gdje su troškovi električne energije niski, ako se tomu ne protive drugi faktori kao što su troškovi transporta ili vode, ili ako nema drugih izvora jeftine energije koje mogu koristiti sami potrošači električne energije. Za veliku većinu industrije (gdje električna energija iznosi samo 1 do 4 % od ukupnih troškova proizvodnje) cijena električne energije je od manjeg značenja za određivanje bilo lokacije industrije bilo stepena njene modernizacije. Dok visoke cijene električne energije sigurno mogu djelovati kao kočnica industrijskog razvoja, dotle niske cijene, izgleda, ne mogu biti dovoljan stimulans

industrijskom napretku. Nesumnjivo je, kako je to bilo kod dviju čeličana u Njemačkoj, da modernizacija industrijskog postrojenja može doista stvarno smanjiti potrošnju električne energije uz eliminiranje gubitaka.

Istraživanja su pokazala da ima stanovitih područja u zemljama Zajednice gdje postoje razlike u cijenama električne energije od 70 % do 75 % na obje strane državnih granica, i da ove razlike mogu utjecati na proširenje djelovanja zajedničkog tržišta. Ali i u ovom je pogledu izvještaj eksperata oprezan, jer bi i 70 %-tna razlika u cijenama električne energije, za neku industriju, za koju komponenta troškova električne energije iznosi u ukupnim troškovima 1 % ili 2 %, utjecala na cijenu koštanja proizvodnje s manje od 1,5 %. Stoga mogu drugi faktori biti od mnogo većeg utjecaja na ekonomičnost proizvodnje pojedine industrije, nego što je to cijena električne energije.

Literatura

1 *European Electricity Cost and Prices — Influence on Consuption and Siting of Industry.* Electrical Review 7, dec. 1962.

Naslov pisca: Božidar Filipović, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

NEKA ISKUSTVA O REGULIRANJU POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U ČSSR

Poslije drugog svjetskog rata u Čehoslovačkoj je poklonjena velika pažnja razvoju energetike a naročito elektroprivrede u cilju podmirenja potreba raznih privrednih grana, a posebno u industriji, koja ima udio od 76 % u strukturi ukupne potrošnje električne energije. Dok je 1955. ukupna raspoloživa električna energija za potrošnju iznosila u ČSSR oko 15 milijuna MWh, ona je u 1958. narasla na 18 milijuna MWh, a 1962. dostigla je čak 27 milijuna MWh, tj. porast potrošnje za sedam godina iznosi 80 % prema 1955.

Premda se jak tempo razvoja proizvodnje i potrošnje električne energije u ČSSR zasniva na organiziranom planiranju, ipak s obzirom na sve veće potrebe u privredi u proteklom periodu, a naročito početkom proteklog decenija, nije uvijek bilo dovoljno na raspolaganju električne energije prema zahtjevima potrošača. Energetičari su bili stoga primorani da dobro prostudiraju nastalu energetsku situaciju i da poduzmu niz mjera u cilju racionalne upotrebe električne energije.

Treba odmah napomenuti da posljednjih godina racionalizaciji potrošnje električne energije veliku pažnju poklanjaju i mnoge tehnički jako razvijene zemlje, jer je to pitanje od velikog značaja, imajući u vidu nagli porast potrošnje električne energije a time i sve veće crpljenje postojećih energetskih zaliha u zemlji. Racionalizacija potrošnje električne energije nikako ne znači ograničenje potrošnje električne energije, već njeno razumno korišćenje usmjeravajući potrošnju maksimalnoj uštedi tako da se pri istoj količini električne energije može ostvariti s istim energetskim izvorima, veća proizvodnja u cjelokupnoj privredi i razviti elektrifikacija zemlje. Naučna organizacija rada o potrošnji električne energije — racionalizacija — otkriva skrivene rezerve koje se pojavljuju bilo na samim energetskim izvorima u proizvodnji ili prijenosu pomoću dalekovoda i distributivnih mreža do potrošača, sa boljim korišćenjem propusne moći mreža i postojećih transformatorskih postrojenja, na račun smanjenja gubitaka ili kod samih potrošača električne energije primjenom odgovarajućih mjera. Na primjer, kod velikih potrošača električne energije racionalizacija se može ostvariti upotrebom savremenijih konstrukcija električnih trošila (električnih peći u metalurgiji, peći za ferolegure, karbid i dr. ili u postrojenjima elektrolize i sl.); u domaćinstvima primjenom ekonomičnijih električnih štednjaka, bojlera za vodu s boljom termičkom izolacijom itd., kao i primjenom ekonomskih mjera stimuliranjem potrošača povoljnijom tarifom da koriste rad svojih instaliranih prijemnika u vrijeme van vršnog opterećenja elektroenergetskog sistema.

Mjere koje su predložili čehoslovački energetičari zasnivane na organiziranom reguliranju potrošnje električne energije, doprinijele su da se uspješno razvijaju postavljeni planski zadaci ukupne proizvodnje na bazi zakona o razvoju privrednog plana, a s druge strane elektroprivreda je uspjela da poveća godišnji faktor korištenja izgrađenih elektroenergetskih postrojenja.

Treba također istaći da je pravilnom reguliranju potrošnje električne energije u energetskom sistemu doprinijela disciplina samih potrošača električne energije i to uglavnom velikih potrošača, kao i planski i organizirani rad na sprovođenju mjera za usmjeravanje racionalne potrošnje električne energije od strane državnih uprava i organa za planiranje, eksploataciju, dispečersku službu i putem kontrole elektroenergetskih inspekcija.

Za ispunjenje plana dinamičnog razvoja privrednih grana u ČSSR kao i za potrebe široke potrošnje u domaćinstvima i naseljima, u vezi stalnog povećanja životnog i kulturnog standarda bilo je potrebno imati organizaciju planiranja i reguliranja potrošnje električne energije na visokom nivou, sa primjenom odgovarajućih mjera metodološkog, administrativnog i tehničkog karaktera. Te mjere, kako je stečeno is-

kustvo pokazalo, ostvarile su u ČSSR predviđene pozitivne rezultate i bez njihove primjene elektroprivreda ne bi mogla realizirati organizirano i neprekidno snabdijevanje električnom energijom svih privrednih grana i naselja. Usvojene mjere, treba napomenuti, nisu bile privremenog karaktera, pa čak ni one mjere koje su bile usmjerene rješavanju vrlo teških elektroenergetskih situacija. Naprotiv, usvojene mjere su neophodne i svrsishodne i danas za plansko i organizirano reguliranje isporuke električne energije otklanjajući sve stihijske pojave u proizvodnji i potrošnji električne energije, kako je istakao na stručnom savjetovanju o racionalizaciji potrošnje električne energije, u Varšavi maja 1962. čehoslovački delegat ing. M. Pyha, zamjenik direktora Državne uprave za dispečersku službu.

Studija o racionalnoj potrošnji električne energije počinje već u stadiju *planiranja potreba u električnoj energiji za naredni period,* sa utvrđivanjem fonda potrošnje električne energije.

Pravilno planiranje potrošnje električne energije za naredni period predstavlja veoma važan i složen problem. Na osnovu zakona o planskom proporcionalnom razvitku narodne privrede omogućeno je dobro rješenje ovog pitanja. Na osnovu ekonomski obrazloženih potreba u električnoj energiji u ukupnom obimu, prema postavljenim planskim zadacima pojedinih privrednih grana, uzimajući u obzir predložene proporcije sastavlja se ukupna potreba električne energije.

Za planiranje potrošnje električne energije uzimaju se prema planskim zadacima ukupna proizvodnja — fizički obim proizvodnje — za predviđeni period i utvrđeni normativi potrošnje električne energije (specifična potrošnja u kWh za jedinicu finalnog ili polufinalnog proizvoda) za glavne vrste proizvoda ili grupu proizvoda pojedinih privrednih grana (elektrometalurgija, elektrokemija, industrija, građevinarstvo, transport i dr.). Množenjem ukupnog obima proizvodnje s normativima potrošnje električne energije za važne privredne grane dobiva se glavni dio fonda potrošnje koji sačinjava 60 % od ukupnog fonda potrošnje električne energije. Ukupni fond potrošnje dobiva se dodavanjem potrebne količine potrošnje električne energije za ostale potrebe malih potrošača (domaćinstvo, naselja, komunalne djelatnosti i sl.) koja se ne normira već se procjenjuje metodom statističke analize. Zbrojem obiju dijelova fonda — normiranog i nenormiranog — dobije se ukupni fond potrošnje električne energije za naredni period.

Ušteda u potrošnji električne energije postiže se u samom početku kontrolom realnih važećih normativa potrošnje električne energije za pojedine procese i koristi se metod tehničkog normiranja tj. kontrolira se potrošnja električne energije po jedinici finalnog proizvoda pri dobro organiziranom tehnološkom procesu sa primjenom savremenog oruđa proizvodnje.

Osim planiranja potrošnje električne energije određene rasporedom odnosne privredne grane, od 1. se januara 1962. primjenjuje također kod svih velikih potrošača električne energije *obavezno planiranje snaga za period godišnjeg vršnog opterećenja i apsolutni maksimum.* Ministarstva, odnosno ustanove za koordinaciju, raspoređuju fond potrošnje električne energije kod svake grane na pojedina poduzeća, a naredbu tog rasporeda dobivaju elektroenergetske uprave za mreže. Na osnovu tog rasporeda planira se dopuštena snaga pod kontrolom dispečerske službe i zaključuju se ugovori o isporuci električne energije potrošačima. Planiranje potrošnje električne energije van utvrđenog fonda potrošnje nije dopušteno.

Za narednu godinu planiraju se grafikoni opterećenja cijelog elektroenergetskog sistema što je neophodno za osiguranje pravilnog rasporeda angažiranja potrebnih snaga u elektranama i za određivanje radnog režima elektroenergetskog sistema.

Takav grafikon opterećenja se izgrađuje pomoću računskih strojeva metodom statističke analize i određuju se grafikoni maksimalnih opterećenja za radne dane (ponedjeljak, petak), za pojedine tjedne u toku cijele godine, zatim dnevni grafikoni opterećenja za 13 tipičnih dana u godini (za svaki mjesec — jedan, a za august — dva) i 12 tipičnih dana — nedjelja (praznika).

Ukupan zbroj ovih grafikona treba da se poklapa s fondom potrošnje u kWh. Putem analize ove vrste poduzimaju se odgovarajuće mjere za osiguranje potrebe bilance električne energije za cijelu godinu.

Kao važno sredstvo za operativno planiranje i reguliranje potrošnje električne energije predstavljaju *grafikoni opterećenja velikih potrošača* predviđajući maksimalnu dopuštenu potrošnju električne energije za pojedine sate u toku dana. Grafikone mjesečnog opterećenja utvrđuju sami veliki potrošači električne energije, a oni moraju biti u skladu s raspodjelom fonda potrošnje električne energije odnosne grane. Projekte grafikona opterećenja odobrava elektroenergetska uprava za mreže koja teži da što je moguće bolje i ravnomjernije raspodijeli potrošnju električne energije i prema potrebi, ako to dopušta tehnološki proces, da ograniči potrošnju električne energije za vrijeme vršnog opterećenja elektroeenergetskog sistema.

Pošto su utvrđeni grafikoni opterećenja potrošača, vrši se sistematska kontrola o pridržavanju tog režima rada i uzimanja snage iz elektroenergetskog sistema neposrednim provjeravanjem od strane organa isporučioca električne energije. Ova kontrola se vrši kod potrošača na osnovu ugrađenih registrirajućih mjernih instrumenata »maksigrafa« ili »printomaksigrafa« koji bilježe brojne vrijednosti uzimanja snage iz sistema u vremenskom intervalu od 15 minuta. Nepridržavanje utvrđenog grafikona opterećenja strogo se kažnjava plaćanjem određenih penala.

Tako se, na primjer, do 1961. električna energija velikim potrošačima obračunavala s naplatom stalnog mjesečnog doprinosa i stvarne mjesečne potrošnje električne energije. Stalni doprinos se plaćao na osnovu pokazivanja maksimalnog opterećenja zabilježenog prema maksigrafu u granicama utvrđenog grafikona opterećenja sa 23 čs. krune po 1 kW i cijeni električne energije od 0,12 kr. za 1 kWh danju (od 6 do 22 h) i 0,08 kr. za 1 kWh u noćnom periodu. Međutim, u cilju boljeg reguliranja raspodjele snage u satima vršnog opterećenja kao i veće zainteresirano-

sti velikih potrošača na uštedi vršne snage od godine 1961. učinjena je izmjena. Ta izmjena se sastoji u tome što se stalni mjesečni doprinos sada *odnosi na snagu koju potrošač uzima za vrijeme vršnog opterećenja elektroenergetskog sistema* (apsolutni maksimum snage koji se koristi van vršnog opterećenja sistema u danom slučaju se ne uzima u obračun). Ako se potrošač ne pridržava utvrđenog grafikona opterećenja, on se kažnjava plaćanjem povećanog doprinosa od 57 Kr/kW tj. za svaki prekoračeni kilovat opterećenja od grafikona utvrđenog treba da plati 80 Kr/kW (otprilike 830 Din/kW). Navedena sankcija utvrđuje disciplinu u oblasti potrošnje električne energije, jer veliki potrošači su sada više ekonomski zainteresirani. Cijena električne energije jednog kWh za velike potrošače je relativno niska i kod većeg broja potrošača cijena električne energije u finalnom produktu proizvodnje sačinjava mali udio, te takve sankcije mogu biti od velikog utjecaja na veličinu proizvodnih troškova i primoravaju potrošače električne energije da se pridržavaju propisane discipline.

Opisane mjere već nekoliko godina daju dobre rezultate naročito u pogledu izravnavanja grafikona opterećenja potrošača smanjenjem snage u periodu vršnog opterećenja elektroenergetskog sistema. Na taj način potrošači nastoje da rad velikih prijemnika prebace za vrijeme slabog opterećenja sistema u noćnom periodu (električne peći, mlinovi, pumpe i sl.). Jeftinija noćna tarifa za 0,04 Kr također usmjerava korišćenje električne energije velikih potrošača u satima slabog opterećenja sistema noću.

Pored primijenjenih naprijed spomenutih mjera, stečena iskustva su pokazala da postoje još skrivene rezerve snage koje se mogu korisno upotrijebiti. U tom cilju 1961. bile su uvedene mjere usmjerene uštedi potrošnje električne energije. Tako, na primjer, osim stalnog doprinosa za maksimalno uzetu snagu za vrijeme vršnog opterećenja iz elektroenergetskog sistema, bila je uvedena kontrola o pridržavanju korištenja snage u poduzećima u skladu s odobrenim grafikonom opterećenja u toku cijelog mjeseca. Odgovarajućim mjerama kažnjava se prekoračenje od odobrenog grafikona opterećenja. Navedena kontrola se sprovodi kod svih velikih potrošača koji imaju ugrađene odgovarajuće registrirajuće instrumente. U slučaju prekoračenja od utvrđenih grafikona opterećenja potrošači su dužni da plate pri obračunu povećane tarifne stavove za potrošenu električnu energiju, a veličina tih stavova zavisi od stepena prekoračenja. Ova mjera treba da pravovremeno otkloni pojavu da potrošači ne mogu po volji prekoračivati grafikonom dopuštena opterećenja u toku mjeseca i da mogu sami još u toku istog mjeseca kontrolirati stanje uzimanja snage iz sistema i regulirati smanjenje opterećenja za preostale dane u toku mjeseca.

Stupanjem na snagu ovih mjera pokazalo se da je predviđena rezerva snage stvarno postojala. Pri obračunu potrošnje električne energije, primjenom ove mjere, veliki potrošači su morali platiti veću sumu novaca za penale uslijed nepridržavanja utvrđenog grafikona opterećenja nego za stvarno potrošenu električnu energiju. To se, naravno, jako odrazilo na financijsko poslovanje industrijskih poduzeća kao velikih potrošača električne energije, pa su bili primorani da odmah poduzimaju odgovarajuće tehničke mjere da bi unaprijed otklonili takve slučajeve. Kod većine industrijskih poduzeća mjere ove vrste pokazale su se efikasnim i osigurale da se potrošnja električne energije regulira u granicama projektiranih i odobrenih grafikona opterećenja.

U to vrijeme kada se osjećao deficit u električnoj energiji naprijed opisane mjere dale su vrlo dobre rezultate u ČSSR. U uslovima normalne energetske situacije ove mjere reguliraju racionalnije korištenje električne energije i omogućuju da se poveća korištenje elektroenergetskih izvora i na taj način doprinose uštedi u investicijama. Tako, na primjer, odnos minimalne snage u noćnom periodu prema maksimalnoj snazi u toku dana u periodu godišnjeg maksimalnog opterećenja sistema iznosio je 1946. godine 30 %, a u 1950. povećan je na 51 %, 1954. godine 61 %, a u 1960. godini 68 %. Trajanje korištenja godišnjeg maksimalnog opterećenja u periodu od 1956. (kada su već u ČSSR mjere za reguliranje potrošnje električne energije bile dobro uvedene) do 1960. povećano je za 83 sata tj. ukupno na 6.000 sati godišnje, što je ostvarilo uštedu na vršnoj snazi oko 50 MW.

Na kraju treba još istaći da je spomenutim mjerama reguliranja potrošnje električne energije mnogo pomogao tzv. »plan regulacije« čiji je glavni zadatak davanje operativne pomoći pri rješavanju eksploatacionih stanja i radnih režima elektroenergetskih sistema u slučaju znatnih odstupanja od planirane bilance električne energije. Plan regulacije potrošnje električne energije osigurava *davanje operativne pomoći na organiziran način.* Plan regulacije predviđa stanja pogoršane i poboljšane situacije. Pri postojanju u elektroenergetskom sistemu rezervne snage iznad planirane, u skladu s planom regulacije, dopušta se potrošačima da mogu trošiti električnu energiju za određenu količinu više nego što je odobreno grafikonom opterećenja; u slučaju nedovoljne rezervne snage u sistemu, prema planu regulacije, koriste se rezervni dizelski agregati industrijskih poduzeća (tvornica), koji se nalaze na operativnom raspolaganju državne elektroenergetske uprave za dispečersku službu, i šalje se dopunska električna energija u elektroenergetski sistem. U slučaju havarija planom regulacije se može ograničiti isporuka električne energije odabranim ili svim velikim potrošačima prema utvrđenim grafikonima opterećenja. Osim toga može se u periodu vršnih opterećenja ograničiti električna energija koju troše termoelektrane za vlastiti potrošak i forsirati snagu nekih odabranih agregata.

Sve navedene mjere, sadržane u planu regulacije, objavljuje u obliku direktiva državna elektroenergetska uprava i to prethodno postupkom planske razrade za tekući tjedan i operativno u formi naredbe za idući dan, koristeći za ovu svrhu radio-vezu i vlastita sredstva dispečerske službe.

U području reguliranja potrošnje električne energije plan regulacije u ČSSR postao je vrlo uspješno sredstvo i u godini 1960. služio je 142 dana u cilju povećanja potrošnje električne energije, 18 dana za

korištenje snage rezervnih dizelskih agregata tvornica i 8 dana za ograničenje potrošnje električne energije. Potrošači električne energije moraju se pridržavati mjera plana regulacije, a to kontroliraju organi uprava elektroenergetskih mreža kao i državne energetske inspekcije.

Pored tih mjera u cilju reguliranja potrošnje električne energije primjenjuju se i mjere ekonomsko-tehničkog karaktera: popravak faktora snage i smanjenje ukupnih gubitaka u mrežama prijenosa i distribucije električne energije. U 1962. ukupni gubici na prijenosu i distribuciji iznosili su u ČSSR 8 % od ukupne raspoložive električne energije za potrošnju. Vodi se također strogo računa o nivou faktora snage koji je u početku bio propisan sa 0,80, zatim je povećan na 0,85, dok je posljednjih godina utvrđen sa 0,90, čemu je doprinijela ekonomska mjera pri obračunu električne energije sistemom bonifikacije i penala u slučaju odstupanja od propisane vrijednosti. Na taj su način već u 1959. smanjeni gubici u visokonaponskim mrežama prijenosa snage i ostvarena je ušteda od oko 43 GWh godišnje kao i ušteda na gorivu termoelektrana i na investicijama. Osim toga, kompenzacija reaktivne snage, kako je poznato, omogućuje bolje korištenje električne opreme elektrana, transformatorskih podstanica, propusne moći dalekovoda i razvodnih mreža do potrošača, omogućuje isporuku kvalitetne električne energije tj. s nominalnim naponom i frekvencijom za rad ugrađenih prijemnika. Treba dodati još jednu tehničku mjeru koja se posljednjih godina uvodi u čehoslovačkoj elektroprivredi, a to je primjena tonske mrežne komande za automatsko reguliranje jednovremenog uključivanja i isključivanja instaliranih prijemnika u sektoru široke potrošnje (električne peći s akumulacijom topline, električnih bojlera za vodu i dr.) kao i za reguliranje ulične električne rasvjete. Ova mjera se pokazuje sve više opravdanom i s ekonomskog gledišta, jer su troškovi manji od skupih kabela za vezu upravljanja tih instalacija.

Za zemlje koje se nalaze u fazi jakog elektroenergetskog razvoja s izrazito naglim tempom porasta potrošnje električne energije, kao što je naša zemlja, iskustvo kojim raspolaže čehoslovačka elektroprivreda u području reguliranja potrošnje električne energije može biti od velike koristi.

Literatura

1. Ing. M. Pyha, *Planiranje i reguliranje potrošnje električne energije u ČSSR.* Simpozij o racionalnoj potrošnji električne energije, Varšava 1962.

Vladimir Zloković, dipl. ing.

RHEINISCH-WESTFÄLISCHES ELEKTRIZITÄTSWERK A. G. (RWE), ESSEN

Ovo zapadnonjemačko poduzeće spada među najveća elektroprivredna poduzeća u Evropi, kako po instaliranoj snazi u svojim elektranama, tako i po količini proizvedene električne energije. Polovinom 1962. iznosila je instalirana snaga u vlastitim elektranama 4.541 MW (od toga 4.364 MW u termoelektranama i 177 MW u hidroelektranama). Osim toga svojim sudjelovanjem u financiranju izgradnje elektrana drugih organizacija ima osiguran udio od daljnja 932 MW snage, a ugovorima s drugim proizvođačima električne energije zakupljeno još 2.807 MW, tako da raspolaže ukupno sa 8.280 MW instalirane snage. Nadalje postoje u okviru koordiniranog rada sa susjednim državama ugovori o raznim dobavama i razmjenama električne energije, naročito za dobavu hidroenergije ljeti i vraćanje termoenergije zimi, te ugovori o momentanom stavljanju na raspolaganje rezervnih snaga kod trajnog paralelnog pogona.

U poslovnoj godini 1961/62. predano je potrošačima 34.760 GWh električne energije, a maksimalno opterećenje u 1961. iznosilo je 7.028. MW.

I mreža dalekovoda najviših napona kojom poduzeće raspolaže je velika, kako pokazuje slijedeći pregled

Vodovi km	TS kom	Pog. napon kV
341	2	380
182	2	300
5.149	45	220
5.580	244	110

Područje koje RWE opskrbljuje je razmjerno maleno tj. 26.800 km² (SR Hrvatska ima 56.538 km²), ali je gusto naseljeno s 8,400.000 stanovnika (SR Hrvatska 4,207.000 stanovnika) i predstavlja industrijski najjače razvijenu pokrajinu Savezne Republike Njemačke. RWE je najveći dobavljač električne energije u SR Njemačkoj, pa po količini i vršnom opterećenju snosi 45 % javne opskrbe električnom energijom cijele zemlje.

Težište proizvodnje električne energije RWE leži na nalazištima mrkog ugljena u Porajnju, a naročito u području Kölna. Ugljen se dobiva dnevnim kopom, a za proizvodnju električne energije prvenstveno se upotrebljavaju manje vrijedni asortimani ugljena koji nisu pogodni za briketiranje i čiji se transport ne isplati.

Nalazišta mrkog ugljena prostiru se ovdje na površini od oko 3.000 km² i procijenjena su na najmanje 60 milijarda tona. Tako zvane A-rezerve iznose 9 milijarda tona, pa bi kod godišnje eksploatacije od današnjih 90 milijuna tona, ta količina A-rezerva pokrivala potrebe još 100 godina. Način eksploatacije ugljenokopa u zadnjih se desetak godina sasvim izmijenio. Veliki broj po površini malih i plitkih dnevnih kopova uglavnom je iscrpljen, pa se prešlo na manji broj velikih i dubokih dnevnih kopova. To se isplatilo, jer srednja debljina slojeva iznosi 30 do 55 metara. Ima slojeva i do 90 m debljine. Primjenom najmodernije mehanizacije treba za eksploataciju tih nalazišta najprije skinuti sloj zemlje i jalovine mjestimice i do 50 m debljine, da bi se otkrili ugljeni slojevi. Prosječni odnos otkopa zemlje prema ugljenu je danas 2 : 1 i računa se da će se eksploatacija na način dnevnog kopa isplatiti i do odnosa 4 : 1, pri čemu će u budućih 100 godina tako biti eksploatirana nalazišta do 300 metara dubine. Smatra se, međutim, da će se na bazi današnjih tehničkih pomagala moći i do 500 m dubine ići s dnevnim kopom i da bi se eksploatacija isplatila. Kod tako dubokih dnevnih kopova vrlo je važno, a i skupo, održavanje snošljivog režima podzemne vode. Danas u ugljenokopima RWE treba za 1 dobivenu tonu ugljena iscrpsti oko 12 m³ vode, pa je u 1962. iscrpljeno oko 1,1 milijarda m³ vode.

Za vršenje otkopa golemih masa zemlje i ugljena upotrebljavaju se mahom strojevi, a među njima i 7 najmodernijih bagera, od kojih svaki ima dnevni učin oko 100.000 m³. To su ogromni strojevi dugi oko 200 m, visoki oko 70 m i teški oko 7000 tona. Instalirana snaga 165 elektromotora takvog jednog stroja iznosi oko 4000 kW, a posada je samo 5 do 6 ljudi po smjeni. Rad jednog takvog stroja nadomješta 20.000 ljudi, koji bi to rukama sa primitivnim alatom obavljali. Za transport ugljena iz ugljenokopa do elektrana i tvornica briketa postoji vlastita željeznička mreža normalnog kolosijeka ukupne dužine 850 km, od čega je jedna trećina kolosijeka izvedena sa specijalnim tračnicama i donjim strojem, koji dopušta upotrebu 90-tonskih vagona. Vagoni za transport ugljena imaju uređaje za grijanje zimi, tako da ne može doći do smrzavanja ugljena.

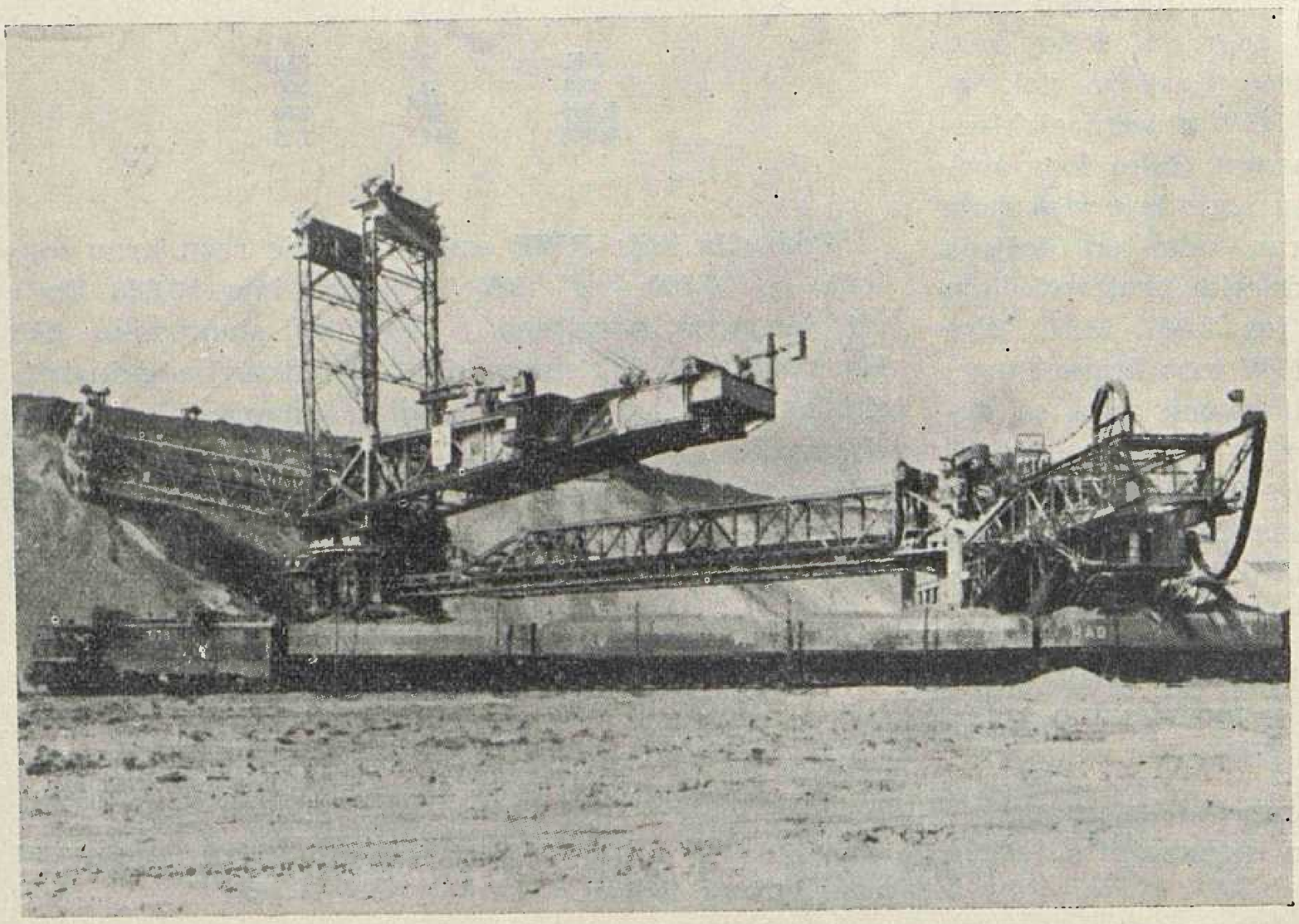
Eksploataciju ugljenokopa za potrebe RWE vrši posebno poduzeće »Rheinische Braunkohlenwerke AG« (Rheinbraun) sa sjedištem u Kölnu, koje pripada koncernu RWE. Godišnja proizvodnja u 1962. iznosila je oko 90 milijuna tona sirovog uglja. Uslijed svog visokog sadržaja vlage od 62 % ugljen ima ogrjevnu moć od samo 1800 kcal, pa prema tome ne podnosi troškove transporta na veće udaljenosti. Stoga se oko 42 % dobivenog ugljena spaljuje u kotlovima velikih termoelektrana RWE koje se nalaze u tom području, a 48 % se prerađuje u brikete u 12 vlastitih tvornica briketa također u neposrednoj blizini ugljenokopa. Samo 6 % količine ugljena prodaje se ostalim potrošačima.

Uz postojeću mehanizaciju u ovim ugljenokopima postiže se dnevni proizvod od 33 tone po čovjeku u smjeni, a vlastiti troškovi iznose oko 8 DM po toni ugljena. Sada je u poduzeću »Rheinbraun« zaposleno oko 18.500 radnika i 2.800 službenika.

Najznačajnije termoelektrane RWE nalaze se u ovom ugljenokopnom području. To su termoelektrane Frimmersdorf, Fortuna, Goldenbergwerk i Weissweiler. Njihova ukupna instalirana snaga iznosi 3.915 MV. Najveća od ovih elektrana je

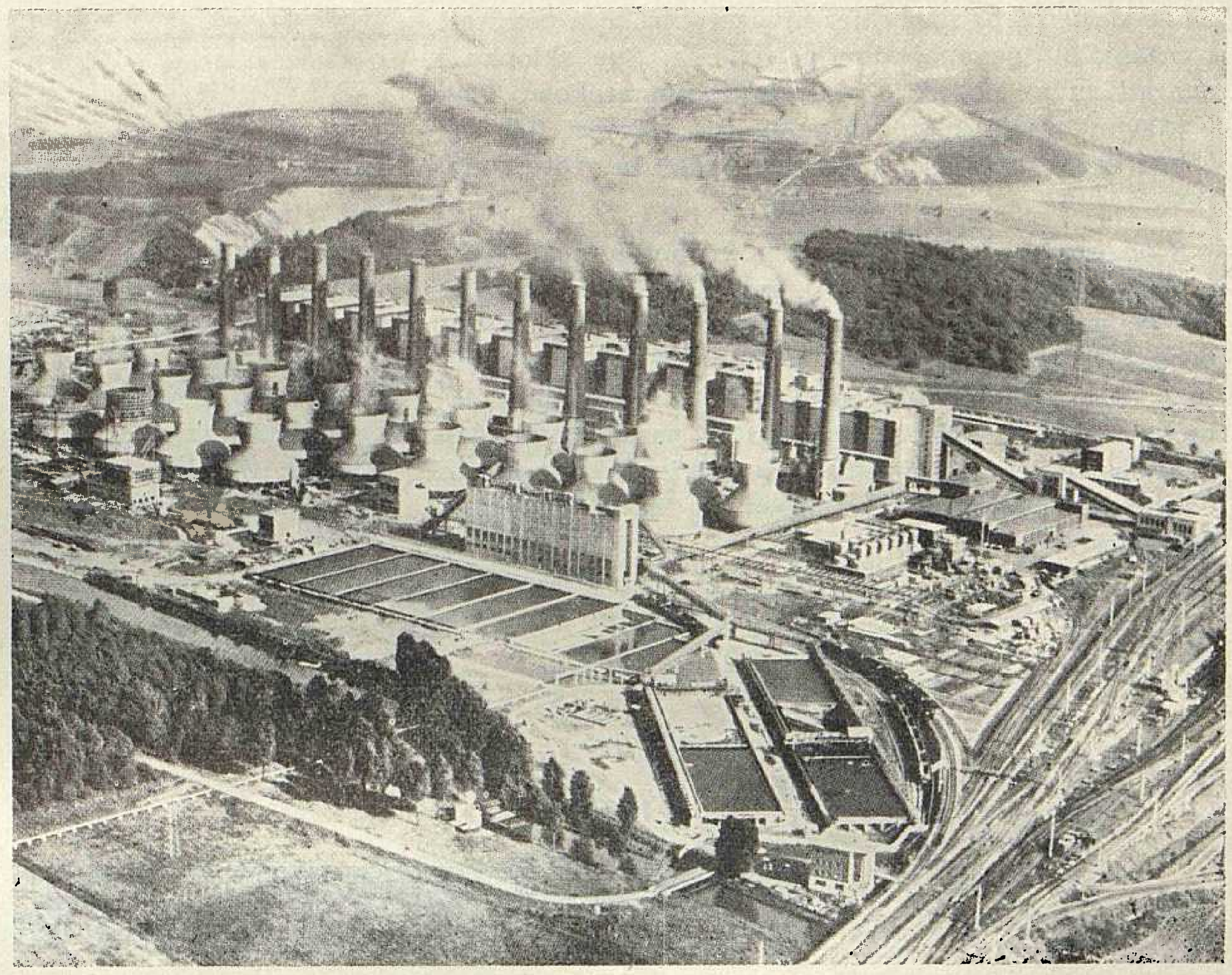
TE Frimmersdorf

Njena gradnja je započeta 1945. ugradnjom dvaju agregata po 1000 MW, a u kasnijim planiranim proširenjim koja su slijedila, ugrađivani su agregati po 150 MW, njih 10, tako da je polovicom 1963. instalirana snaga TE Frimmersdorf iznosila ukupno 1.700 MW. Sada su u toku radovi na proširenju za još dvije



Sl. 1. Bager učina 100.000 m na dan

Sl. 2. Termoelektrana Frimmersdorf 2000 MW



jedinice po 150 MW, tako da će u 1954. snaga iznositi svega 2.000 MW. Postoji međutim mogućnost još daljnjeg proširivanja. Elektrana je izgrađena kao čista blokovska elektrana, tj. svakom turboagregatu pripada određena kotlovska grupa, i to svaki od prva dva turboagregata 100 MW ima po 200 t/h, dok svi ostali agregati 150 MW imaju po jedan pripadajući kotao od 465 t/h. Turbogeneratori smješteni su u strojarnici uzdužno. Mali kotlovi imaju po 4 mlina za ugljen, a veliki svaki po 6 mlinova. Svi kotlovi opremljeni su elektrofilterima, kojima se postizava čišćenje dimnih plinova do 95 %. S obzirom na vrlo velike jedinice ove elektrane, pokazala se potreba da se pogon u najvećoj mogućoj mjeri automatizira. Za svaka dva bloka postoji jedna toplinska i turbinska komanda u kojoj su dvije osobe po smjeni, a svaka nadzire i upravlja radom jednog bloka. Najvažniji podaci 6 toplinsko-turbinskih komandi registriraju se u centralnoj elektrokomandi u kojoj je tako omogućen pregled rada čitavog postrojenja. Osim ovih postoje još posebne komande za opskrbu ugljenom i za rashladnu vodu. Dnevna potrošnja vode kod punog opterećenja iznosi oko 110.000 m³. Bunkeri za ugljen imaju kapacitet, s rezervom, za 48 sati pogona.

Proizvedena električna energija transformira se kod 6 jedinica na 220 kV, a kod 4 jedinice na 380 kV i odvodi dalekovodima u rasklopnu stanicu Rommerskirchen. Mali blokovi 100 MW imaju transformaciju na 110 kV, te služe za podmirenje vlastite potrošnje elektrane i opskrbu bliže okolice.

Remont turbine vrši se tako, da se svake godine, revidira po jedan stepen (visokotlačni, srednjetlačni i niskotlačni) tako da je ciklus revizije turbine 3 godine.

Moguća proizvodnja ove elektrane iznosi sada 42 GWh dnevno, odnosno oko 15.000 GWh godišnje. U TE Frimmersdorf zaposleno je 1200 osoba.

Glavni dispečerski centar poduzeća RWE nalazi se u Brauweileru blizu Düsseldorfa. To je komandno mjesto, a do nedavna najvažnije čvorište mreže visokog i najvišeg napona ovog poduzeća. Uslijed porasta snage elektrana i snaga prijenosa ukazala se potreba izgradnje daljnjih velikih rasklopnih i transformatorskih stanica, od kojih je najvažnija ona u Rommerskirchenu, kao čvorište mreže 380 kV. Međutim dispečerski centar ostaje i dalje u Brauweileru. Zanimljiva je okolnost da je odnos između dnevnog i noćnog opterećenja elektrana RWE samo 1 : 1,2, što je vrlo povoljno, a postiže se dobrim dijelom upotrebom noćne energije za crpljenje vode u akumulacije (Lünersee i dr.) i u specijalnim crpnim postrojenjima za vršnu energiju (Koepchenwerk 132 MW i Vianden 900 MW), te vrlo uspješnom suradnjom sa susjednim elektroprivredama Francuske (EdF), Švicarske i Italije. RWE regulira frekvenciju i snagu za dobar dio mreže susjednih zemalja, pri čemu se u regulaciju uključuju i termoelektrane do 10 % snage pojedine elektrane. Saobraćaj sa susjednim elektroprivrednim poduzećima vrlo je elastičan i brz, bez ikakvih formalnosti, što je svakako vrlo važno za ispravno i ekonomsko korištenje energetskih izvora svih zainteresiranih.

U TS Brauweiler je zanimljiv smještaj učinskih sklopaka, za koje ne postoje fiksni betonski temelji, već su sklopke smještene na željezničkim tračnicama s pragovima na šljunčanoj podlozi. Time su postignute znatne uštede kod građenja, a prednost je još i ta,

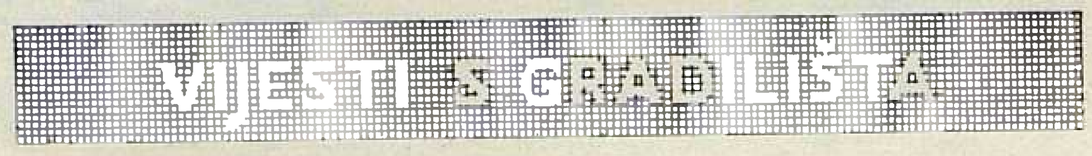
da se ti »temelji« mogu bez mnogo poteškoća pomicati i prilagoditi novonastalim potrebama. Sve sklopke i aparati su za pogon s komprimiranim zrakom. Tlak u glavnoj mreži komprimiranog zraka iznosi 100 atp, a kod svakog polja je poseban uređaj za reduciranje tlaka.

S obzirom na vrlo veliku koncentraciju snaga elektrana i dalekovoda za prijenos električne energije, dalekovodna mreža RWE je većinom izgrađena u stupovima s dvije trojke. Čak i vodovi 380 kV izvedeni su s dvije trojke, što je prvi puta u svijetu primijenjeno kod RWE. Na takvu izvedbu pored štednje na prostoru utječe i okolnost što su troškovi izgradnje u odnosu na mogućnosti prijenosa na taj način manji. Ti odnosi su slijedeći:

dvostruki vod	110 kV	220 kV	380 kV
mogućnost prijenosa	2×30 MW	2×120 MW	2×600 MW
troškovi građenja po kW i km	100 %	39 %	16 %

Zanimljiv je još podatak dobiven od stručnjaka RWE o izvedbi i uzdržavanju dalekovodnih stupova. Svi stupovi izvode se isključivo s pocinčanom željeznom konstrukcijom. Budući da je iskustvo pokazalo, da se pocinčanje nikad ne izvede savršeno, stupovi se u razdoblju nakon 2—5 godina poslije postavljanja — pošto kiša ispere svu mast — bojadišu specijalnom uljenom bojom, koja prema stečenom iskustvu izdrži najmanje 15 godina. Taj način, prema mišljenju njihovih stručnjaka, najbolje garantira trajnost željenih konstrukcija.

Vinko Horvat, dipl. ing.



Elektrifikacija otoka Lošinj

U prvom tromjesečju 1964. otpočeli su radovi na gradnji dalekovoda 30 kV Cres—Lošinj, dužine oko 50,45 km, koji će prenositi električnu energiju iz TS 30/10 kV Cres u TS 30/10 kV Lošinj.

Turistički razvoj Malog i Velikog Lošinja, te ostalih mjesta na Lošinju zahtijeva suvremenije i udobnije uređenje, što je usko povezano s električnom energijom. Do sada je elektrifikacija bila bazirana na lokalnu dizelsku elektranu u Malom Lošinju, koja je proizvodila suviše skupo, nerentabilno, a u pogonskom je pogledu bila vrlo nesigurna. Da bi se zadovoljile stvarne potrebe konzuma, nužno je bilo pristupiti gradnji dalekovoda 30 kV Cres—Lošinj.

Dalekovod 30 kV Cres—Lošinj, prijenosne snage 5 MVA, bit će izveden na željeznim rešetkastim stupovima od profilnog čelika s vodičima raspoređenim u obliku trokut-stup, tipa »jednostruka-jela«. Vodiči ovog dalekovoda imaju presjek 3 × 70 mm² Cu, zaštitno uže Če II 35 mm², izolacija dalekovoda izvest će se kapastim izolatorima K 170/280 složenim u nosne i zatezne lance. Ovjesni materijal je domaće proizvodnje izrađen po licenci »Salvi«.

Prijelaz morskog tjesnaca između Cresa i Lošinja izvest će se kod Osora polaganjem podmorskog kabela, dužine oko 450 m. Izabran je tip kabela XHEKRAA 3 × 70 mm² Cu.

Investitor »Elektroprimorje« iz Rijeke povjerio je izvedbu građevinskih i montažnih radova poduzeću »Dalekovod« iz Zagreba. Osim toga »Dalekovod« će dobaviti željezne rešetkaste stupove, kao i odgovarajući kompletni ovjesni materijal.

Za gradnju i opremu dalekovoda investirat će se iznos od oko 279 milijuna dinara, od čega na same građevne radove otpada oko 190 milijuna dinara, a ostatak na kupnju opreme i montažne radove.

I. R.

Vrelovod iz Toplane Žitnjak

Plan izgradnje vrelovodne mreže iz Toplane na Žitnjaku, za zagrijavanje industrijskih i javnih objekata na području općine Trnje odvija se uspješno.

Na magistralni vrelovod Toplana—Držićeva ulica —Ulica Proleterskih brigada, priključit će se veći broj javnih i stambenih objekata. Građevni i montažni radovi na ovom potezu su u toku i prvi priključak izveden je na zgradu Komunalne banke na Paromlinskoj cesti, zatim slijede Gradska vijećnica, stambene zgrade zadruge »Kooperant«, te blok stambenih zgrada na uglu Ulice proleterskih brigada i Kruga. Dalje će se priključiti Elektrotehnički fakultet te zgrada Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

Nastavljeni su radovi na produženju vrelovoda prema Savskoj cesti. U programu je postavljanje odvojka za Runjaninovu ulicu zbog priključka fakulteta, zatim odvojka za hotel »Internacional«, novu zgradu Socijalnog osiguranja, Palaču pravde, te zgrade CK, Radio-televiziju, autobusni kolodvor, kemijski školski centar i samački hotel građevnog poduzeća »Tehnika«. U ovoj godini otpočet će radovi na priključcima za solitere, robnu kuću u Rapskoj ulici i tvornicu »Ventilator«.

Do konca listopada iduće godine predviđa se potpuno dovršenje drugog magistralnog vrelovoda za nova stambena naselja južnog Zagreba. Preko Jakuševačkog mosta vrelovod bi došao do modernog naselja Zaprude, gdje će se toplom vodom grijati stambene zgrade. Zatim bi se vrelovod uz Aleju Borisa Kidriča protezao sve do Trnskog i Sigeta, čime bi se riješilo pitanje grijanja stambenih zgrada i nekih javnih objekata.

Za vrelovod će se u ovoj godini investirati svota u iznosu od 700 milijuna dinara, no ukoliko se jave novi potrošači topline, postoji mogućnost povećanja investicija.

I. R.

Izgradnja objekata distributivne mreže na području Dalmacije

U realiziranju programa izgradnje objekata 30 i 35 kV i važnih objekata 10 kV na području poduzeća za distribuciju električne energije »Elektrodalmacija« u Splitu u toku 1963. postignuti su uspješni rezultati. Među važnije objekte ubraja se izgradnja dalekovoda 30 kV Peruća—Vrlika, kabela 30 kV Split 2 — Split 4 i dalekovoda 10 kV na otoku Rava i na Dugom otoku.

Za građevne radove, opremu i montažu investirano je oko 159 milijuna dinara. Radovi na ovim objektima nisu dovršeni, pa se nastavljaju u godini 1964.

Za rekonstrukciju postojećih transformatorskih stanica 30 kV investirano je oko 84,6 milijuna dinara. Za transformatorske stanice 30/10 kV Dujmovača, Split 2, Trogir i Omiš, nabavljena je oprema i već izvršena montaža.

U programu je proširenje transformacije u stanici 30/10 kV Šubićevac, na što će se utrošiti iznos od oko 17,2 milijuna dinara. Nadalje su predviđene rekonstrukcije i u transformatorskoj stanici 30/10 kV Drniš i Vrlika, te kabelske stanice na otoku Rava i na Dugom otoku.

Sredstva za izgradnju navedenih objekata, kao i proširenje postojećih kapaciteta osigurana su iz republičkih i lokalnih investicionih fondova, zatim iz sredstava, te zajedničkih ulaganja HE Peruća, Dalmatinskih hidroelektrana Split. »Dalmacija cementa« iz Splita i Brodogradilišta »Split«.

Današnja pojna mreža 30 kV splitskog užeg područja ne zadovoljava stvarne potrebe konzuma. Pojna mreža 30 kV grada Splita sadrži danas četiri transformatorske stanice 30/10 kV i to: Dujmovača, Split I (Brodogradilište), Split II (Gripe) i Split III (Lora) s ukupnom instaliranom snagom od oko 48 MVA.

Ostvarena maksimalna opterećenja u gradu iznose 43 MVA, pa će uskoro doći do kritičnog stanja u odnosu na raspoloživu instaliranu snagu. Snaga u postojećim transformatorskim stanicama ne može se više povećavati, pa treba izgraditi nove uređaje transformacije preko kojih će se poboljšati opskrba električnom energijom. S obzirom na opsežnu i intenzivnu stambenu izgradnju u splitskom području postavlja se hitan zahtjev da se izgradi nova TS 30/10 kV u centru grada nazvana TS Split IV. Kao najpodesnija lokacija izabrano je područje na Dobrome. Pripreme za izgradnju TS Split IV su u toku, tj. izrađen je glavni projekt i uskoro će početi i građevni radovi. Čak je položen i jedan dio priključnog voda 30 kV, kabel Split II — Split IV, koji je sada u pogonu sa 10 kV.

Za izgradnju objekata 10 kV i mreže niskog napona uloženo je 1963. oko 1578 milijuna dinara. Plan izgradnje obuhvatio je transformatorske stanice 10/0,4 kV, dalekovodnu mrežu 10 kV, te kabele 10 kV, zračnu mrežu niskog napona i javnu rasvjetu. Izvor financiranja izgradnje ovih objekata osiguran je iz amortizacije, fondova poduzeća, zajmova općina ili banaka, te izravnih financiranja općina, samodoprinosa građana i ostalih sredstava drugih investicija.

U toku 1963. stavljene su u pogon 24 transformatorske stanice u gradskim područjima, 101 zidana stanica u selima i 22 stupne stanice po selima, što čini ukupno 147 transformatorskih stanica.

Osim toga, poduzeće »Elektrodalmacija« preuzelo je na svome području električna postrojenja svih napona, koja su izgradili drugi investitori u godini 1963. (vidi tablicu).

Grupa objekata	Jedinične mjere	Količina	Vrijednost u 1000 Din
Transformatorske stanice 10/0,4 kV	kom	100	299.000
Dalekovodi 10 kV	km	239,2	368.182
Kabeli 10 i 30 kV	km	6,31	44.235
Kabeli 1 kV	km	4,44	18.253
Zračna mreža niskog napona	km	241,14	389.707
Javna rasvjeta	km	2,93	18.315

I. R.

Studijski istraživački radovi na području Hrvatske

Plan studijskih istraživačkih radova i projektne dokumentacije za nove elektroenergetske objekte u Hrvatskoj predviđa opsežne zahvate i radove u godini 1964.

U toku ove godine predviđa se izvedba hidrometeoroloških radova u slivu Kupe, Krke-Butišnice, Ričice-Zrmanje, Drave-Mure, Cetine (Kraška polja) i HE Đale. U vezi s izradom studija hidroenergetskih izvora, na Kupi će se obavljati geomehanički radovi, za Muru će se raditi osnovni projekt, a na području Krka-Zrmanja i na Dravi od Mure do Valpova prikupljat će se podaci za izradu studija.

Opsežni radovi izvest će se zbog priprema za gradnju novih hidroelektrana.

Za HE *Sklope,* pored idejnog projekta i istražnih radova, predviđena je izrada glavnog projekta, kako bi se u toku 1965. moglo početi izgradnjom strojarnice.

Kod HE *Orlovac* predviđena je izrada idejnog projekta s potrebnim istraživanjima, te pokusnog injekcionog polja. Nadalje, u programu je i izrada glavnih projekata onih objekata, koji bi mogli predstavljati usko grlo za početak radova i puštanje u pogon postrojenja (ceste, elektrifikacije radilišta, tunel i sl.) Za HE *Đale* dovršit će se idejni projekt s pripadnim istražnim radovima kao i glavni projekti nekih objekata (pristupne ceste, zagati i sl.) Kod HE *Obrovac* vršit će se izvjesni sondažni, geomehanički i građevni istražni radovi potrebni za dovršenje ugovorenog idejnog projekta kao i glavnog dovodnog tunela. Za HE *Varaždin* izrađen je već skraćeni investicioni program, pa treba izraditi idejni projekt s nekim prethodnim i istražnim radovima. Završetak projekta predviđen je godine 1965. Za pribransko postrojenje HE *Lučice* u srednjem toku Korane (s mogućom snagom 24—45 MW i godišnjom proizvodnjom od 75—130 GWh) u ovoj je godini predviđena samo izrada geoloških studija s kartiranjem.

Opsežni studijski radovi u 1964. predviđeni su također i na objektima prijenosne mreže. Program tih radova uglavnom obuhvaća predradnje za izgradnju dalekovoda 220 i 110 kV, te transformatorskih stanica 220/110 kV i 110/30 kV.

Za novi vod 220 kV *Jajce—Mraclin* predviđa se izrada investicionog programa i glavnog projekta. S obzirom na budući razvoj industrijskog bazena u području Šibenika dolazi u obzir gradnja dalekovoda 220 kV Split—Šibenik, pa treba završiti osnovnu dokumentaciju. Da bi se pak mogli racionalno i tehnički ispravno izgraditi vodovi 110 i 220 u okolici *Rijeke,* izradit će se idejno rješenje riječkog čvora s budućom transformacijom. Elektrifikacija pruge *Zagreb—Novska* očekuje se do 1966., a izgradnja tvornice dušičnih gnojiva u *Kutini* do 1967, pa se mora izraditi osnovna dokumentacija za vod 110 kV *Mraclin—Kutina* i priključak željezničkih elektrovučnih podstanica.

Investicioni programi i glavni projekti u ovoj će se godini raditi za slijedeće dalekovode 110 kV: Split i Split II, Đakovo—Vinkovci, Bjelovar—Koprivnica, te Bjelovar—Virovitica i Jarun (kod Zagreba)—Toplana. Tim su programom obuhvaćene i transformatorske stanice 110/30 kV Split, Rijeka (proširenje), Klara (rekonstrukcija), Vinkovci (proširenje), Osijek (pojačanje) i Kraljevac.

S obzirom na potrebe poljoprivrede, jugoslavenskih željeznica (elektrificirana pruga Sarajevo—Ploče) i luke Ploče u slijedećim godinama, koje znatno prelaze snage postojećih električnih postrojenja, mora se izgraditi nova transformatorska stanica 110/30 kV u tom području, pa će se zato već u ovoj godini raditi na izradi osnovne dokumentacije.

Za studijske istraživačke radove, koji obuhvataju hidrometeorološka istraživanja, izradu osnovnih projekata i studiju hidroizvora, te za razna ispitivanja za nove hidroelektrane, prijenosnu mrežu i za ostale studije u godini 1964. uložit će se ukupan iznos od oko 708 milijuna dinara.

Očekuje se da će od predviđene svote za studije u 1964. oko 140 milijuna dinara biti podmireno iz Fonda studija Jugela, koji financira izradu osnovnih projekata i investicionih programa. Ostali dio sredstva bit će osiguran iz amortizacionih fondova Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske.

I. R.

Novi dalekovod 110 kV u SR Hrvatskoj

Program izgradnje dalekovodne mreže 110 kV u SR Hrvatskoj u 1964. obuhvatio je gradnju dalekovoda 110 kV Varaždin—Čakovec i Otočac—Lički Osik.

Dalekovod 110 kV Varaždin—Čakovec, dužine oko 14 km, napajat će električnom energijom područje Čakovca i dobar dio Međimurja. Danas se to područje opskrbljuje električnom energijom uglavnom preko postojećeg dalekovoda 35 kV Varaždin—Čakovec, koji je u vrlo lošem stanju. Na dalekovodu bi trebalo izvršiti temeljitu rekonstrukciju, ali kako je to glavni vod za opskrbu konzuma Međimurja, ne može se iskopčati na dulje vrijeme. Samo iskopčavanje voda radi rekonstrukcije izazvalo bi velike štete u privredi Međimurja.

Potrošak je u stalnom porastu i nedavno izvršena analiza pokazuje, da će već u godini 1967. u području Međimurja trebati prenositi cca 10,5 MW. S obzirom na povećanje prijenosnih kapaciteta, kao i poboljšanje naponskih prilika ukazano je na hitnost i opravdanost izgradnje dalekovoda 110 kV Varaždin—Čakovec.

Pod kraj prvog tromjesečja ove godine počet će građevni radovi na ovome objektu, koje će izvoditi poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba.

Vodiči dalekovoda imaju presjek 3 × 150/25 mm² alučela, zaštitno uže je od pocinčanog čelika 1 × 50 mm², dok će se izolacija izvesti kapastim izolatorima K 170/280. Stupovi su čelični rešetkasti od profilnog čelika, koje će izraditi »Dalekovod«. Početna tačka voda je TS 110/35 kV Varaždin, a krajnja TS 110/35/10 kV Čakovec. Za građevne i montažne radove, te kompletnu opremu investirat će se oko 83 milijuna dinara.

Istovremeno će otpočeti gradnja dalekovoda 110 kV Otočac—Lički Osik, dužine oko 33,4 km, zbog prijenosa električne energije do transformatorske stanice 110/35 kV Lički Osik za potrebe konzuma Like. Danas se područje Like napaja dalekovodom 35 kV iz HE Slapovi na Uni, te dalekovodom iz TS Senj (ovaj dalekovod je na potezu Senj—Otočac izgrađen za 110 kV). Mogućnost prijenosa iz HE Slapovi na Uni su minimalne (1,5—2 MW) i to uz loše naponske prilike u Ličkom Osiku. Opterećenje od 8—9 MW koje se očekuje još u toku ove godine u Lici, zahtijeva izgradnju dalekovoda 110 kV, kao i transformatorske stanice 110/35 kV u Ličkom Osiku. Prijenos tolike snage postojećim dalekovodom 35 kV ne dolazi u obzir, radi nemogućih naponskih prilika.

Za dalekovod 110 kV Otočac—Lički Osik izabrani su vodiči presjeka 3 × 150 mm² alučela i čelično zaštitno uže 50 mm², a izolacija će se izvesti porculanskim kapastim izolatorima K 170/290. Stupovi su jednostruki, čelični rešetkasti od profilnog čelika, koje će isporučiti poduzeće »Energoinvest« iz Sarajeva. Ukupan broj nosnih i zateznih stupova iznosi 117. Kompletna izgradnja voda povjerena je poduzeću »Dalekovod«.

Za građevne i montažne radove, kao i cjelokupnu opremu, investitor ovog objekta, »Elektroprenos« iz Zagreba, uložit će iznos od oko 240 milijuna dinara.

I. R.

IV Savjetovanje ekonomista elektroprivrede SFRJ

Na IV Savjetovanju ekonomista elektroprivrede* razmatrana su pitanja povećanja rentabilnosti investiranja u elektroenergetske proizvodne kapacitete budućih potreba konzuma, zatim pitanje primjene linearnog programiranja u planiranju elektroenergetskog sistema, pitanje utjecaja udaljenosti potrošačkih rajona na izbor objekata za proizvodnju električne energije, te pitanje uvođenja ekonomske cijene električne energije koja bi sadržavala i dio sredstava za proširenu reprodukciju elektroprivrede uz poseban osvrt na problematiku finansiranja investicija. Ovaj prikaz daje opći uvid u sadržaj tematike koja se na Savjetovanju razmatrala bez detalja, jer će se materijali posebno objaviti u Zborniku IV Savjetovanja ekonomista elektroprivrede.

Na III Savjetovanju ekonomista elektroprivrede, koje je održano u Ohridu, lipnja 1961, odabrane su teme koje bi trebalo raspraviti na IV Savjetovanju. Među ovima naročito pitanje metodologije izbora najekonomičnijih izvora električne energije, kao i pitanje ekonomskih cijena električne energije i povećanja stupnja samofinanciranja proširene reprodukcije. Zbog toga je IV Savjetovanje i dobilo radni naziv:

»Ekonomske postavke politike investiranja u elektroprivredi«.

Teze za IV Savjetovanje postavljene su po nazivu i obradi ovako:

1. Ekonomska analiza dosadašnjih investicija u izvore energije i u mrežu u odnosu na potrebe za snagom i energijom:

analiza investicionih ulaganja po vrstama proizvođača električne energije i po kvaliteti energije;
analiza investicionih ulaganja u prenosnu mrežu i transformaciju električne energije;
analiza potreba snaga i energije u sistemu za karakteristične periode i zadovoljenje tih potreba;
indeksi investicija u odnosu na snagu i energiju;
kritički osvrt na dobivene rezultate.

2. Opći osvrt na buduće potrebe za snagom i energijom u Jugoslaviji u odnosu na raspoloživi energetski potencijal:

pokušaj prikaza potreba snage i energije do 1980 godine;
raspoloživi energetski potencijal i mogućnosti njegova korištenja;
zaključci koji proizlaze iz gornje analize.

3. Utjecaj povećanja potreba za snagom i energijom na buduće investicije u elektroprivredi:

* Izvori podataka: gradivo sa savjetovanja

Visina investicija i ekonomska analiza parametara dobivenih u temi 2.

4. Linearno programiranje i njegova primjena za izbor investicionih ulaganja u elektroprivredi:

matematički aspekt linearnog programiranja;
tehnika tabelarnog računanja;
odabiranje parametara koji ulaze u račun;
primjena linearnog programiranja kod izbora investicionih ulaganja;
jedan primjer linearnog programiranja;
zaključak.

5. Metodologija za izbor najekonomičnijih elektroprivrednih objekata, koji dolaze u obzir za izgradnju, s aspekta visine investicionih ulaganja i cijene koštanja električne energije:

analiza metodologije za izbor proizvođača električne energije, koje se primjenjuju u svijetu;
prijedlog metodologije, koja može biti primijenjena u Jugoslaviji u vezi specifičnog odnosa hidro- i termopotencijala, kao i privrednog sistema Jugoslavije;
rezultati, odnosno ekonomski pokazatelji, koji se dobivaju primjenom predložene metodologije.

6. Utjecaj udaljenosti potrošačkih rajona na izbor objekata za proizvodnju električne energije:

analiza metodologija za utvrđivanje najekonomičnijih investicija u prenosnu mrežu, koje se primjenjuju u svijetu;
izbor metodologije, koja bi se mogla primijeniti u Jugoslaviji s obzirom na lokaciju izvora energije i privredni sistem Jugoslavije;
rezultati, odnosno ekonomski pokazatelji koji se dobivaju primjenom predložene metodologije.

7. Ekonomski kriteriji za određivanje visine investicionih ulaganja u energetske izvore s aspekta raspoloživih sredstava nacionalnog dohotka:

analiza porasta nacionalnog dohotka Jugoslavije u dosadašnjem periodu i visina sredstava, koja je data elektroprivredi za investiciono ulaganje;
mogućnosti koje pruža određeni trend porasta nacionalnog dohotka za ulaganje u elektroprivredu (udvostručavanje kapaciteta za 4—5 godina);
utjecaj uloženih sredstava za proširenu reprodukciju u elektroprivredi na nacionalni dohodak Jugoslavije;
zaključna ekonomska razmatranja.

8. Utjecaj tarifne politike za investicije u elektroprivredi:

opći osvrt na tarifni sistem elektroprivrede Jugoslavije;
analiza utjecaja dosadašnjih nivoa tarife na porast investicija u elektroprivredi;
kritički osvrt na nisku prosječnu prodajnu cijenu električne energije u odnosu na potrošače (prelivanje dohotka iz elektroprivrede u druge grane);
električna energija kao baza za razvoj cijele privrede, posebno industrije, nerazvijenih područja, standarda ljudi, itd;
utjecaj ovakove tarife na visinu budućih investicija i ekonomska opravdanost tako dobivenog trenda porasta investicionih ulaganja (udvostručavanje za 4 do 5 godina);
niska cijena kao faktor neracionalnog korištenja električne energije.

9. Ekonomska cijena električne energije s aspekta osiguranja sredstva za proširenu reprodukciju i odstupanje ove cijene od sadašnje tarife:

analiza mogućnosti osiguranja sredstava iz teme 7. i dodatnih sredstava za eventualno samofinansiranje u elektroprivredi;
mogućnosti elektroprivrede za učešće u proširenoj reprodukciji sada i kako bi trebalo da bude s obzirom na tendencije smanjenja centraliziranih sredstava za proširenu reprodukciju (OIF);
mogući nivo prosječne prodajne cijene, koji bi osigurao optimum do samofinansiranja u elektroprivredi.

10. Analiza organizacionih formi i načina osiguranja sredstava za investiranje u elektroprivredi:

analiza postojećeg stanja:
organi, koji odlučuju o finansiranju objekata;
način osiguravanja sredstava za investiranje u elektroprivredi — bespovratno ili na kredit;
oblici za osiguranje sredstava za investicije — da li natječaji;
organizacione forme investitora kao i prava, obaveze, odgovornost i kontrola rada investitora;
prijedlozi za poboljšanje organizacionih formi i načina osiguranja sredstava za investiranje u elektroprivredi.

Međutim na IV Savjetovanju ekonomista nisu bile obrađene: druga tema *Opći osvrt na buduće potrebe za snagom i energijom u Jugoslaviji u odnosu na raspoloživi energetski potencijal,* sedma tema *Ekonomski kriteriji za određivanje visine investicionih ulaganja u energetske izvore s aspekta raspoloživih sredstava nacionalnog dohotka* i osma tema *Utjecaj tarifne politike na investicije u elektroprivredi.*

Ostale teme obradili su slijedeći autori:

Tema 1

Referat: *Ekonomski prikaz dosadašnjih investicija u izvore energije i u mrežu u odnosu na potrebe za snagom i energijom.* Autor Čedomir Bosnić, dipl. ec., Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd.

Tema 3

Referat: *Utjecaj povećanja potreba za snagom i energijom na buduće investicije u elektroprivredi.* Autor: Ljubiša Rančić, dipl. ing. i ec. Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd.

Tema 4

Referat: *Primjena linearnog programiranja u planiranju elektroenergetskog sistema.* Autor: Vukota Mastilović, dipl. ing. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd

Tema 5

Referat: *Iskustva u primjeni metoda za izbor novih elektroenergetskih objekata.* Autor: Valentin Kovač, dipl. ing. Elektroprojekt, Ljubljana.

Referat: *Energetski odnosi u elektroprivrednom sistemu s obzirom na investiranja u energetske izvore.* Autor: Prof. dr ing. Hrvoje Požar, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

Referat: *Metodologija za izbor najekonomičnijih elektroprivrednih objekata, koji dolaze u obzir za izgradnju, s aspekta visine investicionih ulaganja i cijene koštanja električne energije.* Autor: Ljubiša Rančić, dipl. ing. i ec. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd.

Tema 6

Referat: *Utjecaj udaljenosti potrošačkih rajona na izbor objekata za proizvodnju električne energije.* Autor: Jovan Cubalovski i Radoje Milojević. Zajednica elektroprivrednih poduzeća Makedonije, Skopje.

Referat: *Utjecaj udaljenosti potrošačkih rajona na izbor objekata za proizvodnju električne energije.* Autor: Ljubiša Rančić, dipl. ing. i ec. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd.

Tema 9

Referat: *Ekonomska cijena električne energije s aspekta osiguranja sredstava za proširenu reprodukciju i odstupanje ove cijene od sadašnje tarife.* Autor: Dr Milan Đurić, dipl. ec. — Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd.

Referat: *Ekonomska cijena električne energije.* Autor: Božidar Filipović, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb.

Tema 10

Referat: *Problematika finansiranja investicija u elektroprivredi.* Autor: Nedeljko Komnenić, saradnik Instituta za ekonomiku industrije, Beograd.

Savjetovanje je održano u Sarajevu u dvorani Doma JNA i započelo je 14. siječnja, a završilo je 17. siječnja 1964. u prisutnosti velikog broja stručnjaka iz cjelokupne elektroprivrede, nekih naučnih institucija i državne uprave. IV Savjetovanju ekonomista prisustvovali su i generalni direktor ZJE Radivoje Marković, glavni direktor ZEP Bosne i Hercegovine, Miloš Milaković, Vinko Hafner državni podsekretar Sekretarijata SIV-a za industriju, zatim savjetnici u sekretarijatima SIV-a: Pavle Gligorić, Vladimir Šlebinger i Dragutin Ilić, kao i republički organi: Čedo Kapor, predsjednik Odbora za industriju i saobraćaj RIV-a Skupštine SR Bosne i Hercegovine, Niko Filipović, sekretar za Opće privredne poslove Izvršnog vijeća SR Bosne i Hercegovine, te Hajrudin Numić, pomoćnik srekretara Sekretarijata za industriju Izvrčnog vijeća SR Bosne i Hercegovine.

Kao što se može zaključiti iz same osnovne tematike, Savjetovanje je potvrdilo aktuelnost razmatrane problematike, bilo to kroz same referate, koreferate ili diskusiju.

Osnovna pitanja, koja su razmatrana na IV Savjetovanju, odnosila su se na slijedeće:

Investiranje u izgradnju proizvodnih i prenosnih elektroenergetskih kapaciteta, u skladu sa intenzivnim poslijeratnim porastom potrošnje električne energije, uslijed brzog razvoja industrijalizacije zemlje i široke primjene električne energije u ostalim djelatnostima i kućanstvu zauzimalo je sve značajnije mjesto u ekonomici kako same elektroprivrede, tako i ostalih grana privrede i društva uopće.

Karakteristike razvoja politike investiranja, svode se među ostalim na okolnost, da je u prvom redu izmijenjen odnos između sudjelovanja u proizvodnji između termoelektrana i hidroelektrana od 71 prema 29 u godini 1946. na 40,9 prema 59,1 u 1962. uz nastojanje da se uz zadovoljenje potreba konzuma, snize i troškovi proizvedenoga kilovatsata. Međutim, troškovi za izgradnju kao i godišnji pogonski troškovi za pojedine hidroelektrane svedeni na moguću srednju proizvodnju bili su pri tom vrlo varijabilni i s velikim oscilacijama. Kod termoelektrana to je bilo blaže, iako još uvijek značajno. Ovo ukazuje da redoslijed izbora izgradnje proizvodnih elektroenergetskih kapaciteta nije bio uvijek zasnovan na primjeni suvremenih metodologija, kojima se postižu najpovoljniji uvjeti rada i investiranja. S druge strane, u vezi s tim pojavljuje se pitanje određivanja odnosa izgradnje hidroenergetskih i termoenergetskih kapaciteta, koje ima značajni utjecaj na cijenu koštanja kilovatsata, a istovremeno utječe i na redukcije zbog ovisnosti o hidrološkim prilikama, ukoliko je omjer postavljen u korist hidroelektrana.

Zbog toga postoje izvjesne orijentacije u prilog veće izgradnje termoelektrana, a s obzirom na rezultate analiza koje su rađene na temelju metoda za izbor hidroelektrana prof. dr. ing. Hrvoje Požara i metodologije rekuperacije kapitala. Obzirom na predviđeni obim proizvodnje električne energije, kao i šteta od redukcija, koje se pojavljuju naročito u privredi, vrijedno je ovom problemu dati odgovarajuće mjesto u budućoj obradi ekonomskih problema elektroprivrede.

Iako su u okviru materijala izneseni vrijedni podaci i rezultati metoda za izbor najekonomičnijih objekata bilo bi ipak veoma korisno da se ta pitanja sagledaju ne samo kroz stečena iskustva u inostranstvu, već i kroz primjenljivost na naše uvjete. U prilog ovakovog načina rada čiji bi rezultati trebali predstavljati osnovu za utvrđivanje obavezne metodologije govori i ono što je već izneseno u osvrtu na cijenu izgradnje i troškova proizvodnje kao i činjenice da u odlukama o izboru objekata za izgradnju sudjeluje preveliki broj organizacija, stvarajući time preduslove za odstupanje od optimalnih rješenja.

Izgradnja hidroelektrana, naročito akumulacionih, daleko duže traje nego što je to slučaj kod termoelektrana. Period izgradnje hidroelektrana iznosi u prosjeku 5 do 8 godina, a za termoelektrane 2 do 3 godine. To je značajno za dugoročno prognoziranje potreba konzuma, iako kod toga, ako se sagledaju svi pripremni radovi od odabiranja najpovoljnijih objekata, usklađivanja osiguranja potrebnih investicionih sredstava, kako za same objekte, tako i za ostala prenosna i distributivna elektroenergetska postrojenja, pa do same izgradnje i puštanja u pogon, zatim razmatranje rentabiliteta izgradnje nuklearnih elektrana, trebalo bi prognozirati do iza 1980 godine. Premda u tom pravcu postoji razrađena metodologija, ona ne sadrži i sagledavanje potreba s aspekta razvoja energetike kao cjeline, pa su potrebna odgovarajuća usavršavanja u tom pogledu.

Dosadašnji odnos investiranja u proizvodna, prenosna i distributivna postrojenja, bio je postavljen na temelju pokazatelja iz inostranih elektroprivreda. Međutim, to ne odgovara sadašnjem stepenu razvoja elektrifikacije i industrijalizacije naše zemlje, a ni razmještaju naših energetskih rezultata i industrijskih regiona. Usmjeravanje ovih odnosa u investiranju, treba biti odraz naših naprijed navedenih okolnosti i prognoze potreba konzuma u okviru općeg razvoja energetike, ostale privrede i opće elektrifikacije sa regionalnog stanovišta.

Novi ekonomski odnosi unutar elektroprivrede, tj. odnosi između udružene elektroprivrede (proizvodnje i prijenosa) i distribucije, unijeli su značajne novine u poslovanju, koje daju svoj doprinos raščišćavanju onih donedavnih odnosa, koji nisu dovoljno usmjeravali distribuciju na racionalno investiranje, te korištenje raspoloživih sredstava, kao ni na usmjeravanje potrošača na racionalnije korištenje električne energije. Kako je način finansiranja investicija ne-

dovoljno utjecao na ekonomiziranje može se dati ocjena o sazrijevanju uslova za povećanje stupnja samofinansiranja proširene reprodukcije u elektroprivredi.

Sadašnje cijene električne energije pružaju male mogućnosti za samofinansiranje, i to s jedne strane zbog postojanja raskoraka između proizvodnje i realizirane cijene, a s druge strane i zbog devalviranja njenog nivoa primjenom raznih privilegiranih ekonomskih instrumenata. Kao posljedica takovog stanja je vrlo niska akumulativnost elektroprivrede u usporedbi s drugim granama privrede. S tim u vezi vrši se prelijevanje velikog dijela dohotka elektroprivrede u korist pojedinih grupa potrošača, koji zbog niskog nivoa cijene nisu dovoljno zainteresirani za racionalno korištenje električne energije, a pogotovo kada to zahtijeva izvjesne organizacione zahvate. Istovremeno potrošači koji dobivaju obezvrijeđenu električnu energiju, tj. u čiju se korist prelijevaju sredstva iz dohotka elektroprivrede, nisu dovoljno stimulirani da dio vlastitih sredstava ulažu u izgradnju elektroprivrede, adekvatno angažiranim kapacitetima. Posebno se, kao posljedica takovih cijena javlja činjenica da ne postoji samo prelijevanje dijela dohotka iz elektroprivrede u korist pojedinih grupa potrošača, već postoji i prelijevanje prirodne rente iz nerazvijenih područja u korist razvijenih. Ovo proizlazi iz toga što se izvori električne energije nalaze uglavnom u nerazvijenim područjima, dok se potrošači, koji vrše privrednu djelatnost nalaze uglavnom u razvijenim područjima. Iz takovog odnosa dolazi do nepovoljnih ekonomskih odnosa u razvoju tih dvaju područja.

Sve ove naprijed izložene okolnosti ukazuju na potrebu osiguranja sredstava u cijeni električne energije za proširenu reprodukciju. U tom smislu nužno je postaviti plan približavanja »ekonomskim cijenama«, koje je istovremeno potrebno definirati. Tu dolazi eliminiranje raskoraka između proizvodne i realizirane cijene električne energije, pokrivanje razlike nastale revalorizacijom osnovnih sredstava, eliminiranje privilegiranih instrumenata, kao na primjer, kamata na poslovni fond i kredite za osnovna sredstva.

Prema podacima iznesenim u referatima, za pokrivanje manjka uslijed raskoraka između proizvodne i realizirane cijene potrebno bi bilo povisiti cijene za 10 % i još toliko za revalorizaciju osnovnih sredstava. Razlika između sniženih i normalnih ekonomskih instrumenata još je veća.

Za osiguranje sredstava za financiranje proširene reprodukcije polazi se sa dva stanovišta. Prvo je upotreba slobodnog dijela amortizacije, a drugo je osiguranje i novih sredstava kroz povišenje cijene električne energije. Potreba za financijskim sredstvima u narednom periodu vrlo je velika, međutim štete od redukcija električne energije za privredu mogu biti još veće, nego što bi bila razlika između potrebnih i raspoloživih sredstava. Sredstva realizirana povećanom cijenom električne energije, osiguravaju elektroprivredi namjensko i racionalno ulaganje.

Uvođenje »troškovnog principa«, to jest principa, da svatko snosi onoliko troškova, koliko ih i prouzrokuje, te uz primjenu i svih drugih suvremenih načina s kojima se postiže racionalno korištenje električne energije, značilo bi stvaranje uvjeta za ekonomičniju reprodukciju elektroprivrede.

Na temelju raspravljanih elemenata koji su izneseni u referatima, koreferatima i diskusiji na ovom Savjetovanju, doneseni su slijedeći zaključci:

1. Referati o metodama za izbor najpovoljnijih energetskih objekata predstavljaju koristan doprinos za unapređenje ekonomike investiranja u elektroprivredu.

Osim ovih metoda postoje i druge koje se primjenjuju u elektroprivredama istočnih i zapadnih zemalja, pa bi trebalo ispitati njihovu primjenljivost za naše uslove, koristeći bogatu dokumentaciju izrađenu za ovo savjetovanje.

2. Paralelno s proučavanjem gornjih metoda treba izraditi metodologiju za iznalaženje granice rentabiliteta investicionih ulaganja u kapacitete elektroprivrede i u kapacitete njenih potrošača.

3. Uporedo sa usavršavanjem analitičkog instrumentarija za izbor optimalnih elektroenergetskih objekata treba raditi na rješavanju svih otvorenih pitanja u vezi izrade dugoročnih privrednih planova elektroprivrede. To su na primjer:

a) metodologija za prognozu strukture konzuma električne energije za duži rok s aspekta razvoja energetike kao cjeline;
b) metodologija valorizacije elektroenergetske bilance;
c) metode za proučavanje veće produktivnosti osnovnih faktora proizvodnje, vodeći računa o svim privrednim kretanjima u našoj zemlji.

4. Preporuča se elektroprivrednim organizacijama da se kontinuirano bave gore navedenom problematikom i osiguraju tijesnu saradnju s odgovarajućim zavodima za privredno planiranje, naučnim institucijama i drugim nadležnim i zainteresiranim ustanovama.

5. Osjeća se nedostatak kompletnog praćenja problematike energetike kao cjeline, pa se preporučuje nadležnim organima da oforme stručnu instituciju, koja bi se bavila ovim pitanjem.

6. Potrebno je ispitati utjecaj elektroenergetske izgradnje na druge privredne grane i na ekonomiku odnosnog područja uopće. S tim u vezi treba uskladiti investicije između privrednih grana kao i na primjer: između investicija u termoelektrane i rudnike uglja, investicija u hidroelektrane i poljoprivredu i sl.

7. Pošto se energetski potencijali naše zemlje nalaze uglavnom u nerazvijenim područjima, izgradnja tih potencijala omogućuje privredni uspon nerazvijenih područja i uzdiže njihove kadrove.

Izgrađeni energetski potencijali nerazvijenih područja dat će (a i sada već daju) veću proizvodnju od njihovih potreba. Treba omogućiti da se prirodna renta tih područja ne prelijeva preko devalorirane cijene u razvijena područja, kojima nedostaju energetski potencijali.

8. Jedan od osnovnih problema elektroprivrede je problem nivoa cijene električne energije. Treba na-

stojati da se što prije riješi pitanje cijene električne energije, i to sa stanovišta udjela sredstava elektroprivrede u financiranju proširene reprodukcije, i sa stanovišta odnosa cijena između razvijenih i nerazvijenih područja.

9. U skladu s principom postepene korekcije deformirane cijene, ovu treba povećati za raskorak između proizvodne i realizirane cijene, te za efekte revalorizacije osnovnih sredstava elektroprivrede. Veličina financijskog potencijala amortizacije, a s tim u vezi i veličina sredstava iz amortizacije za financiranje proširene reprodukcije, zavisi od ažurnih vrijednosti osnovnih sredstava. U narednim godinama postepeno treba eliminirati i sve beneficije, koje elektroprivreda prima i daje kroz cijenu električne energije.

10. Sve više treba primjenjivati suvremeni »troškovni princip« tarifiranja električne energije, kako bi tarifa električne energije postala instrument ekonomike reprodukcije elektroprivrede.

Kako je vidljivo iz samih zaključaka, a vrlo je često naglašavano i u samoj diskusiji, ukazuje se potreba stalnog praćenja i studiranja svih naprijed navedenih pitanja u okviru posebne studijske institucije, koja bi stalno razmatrala i izučavala ekonomsku i energetsku problematiku elektroprivrede i energetike kao cjeline izvan postojećih organizacija za operativu.

Nadalje je u okviru Savjetovanja često naglašavano pitanje nedovoljne suradnje ekonomista i energetičara, te potreba uspostavljanja užeg kontakta. Praktički se iz toga može izvući zaključak o nužnosti obrazovanja posebnih stručnjaka za ekonomiku energetike putem postdiplomskog studija te njihove uske povezanosti sa spomenutom stručnom institucijom.

IV Savjetovanje ekonomista elektroprivrede SFRJ u kojem su, kao što je ranije i navedeno uzeli učešća i ekonomisti i energetičari, potvrdilo je još jednom važnost održavanja savjetovanja ove vrsti, jer pruža niz svestrano sagledanih iskustava stručnjaka iz elektroprivrede.

Boris Tilić, dipl. ing.

IZ SVJETSKE STRUČNE LITERATURE

Vakuumske sklopke

Vakuumskim sklopkama nazivaju se sklopke, kod kojih komora gašenja ima vrlo visoki vakuum. U časopisu »Electrical Review« od veljače 1964. iznesena je problematika tih sklopaka i najnovija dostignuća na tom polju.

Prednosti vakuumske sklopke su slijedeće:

1. pokretni mehanizam može biti relativno jednostavan i može brzo djelovati;
2. prekid strujnog luka nastaje uvijek kod prvog prolaza struje kroz nulu, pa je trajanje luka manje od polovine periode;
3. energija koja se razvije kod prekidanja je relativno mala;
4. brzo ponovno uspostavljanje vakuuma na mjestu prekida luka isključuje potrebu sredstava za gašenje (zraka ili ulja);
5. isključena je opasnost vatre i eksplozije.

Prvi radovi u vezi vakuumskih sklopaka javljaju se 1926, no nivo tadašnje tehnologije nije omogućio veći napredak. Tek nakon drugog svjetskog rata pošlo se u razvoju brzo naprijed, kad su riješeni osnovni problemi od kojih su najvažniji ovdje ukratko izneseni.

Metal koji se upotrebljava za kontakte mora biti vrlo dobro vodljiv, budući da se toplina stvorena električnim lukom ne može odvoditi konvekcijom. Odvođenje radijacijom vrlo je malo, pa ostaje samo prolaz topline kroz metal kontakata i vodilica.

Daljnji je problem vakuumskih sklopki trganje luka. Naime, dešava se, da se kod slabijih struja luk prekine prije prolaza struje kroz nulu, što može izazvati opasne prenapone u mreži. Trganje luka ovisno je o tlaku para i emisiji elektrona materijala kontakata. S druge pak strane neophodno je da ne dođe do zataljivanja kontakata, što je vrlo teško postići kod čistih metalnih površina u vakuumu.

Metal kontakata mora imati zanemarivo malu količinu upijenih plinova, jer tokom isklapanja ugrijani kontakti ispuštaju upijeni plin koji smanjuje vakuum komore za gašenje.

Problem visokog vakuuma, materijala komore za gašenje i tehnologija brtvljenja također su tek posljednjih godina riješeni. Danas su već dostignuti i egzaktno mjereni vakuumi do 10^{-7} dijelova plinskih nečistoća, kako u komori gašenja ne bi porastao vakuum iznad 10^{-5} mm Hg kod mnogostrukog rada sklopke. Smatra se, da sklopke koje je razvilo američko poduzeće General Electric mogu zadržati dovoljan vakuum i tokom 20 godina rada. Prvi prototip vakuumske sklopke proizvela je ova tvrtka 1961., a zatim je izrađena prva serija za komercijalnu upotrebu. Karakteristike ovih sklopaka su slijedeće: isklopna struja 12 kA, normalna struja 600 A, napon 14,4 kV.

B. M.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

DK 620.92 (494)
Probleme und Ziele der schweizerischen Energiepolitik
Problemi i ciljevi švicarske energetske politike
A. Nydegger
Praktische Energiekunde 12 (1964), br. 1, str. 24—29.

DK 621.039.577.001.1/2 (436)
Planung eines österreichischen Kernkraftwerkes
Planiranje austrijske nuklearne elektrane
Grümm H.
E. u. M. 81 (1964), br. 5, str. 93—95.

DK 621.039 (43-2.667)
Das erste deutsche Kern-Großkraftwerk in Gunddremmingen
Prva njemačka nuklearna veleelektrana u Gunddremmingenu
H. Jüttemann
VDI-Z. 105 (1963), br. 29, str. 1351—52.

DK 621.165.001.1
Beitrag zur mehrdimensionalen Berechnung der Strömung durch Dampfturbinen
Prilog višedimenzionalnom proračunu strujanja kroz parne turbine
H. E. Brachetti
Energie 16 (1964), br. 2, str. 49—57.

DK 621.165-523.3
Drehzahl-Leistungs-Regelung von Dampfturbinen mit elektro-hydraulischen Reglern
Regulacija broja okretaja-snaga kod parnih turbina s elektro-hidrauličkim regulatorima
E. Andres
BBC Nachrichten 46 (1964) br. 3, str. 151—156.

DK 621.165-52
Erste Betriebsergebnisse mit einer automatisch arbeitenden Dampfturbogruppe
Prvi pogonski rezultati automatiziranom parnom turbogrupom
M. Sack
BBC Nachrichten 46 (1964) br. 3, str. 157—164.

DK 621.22.1.4.001.8
Pumpspeicherwerk Geesthacht im Winterbetrieb
Pumpna akumulaciona elektrana Geesthacht u zimskom pogonu
S. Malamet
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964) br. 5, str. 174—177

DK 621.221.3
Der Speicher »Durchlaßboden« und seine energiewirtschaftliche Bedeutung
Akumulacija »Durchlaßboden« i njezino ekonomsko-značenje
Nyvelt F.
E. u. M. 81 (1964), br. 6, str. 129—134.

DK 621.3.014.31.064
Neue Erkenntnisse an Schaltlichtbögen hoher Stromstärken bei Niederspannungs — Leistungsschaltern
Nove spoznaje o uklopnim lukovima velike jakosti struje kod niskonaponskih učinskih sklopki
H. Fehling
ETZ-A 95 (1964), br. 5, str. 133—138.

DK 621.3.001.57
Lösung von Überspannungsschutzproblemen durch Anlagemodelle
Rješavanje problema prenaponske zaštite pomoću modela uređaja
H. Stephanides
Bull. SEV 55 (1964), br. 6, str. 256—261.

DK 621.3 : 621.311.1
Graphical method for solving transient stability problems
Grafičke metode za rješavanje prijelaznih problema stabilnosti
Proc. IEE 111 (1964), br. 2, str. 335—342.

DK 621.3.064.3/.4
Über den Einfluß der Lichtbogenlänge und der Lichtbogenverlustarbeit auf die Wiederverfestigung kurzer Wechselstromlichtbögen in Luft
O utjecaju duljine luka i energije gubitaka luka na ponovno stvaranje kratkih lukova izmjenične struje u zraku
Burghardt Günter
ETZ-A 85 (1964), br. 6, str. 161—166.

DK 621.3.016.35
Stabilitätsfragen bei der Höchstspannungsübertragung
Pitanje stabilnosti kod prijenosa najvišim naponima
F. Althammer
BBC Mitt. 51 (1964), br. 1/, str, 10—20.

DK 621.31 (8)
Die Stromerzeugung Südamerikas aus europäischer Sicht
Proizvodnja električne energije u Južnoj Americi s evropskog gledišta
W. Reiche
ETZ-B 16 (1964), br. 5, str. 109—112.

DK 621.31 (436)
Österreichische Energieanlagen im Bau
Austrijska energetska postrojenja u gradnji
E. Königshofer
Bull. SEV 55 (1964), br. 5, str. 217—22.

DK 621.311
Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie im hydrographischen Jahr 1962/63
Proizvodnja i upotreba električne energije u hidrografskoj godini 1962/63
Bull. SEV 55 (1964), br. 7, str. 333—351.

DK 621.311.003 (43)
Die Zukunft der Stromerzeugung und das unternehmerische Wagnis der Elektrizitätswirtschaft
Budućnost proizvodnje električne energije i poduzetnička smionost elektroprivrede
H. Mandel
Die Atomwirtschaft 9 (1964), br. 3, str. 102—108.

DK 621.311
Elektrische Arbeit unter dem Schwachlasttarif
Električna energija u tarifi za mala opterećenja
W. Strahringer
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 7, str. 229—234.

DK 621.311.1.07
Die Dampfturbogruppen in der elektrischen Netzregelung
Parne turbogrupe u regulaciji električne mreže
W. Frey
BBC Nachrichten 46 (1964), br. 3, str. 148—151.

DK 621.311.16.078
Einige Methoden über komplexe Automatisierungen im Kraftwerkverbundbetrieb
Neke metode za kompleksnu automatizaciju u vezanom pogonu elektrana
C. Penescu
ETZ-A 85 (1964), br. 5, str. 147—153.

DK 621.311.1.3.027.875
Wechselstrom-Höchstspannungs-Übertragungen 500 bis 750 kV
Prijenosi izmjeničnom strujom najvišeg napona 500—750 kV
H. Böcker
ETZ-B 16 (1964), br. 7, str. 170—173.

DK 621.311.21/22.003. 12
Vergleich der Errichtungskosten von Kraftwerken
Usporedba troškova izgradnje elektrane
Energie 16 (1964), br. 2, str. 38—40.

DK 621.311.22.004.14
Bewertung der Wärmeverluste in Dampfkraftanlagen insbesondere der Wärmeverluste in Rohrleitungen
Procjena toplinskih gubitaka u parnim postrojenjima, osobito toplinskih gubitaka u cjevovodima
S. Kriese
Energie 16 (1964), br. 2, str. 36—38.

DK 621.311.22-523.8
Das automatische Dampfkraftwerk
Automatska termoelektrana
K. Keiske
Siemens-Z. 38 (1964), br. 3, str. 125—129.

DK 621.311.22.003.1 (73)
Die Energiekosten der amerikanischen Dampfkraftwerke
Troškovi energije američkih termoelektrana
A. Kroms
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 5, str. 149—154.

DK 621.311.22
Heizkraftwerke in der Sowjetunion
Toplane u SSSR-u
L. Müller
Energie 16 (1964), br. 2, str. 62—63.

DK 621.311.25
Das wirtschaftliche Sonnenkraftwerk
Ekonomična sunčana elektrana
P. Vago
VDI-Z. 106 (1964), br. 10, str. 385—390.

DK 621.311.4
Tendenze attuali nella costruzione delle stazioni per l'alimentazione della rete di distribuzione a M. T.
Savremene tendencije u konstrukciji transformatorskih stanica za distributivne mreže
E. Bagala
L'Energia Elettrica 49 (1964), br. 1, str. 44—57.

DK 621.311.42
Das unterirdische 150/50/6 kV-Unterwerk Wasgenring in Basel mit isolierten 150 kV- und 50 kV-Sammelschienen
Podzemna podstanica 150/50/6 kV Wasgenring u Baselu s izoliranim sabirnicama 150 kV i 50 kV
G. Gass
Bull. SEV 55 (1964), br. 7, str. 323—332.

DK 621.313.333
Einfluß von Spannungs- und Stromoberschwingungen auf den Betrieb von Asynchronmaschinen
Utjecaj naponskih i strujnih viših harmoničkih titraja na pogon asinhronih strojeva
K. Heumann
AEG Mitt. 54 (1964), br. 1/2, str. 117—122.

DK 621.313.333.2
Kontaktlose Steuerung der Drehzahl von Asynchronmotoren mit Hilfe antiparalleler Thyristoren
Beskontaktno upravljanje broja okretaja asinhronih motora pomoću antiparalelnih tiristora
F. Koppelmann
AEG Mitt. 54 (1964), br. 1/2, str. 126—132.

DK 621.313.322.015
Transienter Spannungsfall bei Lastzuschaltung auf einem vorbelasteten Synchrogenerator
Prijelazni pad napona kod priklapanja tereta na preopterećenom sinhronom generatoru
D. Rumpel
ETZ-A 85 (1964), br. 6, str. 173—176.

DK 621.313.333.2.018.41
Das Verhalten des Käfigläufermotors bei veränderlicher Speisefrequenz und Stromregelung
Ponašanje kaveznog motora kod promjenljive frekvencije napajanja i regulacije struje
K. Heuman
AEG Mitt. 54 (1964), br. 1/2, str. 107—116.

DK 621.314.21
Einige Beiträge zum Problem des Transformatorgeräusches
Nekoliko priloga problemu šuma transformatora
M. Krondl
Bull. Örlikon (1963), br. 356, str. 1—15.

DK 621.314.21.027. 875
Transformatoren und Kompensationsdrosselspulen für 750 kV
Transformatori i kompenzacione prigušnice za 750 kV
BBC Mitt. 51 (1964), br. 1/2, str. 56—68.

DK 621.314.21.017
Zusatzverluste beim Dreiwicklungstransformator
Dodatni gubici kod tronamotnih transformatora
R. Stix
ÖZE 17 (1964), br. 3, str. 101—108.

DK 621.314.214.33
Nominaljnije naprjaženija i diapazon regulirovanija transformatorov 110 kV s RPN
Nazivni naponi i opseg regulacije transformatora 110 kV s RPN
I. S. Kaliničenko
Električeskie stancii 35 (1964), br. 3, str. 44—45.

DK 621.315.623
Vlijanie nizkih temperatur na mehaničeskuju pročnost' farforovyh izoljatorov
Utjecaj niskih temperatura na mehaničku trajnost porculanskih izolatora
V. N. Trusova
Električeskie stancii 35 (1964), br. 3, str. 54—59.

DK 621.315.212
Übertragung von Fernsehsignalen auf Kabeln
Prijenos televizijskih signala kabelima
Zücher P.
Hasler Mitt. 22 (1963), br. 3, str. 57—66.

DK 621.315.001.2
Blindleistungsverlust und- gewinn auf Hochspannungsleitungen, graphisch ermittelt
Grafičko određivanje gubitaka i dobitaka jalove energije na visokonaponskim vodovima
E. Rupp
ÖZE 17 (1964), br. 3, str. 124—126.

DK 621.315.668.9
Aluminiummaste für Freileitungen
Aluminijski stupovi za dalekovode
H. Mors
ETZ-B 16 (1964), br. 7, str. 166—167.

DK 621.315.051
Überlegungen zur Wahl der Betriebsspannung bei der Übertragung grösster Leitungen über weite Entfernungen
Razmatranja o izboru pogonskog napona kod prijenosa najvećih snaga na velike udaljenosti
W. Frey
BBC Mitt. 51 (1964), br. 1/2, str. 5—9.

Ivan Šimurina

Izvadak iz elektroprivredne statistike UNO za 1962

Annual Bulletin of Electric Energy Statistics for Europe, Vol. VIII. 1962 - UNO

Država	Instalir. snaga			Proizvodnja			Potrošnja			Potrošači			Razno	
		MW	%	(2) (3)	GWh	%	(4)	GWh	%	(5)	GWh	%	(6)	
Jugoslavija (1)	HE	1744	58	HE	6717	68	razmjena	—142	1,4	spec. potr.	1946	21	trend 58/62	11,1%
	TE	880	29	TE	3072	31	gubici	1553	16	industr.	4269	47	kWh/stanov.	486
	industr.	402	13	industr.	125	1	el. privr.	8219	90	domaćin.	1833	20	TE: 10^9 kcal	14012
	svega	3026	100	svega	9914	100	industr.	947	10	šir. potr.	1118	12	TE: kcal/kWh	3476
Austrija (9)	HE	2829	60	HE	10617	71	razmjena	—2099	14	spec. potr.	2603	19	trend 58/62	7,1%
	TE	993	21	TE	3968	27	gubici	1966	13	industr.	4989	36	kWh/stanov.	1819
	industr.	902	19	industr.	317	2	el. privr.	10837	79	domaćin.	2142	16	TE: 10^9 kcal	17397
	svega	4724	100	svega	14902	100	industr.	2905	21	šir. potr.	4008	29	TE: kcal/kWh	3120
Bugarska	HE	490	40	HE	1690	32	razmjena	+ 84	1,6	spec. potr.	3870	77	trend 58/62	18,6%
	TE	616	50	TE	3610	68	gubici	616	12	industr.			kWh/stanov.	625
	industr.	125	10	industr.			el. privr.	4768	95	domaćin.	1138	23	TE: 10^9 kcal	13020†
	svega	1231	100	svega	5300	100	industr.	240	5	šir. potr.			TE: kcal/kWh	3600*
Grčka (9)	HE	259	33	HE	613	22	razmjena	—1	·	spec. potr.	1247	52	trend 58/62	11,6%
	TE	507	65	TE	2129	78	gubici	372	14	industr.			kWh/stanov.	287
	industr.	15	2	industr.	10	·	el. privr.	2379	98	domaćin.	716	29	TE: 10^9kcal	8106
	svega	781	100	svega	2752	100	industr.	42	2	šir. potr.	458	19	TE: kcal/kWh	3700
Italija (9)	HE	9995	56	HE	30744	59	razmjena	+ 1269	2,5	spec. potr.	37240	66	trend 58/62	9,2%
	TE	3866	22	TE	19903	38	gubici	9484	18	industr.			kWh/stanov.	1122
	industr.	3939	22	industr.	1434	3	el. privr.	43866	78	domaćin.	19275	34	TE: 10^9 kcal	55451
	svega	17800	100	svega	52081	100	industr.	12649	22	šir. potr.			TE: kcal/kWh	2398
Mađarska	HE	19	1	HE	80	1	razmjena	+ 562	7,7	spec. potr.	6018	75	trend 58/62	8,7%
	TE	1190	85	TE	7066	97	gubici	800	11	industr.			kWh/stanov.	793
	industr.	195	14	industr.	157	2	el. privr.	7065	89	domaćin.	1961	25	TE: 10^9 kcal	35387
	svega	1404	100	svega	7303	100	industr.	914	11	šir. potr.			TE: kcal/kWh	3840
Rumunjska (9)	HE	278	13	HE	577	7	razmjena	—33	0,4	spec. potr.	6232	76	trend 58/62	13,0%
	TE	1244	60	TE	7535	93	gubici	1856	23	industr.			kWh/stanov.	438
	industr.	577	27	industr.			el. privr.	6223	76	domaćin.	562	7	TE: 10^9 kcal	31052
	svega	2099	100	svega	8112	100	industr.	1961	24	šir. potr.	1390	17	TE: kcal/kWh	3296
Zap. Njemačka	HE	3050	10	HE	10688	11	razmjena	+ 3064	3,2	spec. potr.	82190	68	trend 58/62	8,2%
	TE	14915	51	TE	65751	69	gubici	8659	9	industr.			kWh/stanov.	2180
	industr.	11490	39	industr.	19389	20	el. privr.	90233	75	domaćin.	16058	13	TE: 10^9 kcal	339700
	svega	29455	100	svega	95828	100	industr.	30737	25	šir. potr.	22722	19	TE: kcal/kWh	2970
Francuska	HE	10222	46	HE	33450	49	razmjena	—800	1,2	spec. potr.	52550	70	trend 58/62	7,8%
	TE	6603	30	TE	26100	38	gubici	7100	10	industr.			kWh/stanov.	1600
	industr.	5345	24	industr.	9300	13	el. privr.	60950	81	domaćin.	22810	30	TE: 10^9 kcal	110547†
	svega	22170	100	svega	68850	100	industr.	14410	19	šir. potr.			TE: kcal/kWh	2940†
Sovj. Savez (9)	HE	17919	22	HE	69840	24	razmjena	—209	0,1	sp. potr.	247158	77	trend 58/62	11,9%
	TE	38321	46	TE	215356	75	gubici	45972	16	industr.			kWh/stanov.	1460
	industr.	26116	32	industr.	2336	1	el. privr.	241351	75	domaćin.	75936	23	TE: 10^9 kcal	555032†
	svega	82356	100	svega	287532	100	industr.	81743	25	šir. potr.			TE: kcal/kWh	3110†
S. A. D.	HE	37307	18	HE	168135	20	razmjena	+ 722	0,1	sp. potr.	455472	53	trend 58/62	6,8%
	TE	153071	74	TE	683785	80	gubici	77100	9	industr.			kWh/stanov.	4670
	industr.	17693	8	industr.	3238	·	el. privr.	778780	90	domaćin.	411203	47	TE: 10^9 kcal	1816180
	svega	208071	100	svega	855158	100	industr.	87895	10	šir. potr.			TE: kcal/kWh	2650

PRIMJEDBE

1) Podaci HE i TE odnose se na postrojenja el. privrede SFRJ.

2) Proizvodnja je označena za prag elektrane, a samo kod zemalja s oznakom (g) na stezaljke generatora.

3) Pod »industr.« navedena je energija industrijskih elektrana predana u mrežu elektroprivrede.

4) »Razmjena« je saldo između uvoza (+) i izvoza (—) električne energije u susjedne zemlje. U »gubicima« sadržani su gubici prijenosa i distribucije, a kod zemalja označenih sa (g) i vlastita potrošnja elektrana. — Pod »el. privr.« navedena je neto potrošnja, koju je namirila javna elektroprivreda, a pod »industr.« energija, koju su industrijske elektrane proizvele za proizvodnju vlastite industrije.

5) Specijalne potrošače čine elektrometalurgija, elektrokemija i sl. Ostali veliki potrošači svrstani su u industriju. Potrošnja električnih željeznica sadržana je u širokoj potrošnji.

6) »Trend« je srednji godišnji porast potrošnje u % za period od 1958 do 1962 god. — »kWh/stanovniku« prikazuje srednju godišnju potrošnju električne energije po stanovniku. — »TE : 10^9 kcal« je ukupni godišnji potrošak toplinske energije u elektroprivredi i industriji u milijardama kalorija, a »kcal/kWh« je srednji specifični potrošak topline po proizvedenom kWh.

* djelomično procijenjeno † za godinu 1961.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE STUDENI i PROSINAC 1963.

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. 1963.	254631	43118	2000	13479	256631	56597	— 50364	32044	— 2429	292479
2. 1963.	215270	60598	1535	13228	216805	73826	— 61278	50215	— 1737	277831
3. 1963.	225845	51341	1870	14197	227715	65538	— 45878	44033	— 6501	284907
4. 1963.	238659	22006	1867	11136	240526	33142	— 3675	8715	— 15694	263014
5. 1963.	161874	20652	1389	14895	163263	35547	49170	23339	— 17068	254251
6. 1963.	152132	29551	1591	13810	153723	43361	46280	26271	— 19382	250253
7. 1963.	101170	74661	847	14269	102017	88930	60906	4567	— 9617	246803
8. 1963.	119639	70772	659	16052	120298	86824	71400	— 14844	49	263727
9. 1963.	193928	37457	966	16734	194894	54191	46169	— 57806	17365	254813
10. 1963.	199165	56871	1145	25384	200310	82255	10701	— 11459	5864	287671
11. 1963.	112658	61789	967	21261	113625	83050	80705	2345	— 5264	274461
12. 1963.	220022	51148	1580	15762	221602	66910	— 6227	42570	— 8304	316551
Ukupno 1 — 12. 1963.	2194993	579964	16416	190207	2211409	770171	197909	149990	— 62718	3266761

2,981.580

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece studeni i prosinac 1963.

Obilježje elektrana		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	78,9	21760	19660	131007	123,8	95,1	94,4	38,2	33,0	—	—
		Gojak	48,0	19889	13937	177407	83,6	54,2	88,7	57,0	38,9	—	—
		Ozalj	5,1	2718	2170	24903	101,3	100,7	110,6	65,0	58,0	—	—
		Kraljevac	67,0	0	20648	118528	—	157,7	99,1	0,0	41,0	—	—
		Peruća	42,0	—	553	145558	—	23,9	141,9	—	1,8	—	—
		Split	108,0	57951	142881	1425324	69,4	100,3	126,3	37,2	54,8	—	—
		Manojlovac	20,5	6695	14138	130908	61,3	103,5	113,1	39,0	79,0	—	—
		Jaruga	5,5	2176	3934	41259	73,8	99,5	126,6	56,0	97,0	—	—
						2,194.894							
	TE	Zagreb TO*	...	37916	30667	374554	437,2	229,9	1370,7	...	...	...	...
		Zagreb	17,0	3430	—	8423	166,0	—	102,9	27,0	—	6500	—
		Jertovec	36,0	16337	16548	165965	131,1	144,4	95,9	57,0	55,9	4253	4284
		Vlaška	8,0	4106	3933	24708	233,3	196,9	153,3	71,0	66,0	4850	4980
		Rijeka	7,2	—	—	4420	—	—	108,3	—	—	—	—
						573.650							
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1390	1392	18771	38,3	104,4	91,1	11,1	10,8	...	...
		Sladorana, Županja	3,6	2622	678	7983	131,1	—	127,8	100,0	2,5	...	...
		Jug. komb., Borovo	6,0	1814	1267	21641	96,5	63,1	97,9	42,0	28,4	...	...
		Željezara, Sisak	5,5	3696	3177	38997	134,2	125,8	102,9	93,3	77,6	...	...
						87.392							

[1]) Indeks u ovoj tabeli, kao i u ovim narednim iskazan je u odnosu na 1962 = 100.
[2]) Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje raspoloživog kapaciteta.
* Probni pogon

2.845.936

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece studeni i prosinac 1963.

Elementi energetske bilance	Studeni		Prosinac		Od početka god.		Indeks 1962 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Studeni	Prosinac	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	174447	54,8	271170	71,5	2792961	70,0	91,6	107,0	131,6
Proizvodnja industrijskih elektrana	22228	7,0	17342	4,6	206623	5,2	106,2	102,4	101,1
Ukupna proizvodnja na generatoru	196675	61,8	288512	76,1	2999584	75,2	93,2	106,6	128,8
Nabava el. en. od susjed. zajednica	121467	38,2	89161	23,6	949808	23,9	153,6	140,8	97,5
Nabava el. en. iz inozemstva	0	—	1107	0,3	32502	0,9	—	—	612,0
Ukupno raspoloživa električna energija	318142	100,0	378780	100,0	3981894	100,0	109,6	113,5	120,4
Vlast. potr. elektrana u sistemu	7817	2,4	9521	2,5	80912	2,0	162,0	177,1	190,4
Vl. potr. industrijskih elektrana	2223	0,7	1734	0,5	20662	0,5	106,2	102,3	101,1
Ukupno raspolož. na pragu elek.	308102	96,9	367525	97,0	3880320	97,5	108,9	112,1	119,6
(Dobava industr. elektrana sistemu)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)
(Prag elektrana u sistemu)	(288097)	(90,5)	(351917)	(93,0)	(3694359)	(92,7)	(108,6)	(112,8)	(120,3)
Gubici prijenosa u sistemu	9669	3,2	10806	2,8	224162	5,6	57,2	74,6	131,0
Gubici razvoda u sistemu	. . .	. . .	. . .	. . .	102585	2,6	. . .	. . .	. . .
Ukupna predaja el. en. potrošačima	298433	93,7	356719	94,2	3553573	89,3	120,8	131,8	125,2
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	38417	12,1	52818	13,9	601908	15,2	80,0	96,7	132,3
Predano inozemstvu	5264	1,6	9411	2,5	95221	2,4	134,4	—	211,0
Industrijska vlastita opskrba	20005	6,3	15608	4,2	185960	4,7	114,5	104,6	105,4
Potrošači u sistemu	234747	73,7	278882	73,6	2670484	67,0	132,4	138,1	123,6
Struktura potrošnje u sistemu — Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Rasvjeta poslov. prostorija	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Rasvjeta društv. prostorija	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Motori i aparati	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Poljoprivredni motori	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Javna rasvjeta	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Preprodavaoci	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Ukupna potrošnja na malo	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Vodovod	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Gradska električna vuča	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Ukupna komunalna velepotrošnja	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Ugljenokopi	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Tvornice cementa	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Ostala opća velepotrošnja	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
kod elektrokemije	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	. . .
kod elektrometalurgije	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	. .
kod ostalih	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	(. . .)	. . .
Ukupna ostala velepotrošnja	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Karbid	9120	3,9	10221	3,7	133794	5,0	503,0	171,4	138,6
Aluminij	15445	6,6	15631	5,6	191973	7,2	108,7	101,2	101,0
Ostala elektrokemija	3615	1.5	3402	1,2	41453	1,5	148,6	93,8	105,1
(Ukupno elektrokemija)	(28180)	(12,0)	(29254)	(10,5)	(367220)	(13,7)	(152,8)	(117,2)	(112,6)
Ferolegure el. metalurgije	7229	3,1	4680	1,7	136073	5,1	472,0	53,1	124,3
Elektrotoplina	2220	1,0	2288	0,8	34914	1,3	71,6	73,6	97,5
Željeznička električ. vuča	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Melioracije	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Ukupna specijalna velepotrošnja	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1963.

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. 1963.	1052	587	465	113	62	67	169	212	124	52	104	34	6	109	—
	12. 1963.	1211	731	480	220	51	80	172	157	141	109	110	42	6	123	—
Indeks na bazi	11. 1962.	147	94	169	68	233	93	155	119	149	58	195	109	249	124	—
	12. 1962.	117	103	150	97	190	109	161	144	102	70	251	95	151	121	—

Proizvodnja ugljena za mjesece studeni i prosinac 1963.
Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

Vrste ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1962 = 100		
		Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi Raša		64170	67550	852140	99,4	87,9	105,2
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen., Golubovec	5280	5072	64698	106,8	93,5	97,6
	Rudnik Pregrada	6210	7165	77125	108,8	110,2	109,9
	Ostali	6043	6428	63381	151,6	127,8	111,6
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	15179	14101	164889	101,2	92,9	93,8
	Dalmacija: Rudnik Siverić	8405	8323	104183	90,2	89,4	86,7
	Ostali	380	310	5439	57,8	55,4	67,5
	Ostala područja	2987	3124	34054	96,1	192,5	93,4
	Svega mrki	44484	44523	513769	104,1	98,8	96,3
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-Ladanjski ugljen., Ivanec	31270	31831	378816	102,6	92,1	98,4
	Zagorski rudnici, Konjščina	9851	9177	130114	69,1	77,3	81,7
	Rudnik lignita Poljanica	4736	2119	64764	105,0	38,5	—
	Ostali	1579	1430	22010	63,1	45,5	—
	Bilogora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica	7043	7543	102610	77,1	78,1	88,4
	Ostali	3924	4060	49221	98,8	113,9	77,7
	Ostala područja	930	1038	10247	85,7	88,5	102,3
	Svega lignit	59333	57198	757782	90,0	82,3	83,9
Ukupno sve vrste ugljena		167987	169271	2123691	97,0	88,5	94,5

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece sudeni i prosinac 1963.

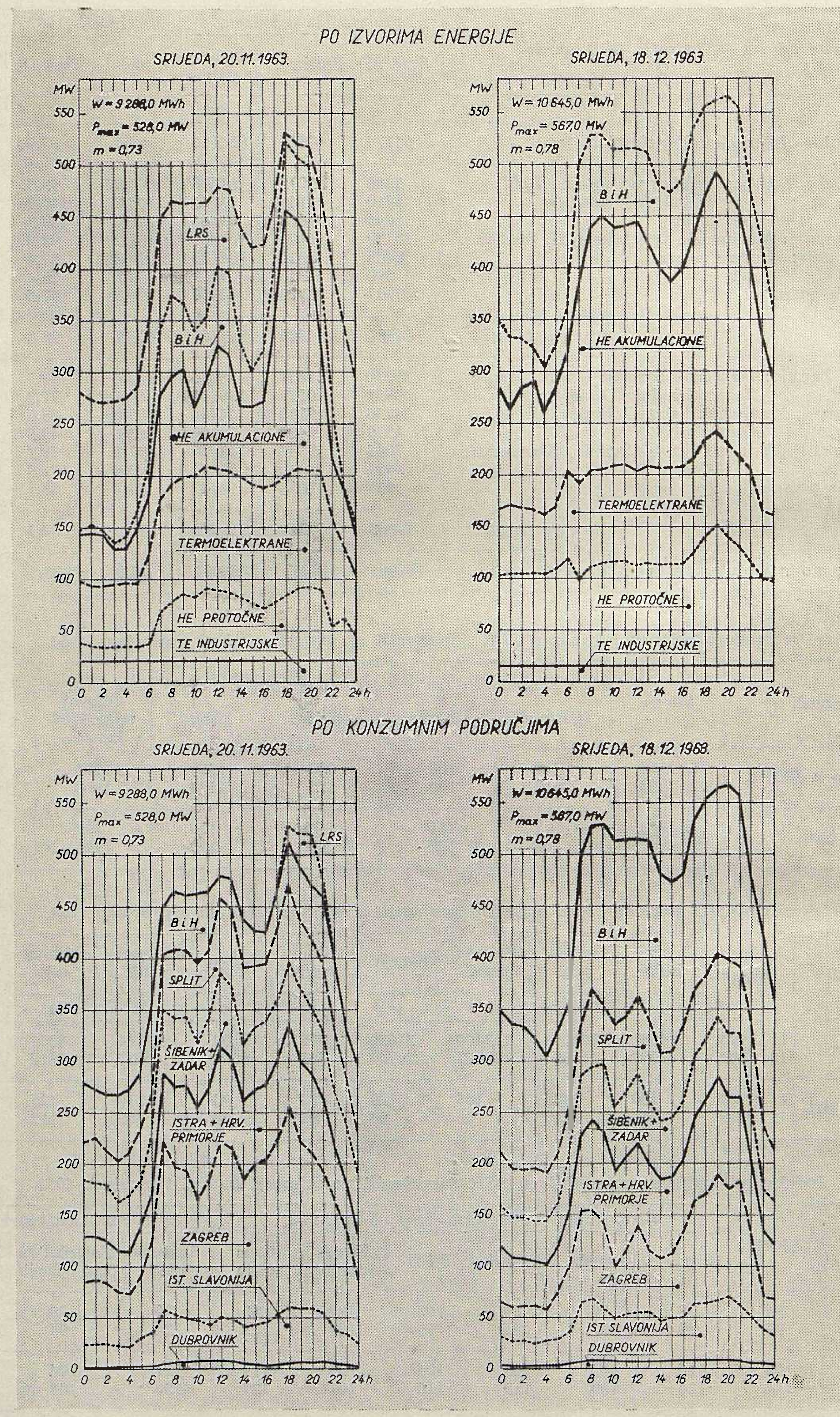
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	11. 1963.	2280	100	830	1350	1790	95
	12. 1963.	2419	100	885	1424	1903	94
Indeks na bazi	11. 1962.	107	111	104	110	107	104
	12. 1962.	106	100	102	110	105	99

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1963.

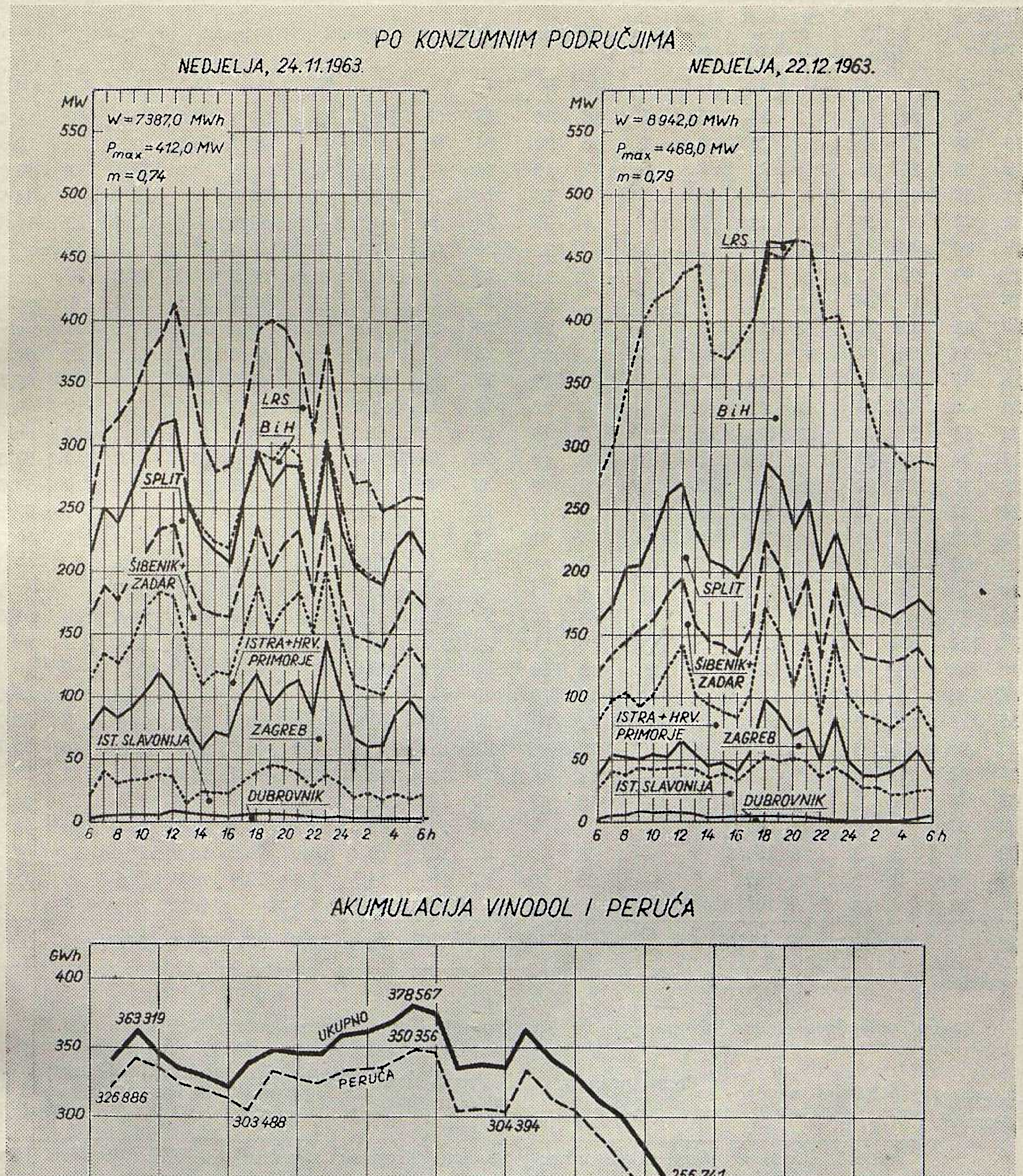
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	11. 1963.	144681	16604	157400	31629	915	8169	52114	8371	38471
	12. 1963.	142688	21605	150677	29749	763	9088	46217	9312	46505
Indeks na bazi	11. 1962.	109	148	105	129	77	93	112	125	81
	12. 1962.	111	170	96	94	85	96	102	112	85

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1963.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
11. 1962.	94	98	96	89	93	79	93	99	90	98
12. 1962.	99	99	101	95	99	103	112	124	94	96
11. 1963.	108	116	105	105	104	103	119	111	104	113
12. 1963.	114	120	109	113	110	107	127	136	108	114


PO IZVORIMA ENERGIJE
SRIJEDA, 20.11.1963.
W = 9 288,0 MWh
Pmax = 528,0 MW
m = 0,73
LRS
B i H
HE AKUMULACIONE
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
SRIJEDA, 18.12.1963.
W = 10 645,0 MWh
Pmax = 567,0 MW
m = 0,78
B i H
HE AKUMULACIONE
TERMOELEKTRANE
HE PROTOČNE
TE INDUSTRIJSKE
PO KONZUMNIM PODRUČJIMA
SRIJEDA, 20.11.1963.
W = 9 288,0 MWh
Pmax = 528,0 MW
m = 0,73
LRS
B i H
SPLIT
ŠIBENIK + ZADAR
ISTRA + HRV. PRIMORJE
ZAGREB
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
SRIJEDA, 18.12.1963.
W = 10 645,0 MWh
Pmax = 567,0 MW
m = 0,78
B i H
SPLIT
ŠIBENIK + ZADAR
ISTRA + HRV. PRIMORJE
ZAGREB
IST. SLAVONIJA
DUBROVNIK
MW
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h

AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA
TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA 24. 11. i 22. 12. 1963.



Srednji dnevni protoci vode za mjesece studeni (11) i prosinac (12) 1963. (m^3/sek)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežn.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz ak. Peruća Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u kor. Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.	11.	12.
1	18	40	61	17	11	45	4	5	8	24	25	80	12,0	91,8	38,3	37,8	3,7	50	11,4	57,4
2	13	38	27	52	19	28	6	5	8	20	24	68	440,0	27,0	640,0	16,2	13,3	42	18,6	71,7
3	14	33	31	46	1	39	6	5	7	19	24	62	183,0	32,4	351,0	16,2	37,2	29	33,0	57,4
4	15	35	45	48	10	23	6	5	7	18	26	56	67,5	75,6	103,1	151,2	28,5	40	54,5	57,4
5	8	50	37	25	10	83	5	5	7	27	24	56	64,8	334,8	52,3	259,2	22,5	53	60,0	pr.
6	16	66	46	3	6	96	5	5	7	31	24	68	57,7	70,2	49,6	97,2	15,6	46	pr.[1]	pr.
7	23	49	21	3	17	76	5	5	7	31	24	71	109,1	48,6	105,8	97,2	14,8	37	pr.	pr.
8	28	45	20	14	18	52	5	5	7	24	24	71	59,9	32,4	78,3	54,3	22,3	32	pr.	71,7
9	29	42	16	21	18	47	5	5	7	22	24	65	21,6	21,6	45,9	32,4	17,2	19	pr.	57,4
10	31	35	23	44	7	26	5	5	7	25	23	59	54,3	5,4	59,4	16,2	14,2	23	67,0	57,4
11	28	39	44	70	11	30	5	5	7	19	23	56	81,0	5,4	207,9	5,4	11,0	19	64,5	43,0
12	35	40	44	68	10	28	5	5	7	20	22	52	81,0	16,2	118,8	27,0	14,4	17	69,0	43,0
13	23	36	30	70	13	43	5	5	7	19	22	52	140,4	5,4	434,7	28,7	49,5	13	pr.	43,0
14	24	34	24	41	13	53	5	5	8	19	22	50	130,6	21,6	87,4	28,7	40,0	9	57,0	28,7
15	28	38	28	40	23	28	5	5	8	18	22	52	100,9	5,4	104,2	16,2	33,7	9	57,0	28,7
16	24	82	20	3	24	142	5	46	8	27	22	65	206,8	10,8	237,6	27,0	37,1	7	57,0	28,7
17	27	140	8	3,5	19	219,5	5	114	9	51	22	125	113,4	5,4	159,3	5,4	60,8	5	60,0	28,7
18	33	102	24	3,5	18	189,5	5	104	9	51	23	135	71,8	5,4	98,2	10,8	38,9	5	69,0	28,7
19	30	74	10	3,5	22	152,5	5	71	9	42	23	128	48,6	—	42,6	5,4	28,7	5	64,5	14,3
20	32	77	12	3,5	18	154,5	5	60	9	66	23	143	32,9	16,2	49,1	10,8	24,9	4	67,0	28,7
21	32	126	16	3,5	23	227,5	5	103	10	111	24	215	49,6	10,8	61,0	16,2	21,0	4	60,0	28,7
22	40	180	10	3,5	22	278,5	5	180	13	120	26	250	28,0	5,4	58,3	16,2	20,9	5	56,0	28,7
23	34	188	5	3,5	24	278,5	5	50	13	110	28	225	16,7	—	22,6	—	18,4	3	47,0	28,7
24	35	128	15	3,5	8	237,5	5	40	12	82	27	190	32,9	10,8	50,2	21,6	16,9	2	40,0	14,3
25	33	96	17	3	14	210	5	40	12	66	27	166	18,3	16,2	43,7	27,0	13,9	3	35,7	14,3
26	24	93	30	3	12	196	5	—	11	66	26	154	302,4	32,4	232,2	37,8	16,5	8	28,7	14,3
27	33	94	14	3	35	183	5	—	18	67	29	143	213,3	27,0	262,9	37,8	45,5	12	pr.	57,4
28	60	91	3	3	73	169	5	—	24	64	54	135	124,2	16,2	146,3	21,6	140,0	10	pr.	43,0
29	59	90	3	3	78	156	5	—	30	60	87	121	70,2	10,8	99,3	16,2	121,0	12	pr.	43,0
30	47	88	2	3	72	149	5	—	28	50	87	107	54,3	10,8	72,9	21,6	79,0	9	pr.	43,0
31		68		3		141		—		45		100		5,4		16,2		8		43,0
M. p.[2]	29	75	23	19,8	22	122,0	5	28,5	11	46	29	107	99,6	31,5	137,1	37,9	34,0	17	35,9	35,6

[1] pr. = preljev [2] M. p. = Mjesečni prosjek

Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece studeni i prosinac 1963.

Bruto-potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1962. %		I. do IX. mj. 1963. prema I. do IX. mjesecu 1962.		12 mjeseci 1963/62. prema 12 mjeseci 1962/61.	
	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac
Ukupno SRH	100,0	100,0	94,2	119,2	114,3	115,0	118	118	117	118
Direkt. potrošači	15,6	12,5	88,6	95,7	156,0	97,9	116	114	112	114
Distribucija	72,7	75,6	99,1	123,6	104,9	100,7	114	113	117	113
Industrija	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Opća potrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Domaćinstva	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

NAPOMENA: Djelomično procijenjeno, jer podaci radi još neregulirane statističke službe sa distributivnim poduzećima nisu mogli biti prikupljeni.

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53-822, kućni 452.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Brajnović*, tehnički direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb, ing. Boris *Markovčić*, glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati*, ing. Vladimir *Štengl*, ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević*. Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec*. Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač*. Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.

GOD. 13 (1964) energija BROJ 3 — 4

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

NEISKORIŠTENE SNAGE I NEKE MOGUĆNOSTI POVEĆANJA KORIŠTENJA PROIZVODNIH KAPACITETA U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU JUGOSLAVIJE

Hrvoje Požar, Zagreb

Analizirana je pojava neiskorištenih snaga termoelektrana i hidroelektrana u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije, pa je određena potrebna rotirajuća i hladna rezerva, kao i mogućnost remonta u termoelektranama. Na osnovu tako određenih veličina promatran je utjecaj smanjenja maksimalnog i povećanja minimalnog opterećenja na korištenje kapaciteta. Također je analiziran utjecaj povećanja potrošnje kako u razdoblju malih tako i u razdoblju velikih i malih opterećenja.

DK 621.311

1. Uvod

Problem neiskorištenih snaga i mogućnosti za njihovo korištenje postavlja se u svakom elektroenergetskom sistemu. Taj problem treba, međutim, drukčije tretirati u elektroenergetskom sistemu u kojemu su termoelektrane dominantne, a drukčije u sistemu u kojemu je udio hidroenergije znatan. Rješenje povećanja korištenja snage u sistemu termoelektrana poznato je, jer ga tretiraju mnoge rasprave i knjige, pa je često služilo i kod nas kao osnova za donošenje odluka. Postojanje znatnog broja hidroelektrana, međutim, mijenja u toj mjeri odnose u sistemu, da se treba često puta odviknuti od uobičajenog načina gledanja i pristupati rješenju na drukčiji način.

Na osnovu prilika, koje se mogu očekivati u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije u godini 1967. pokušano je ukazati na neke odnose koji se pojavljuju u sistemu s pretežnim udjelom hidroenergije.

2. Neiskorištena snaga elektrana

Raspodjelu opterećenja među elektranama sistema treba nastojati izvršiti uz uvjet da se iskoristi što veća količina još iskoristive vode i da se angažira što veća snaga hidroelektrana. Povećanje korištenja vode dovodi do smanjenja potrebne proizvodnje u termoelektranama, a povećanje korištenja snage hidroelektrana ima za posljedicu smanjenje angažiranja snage termoelektrana, a s tim i smanjenje proizvodnje u manje ekonomičnim termoelektranama, jer se u prvom redu koriste termoelektrane s manjim promjenljivim troškovima. Uz ispunjenje navedenih uvjeta pojavljivat će se neiskorištene snage bilo u hidroelektranama, bilo u termoelektranama bilo i u hidroelektranama i u termoelektranama.

Primjera radi navodimo prilike u nekim karakterističnim mjesecima za konzum u 1967. Na sl. 1 prikazane su prilike u vrlo važnom mjesecu (maj 1940), na sl. 2 prilike u vlažnom mjesecu sa srednjim protocima (mart 1929), na sl. 3 odnosi u sušnom mjesecu (septembar 1936), na sl. 4 prilike u vrlo sušnom mjesecu (oktobar (1949). Na dijagramima je prikazana mogućnost proizvodnje hidroelektrana, kao da se radi o jednoj hidroelektrani (radi jednostavnijeg prikazivanja), te ostvariva proizvodnja uzimajući u obzir potrebe potrošača. Osim toga navedeni su numerički podaci o iskorištenim i neiskorištenim snagama hidroelektrana i termoelektrana.

U razdoblju velikih voda moguće je u potpunosti ili skoro u potpunosti iskoristiti snagu hidroelektrana, jer to omogućuje relativno velika proizvodnja hidroelektrana. Radi toga u to doba ostaje znatna snaga termoelektrana neiskorištena. Nasuprot tomu u doba malih voda može se iskoristiti samo dio snage hidroelektrana, dok je snaga termoelektrana u velikoj mjeri angažirana za zadovoljenje potreba.

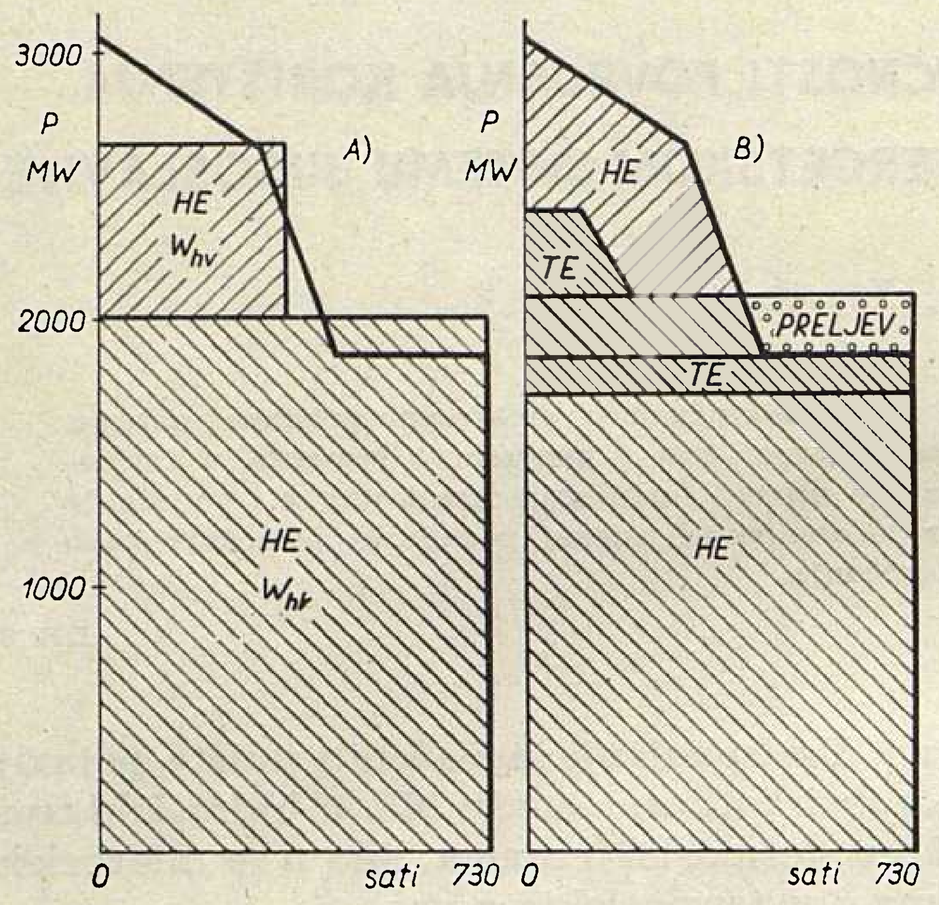
Analizom prilika u tridesetogodišnjem razdoblju, a za konzum u godini 1967, dolazimo do neiskorištenih snaga u hidroelektranama i termoelektranama. Analiza je provedena metodom konstantne i varijabilne energije [1].

Na sl. 5 prikazane su angažirane i neiskorištene snage u momentu maksimalnog opterećenja hidro-

Sl 1. Korištenje snage i energije iz elektrana u vrlo vlažnom mjesecu (maj 1937)

A) raspoloživo u hidroelektranama B) iskoristivo u elektranama

	GWh	MW
HE — raspoloživo	1680,2	2650,5
Potrebe	1712,0	3053,0
Razlika	— 31,8	— 402,5
TE — raspoloživo	937,2	1283,9
HE — iskoristivo	1604,6	2650,5
TE — iskoristivo	107,4	402,5
HE — neiskorišteno	75,6	—
TE — neiskorišteno	829,8	881,4
Ukupno neiskorišteno	905,4	881,4



elektrana i termoelektrana u vrlo vlažnoj, srednjoj i vrlo sušnoj godini.

Na osnovu prikaza prilika u pojedinim godinama, međutim, ma kako te karakteristične godine odabrali, nije moguće dobiti sliku o odnosima, koji se mogu očekivati u budućnosti. U tu svrhu potrebno je odrediti vjerojatnost pojava na osnovu analize odnosa u nizu godina.

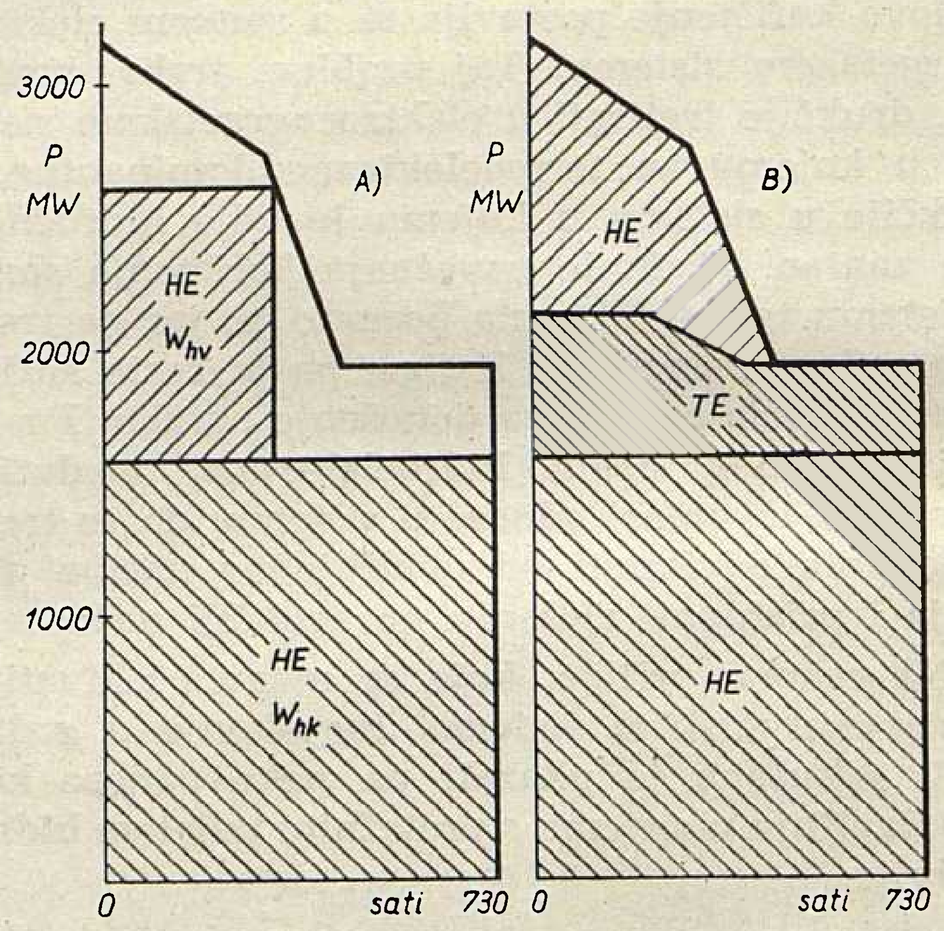
Na sl. 6 ucrtane su neiskorištene snage hidroelektrana i termoelektrana u pojedinim mjesecima u času maksimalnog opterećenja. Vjerojatnost pojave 0 odgovara najvećim protocima, a vjerojatnost 1 najmanjim protocima. Treba naglasiti, da istim vjerojatnostima odgovara i istodobnost pojava, jer se velike neiskorištene snage u termoelektranama pojavljuju u doba velikih voda kad su u hidroelektranama male neiskorištene snage, i jer se u doba malih voda pojavljuju velike neiskorištene snage u hidroelektranama, a male u termoelektranama. Prema krivuljama vjerojatnosti pojave neiskorištenih snaga može se odrediti vjerojatnost neiskorištenja bilo koje snage. Ako npr. vjerojatnost pojave neiskorištene snage termoelektrana od 200 MW iznosi 0,70, to znači da se u 70 % slučajeva može očekivati neiskorištena snaga od 200 MW ili još veća neiskorištena snaga. Niže su navedene vjerojatnosti pojave neiskorištene snage od 800, 600, 400, 200 i 0 MW u pojedinim mjesecima te u godini kao cjelini:

Mjesec	800 MW	600 MW	400 MW	200 MW	0 MW
I	—	0,39	0,58	0,82	0,90
II	—	0,29	0,65	0,78	0,93
III	0,12	0,53	0,84	0,92	0,93
IV	0,32	0,83	0,92	0,95	1,00
V	0,67	0,86	0,92	0,99	1,00
VI	0,46	0,76	0,90	1,00	1,00
VII	0,09	0,43	0,84	0,97	1,00
VIII	0,07	0,14	0,46	0,83	0,97
IX	—	0,06	0,21	0,55	0,83
X	—	0,04	0,40	0,63	0,83
XI	—	—	0,62	0,75	0,83
XII	—	—	0,08	0,65	0,80
Godišnje	0,14	0,37	0,61	0,74	0,92

Prema tomu konzum je u potpunosti osiguran u 92 % slučajeva odnosno za prosječno 337 dana u godini, dakle za nešto više od 11 mjeseci godišnje.

Neiskorištene snage termoelektrana pojavljuju se prosječno godišnje u slijedećem broju dana odnosno mjeseci:

200 MW u 271 dan ili 8,9 mjeseci
400 MW u 223 dana ili 7,3 mjeseci
600 MW u 135 dana ili 4,4 mjeseci
800 MW u 51 dan ili 1,7 mjeseci



Sl. 2. Korištenje snage i energije iz elektrana u srednje vlažnom mjesecu (mart 1940)

A) raspoloživo u hidroelektranama B) iskoristivo u elektranama

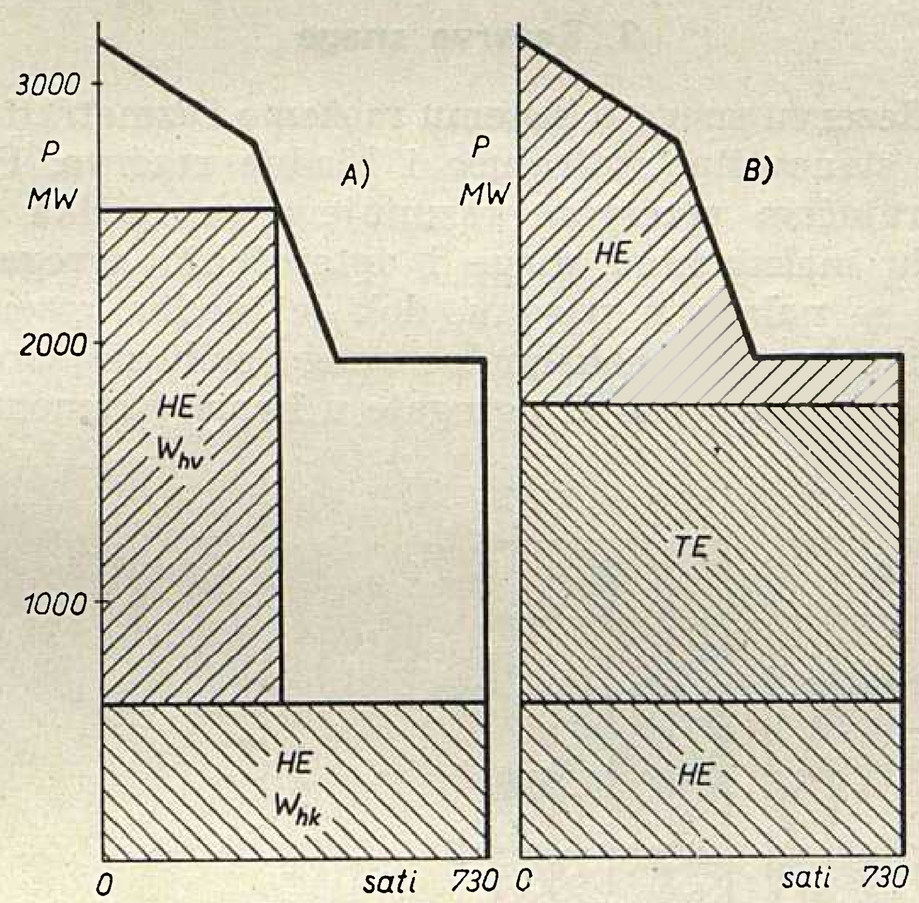
	GWh	MW
HE — raspoloživo	1459,0	2601,2
Potrebe	1772,0	3137,0
Razlika	— 313,0	— 535,8
TE — raspoloživo	937,2	1283,9
HE — iskoristivo	1459,0	—
TE — iskoristivo	313,0	535,8
HE — neiskorišteno	—	—
TE — neiskorišteno	624,2	748,1
Ukupno neiskorišteno	624,2	748,1

Na analogan način može se prikazati i neiskorištena snaga hidroelektrana. Pojava neiskorištene snage hidroelektrana pojavljuje se sa slijedećim vjerojatnostima:

Mjesec	800 MW	600 MW	400 MW	200 MW	0 MW
I	0,06	0,12	0,25	0,55	0,73
II	0,08	0,10	0,29	0,52	0,75
III	0,05	0,07	0,11	0,40	0,60
IV	—	—	0,11	0,18	0,43
V	—	—	0,10	0,17	0,33
VI	—	—	0,14	0,34	0,77
VII	—	0,14	0,32	0,73	0,93
VIII	0,04	0,21	0,58	0,94	0,97
IX	0,08	0,16	0,57	0,92	0,97
X	0,08	0,15	0,33	0,54	0,80
XI	—	0,05	0,14	0,23	0,30
XII	0,07	0,08	0,10	0,23	0,47
Godišnje	0,04	0,09	0,25	0,49	0,67

Prema tome neiskorištena snaga u hidroelektranama pojavit će se prosječno u 245 dana godišnje odnosno prosječno kroz 8 mjeseci u godini, dok će se nekorištena snaga od 100, 200, 400 i 800 MW pojavljivati u slijedećem prosječnom broju dana odnosno kroz slijedeći broj mjeseci:

100 MW u 212 dana ili 7,0 mjeseci
200 MW u 179 dana ili 5,9 mjeseci
400 MW u 91 dan ili 3,0 mjeseci
600 MW u 33 dana ili 1,1 mjeseci
800 MW u 15 dana ili 0,5 mjeseci



Sl. 3. Korištenje snage i energije iz elektrana u sušnom mjesecu (septembar 1936)

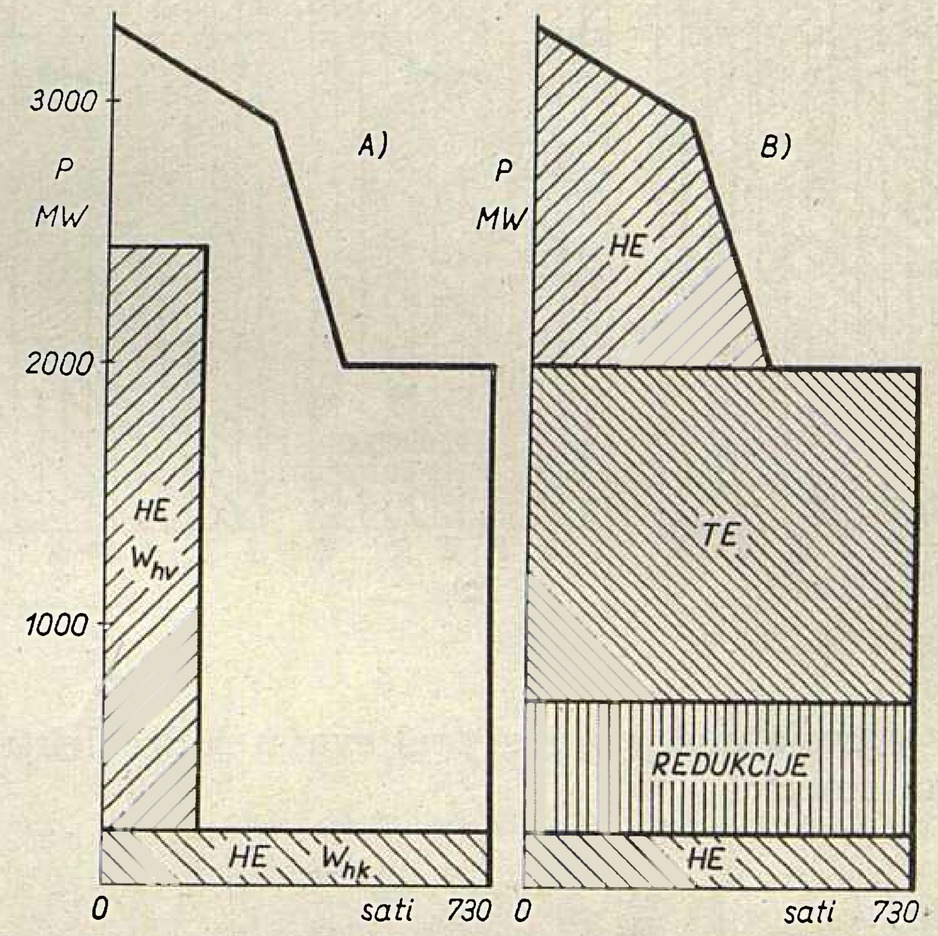
A) raspoloživo u hidroelektranama B) iskoristivo u elektranama

	GWh	MW
HE — raspoloživo	935,8	2504,1
Potrebe	1773,0	3145,0
Razlika	— 837,2	— 640,9
TE — raspoloživo	937,2	1283,9
HE — iskoristivo	935,8	1998,5
TE — iskoristivo	837,2	1146,5
HE — neiskorišteno	—	505,6
TE — neiskorišteno	100,0	137,4
Ukupno neiskorišteno	100,0	643,0

Sl. 4. Korištenje snage i energije iz elektrana u vrlo sušnom mjesecu (oktobar 1949)

A) raspoloživo u hidroelektranama B) iskoristivo u elektranama

	GWh	MW
HE — raspoloživo	557,1	2452,2
Potrebe	1860,0	3285,0
Razlika	—1302,9	— 832,8
TE — raspoloživo	937,2	1283,9
HE — iskoristivo	557,1	1497,9
TE — iskoristivo	934,1	1283,9
Redukcije	368,8	503,2
HE — neiskorišteno	—	954,3
TE — neiskorišteno	3,1	—
Ukupno neiskorišteno	3,1	954,3

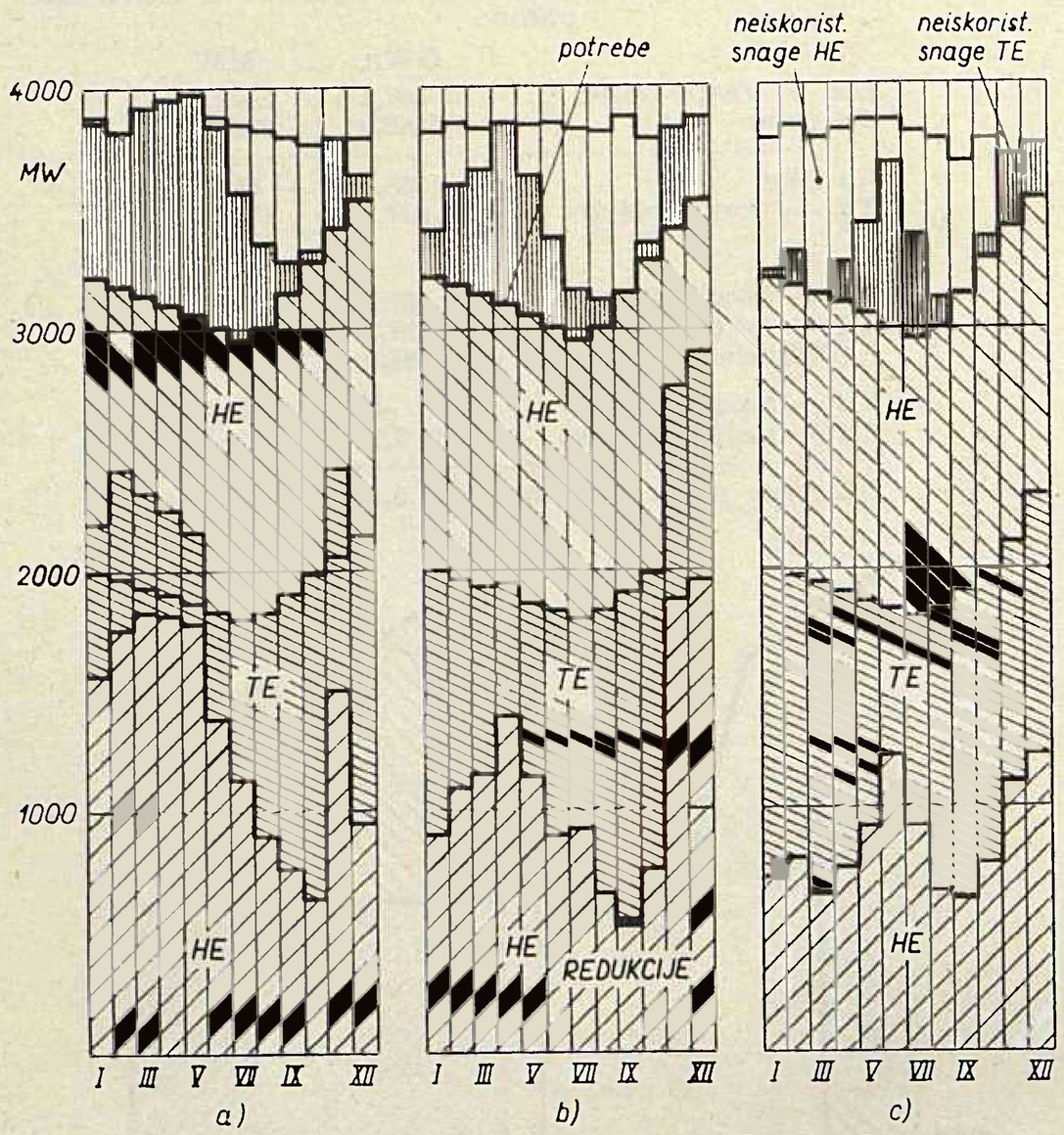


Od interesa je također poznavati neiskorištenu snagu termoelektrana u momentu minimalnog opterećenja, kao i neiskorištenu konstantnu snagu hidroelektrana u momentu minimalnog opterećenja (sl. 7). Razlika između neiskorištene snage termoelektrana u momentu minimalnog opterećenja i neiskorištene snage u momentu maksimalnog opterećenja predstavlja ujedno i angažiranu snagu termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Neiskorištena konstantna snaga hidroelektrana predstavlja ujedno mjeru za mogućnost većeg korištenja vode, odnosno samo u slučajevima kad se pojavljuje neiskorištena konstantna snaga hidroelektrana pojavljuju se preljevi još iskoristive vode u hidroelektranama.

Vjerojatnost potrebe angažiranja snage termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja iznosi:

I	0,37
II	0,40
III	0,50
IV	0,70
V	0,67
VI	0,43
VII	0,07
VIII	—
IX	0,07
X	0,20
XI	0,77
XII	0,87
Godišnje	0,42

Sl 5. Korištenje snage elektrana u momentu minimalnog opterećenja. Godina: a) vlažna, b) srednja, c) sušna



dok vjerojatnost pojave preljeva u hidroelektranama iznosi:

I	—
II	—
III	0,10
IV	0,13
V	0,27
VI	0,03
VII	0,03
VIII	—
IX	—
X	—
XI	0,17
XII	—
Godišnje	0,06

Dakle, potreba angažiranja termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja pojavljuje se u 153 dana u prosjeku godišnje (odnosno kroz 5 mjeseci prosječno godišnje), dok se preljevi u hidroelektranama pojavljuju u 22 dana u godini.

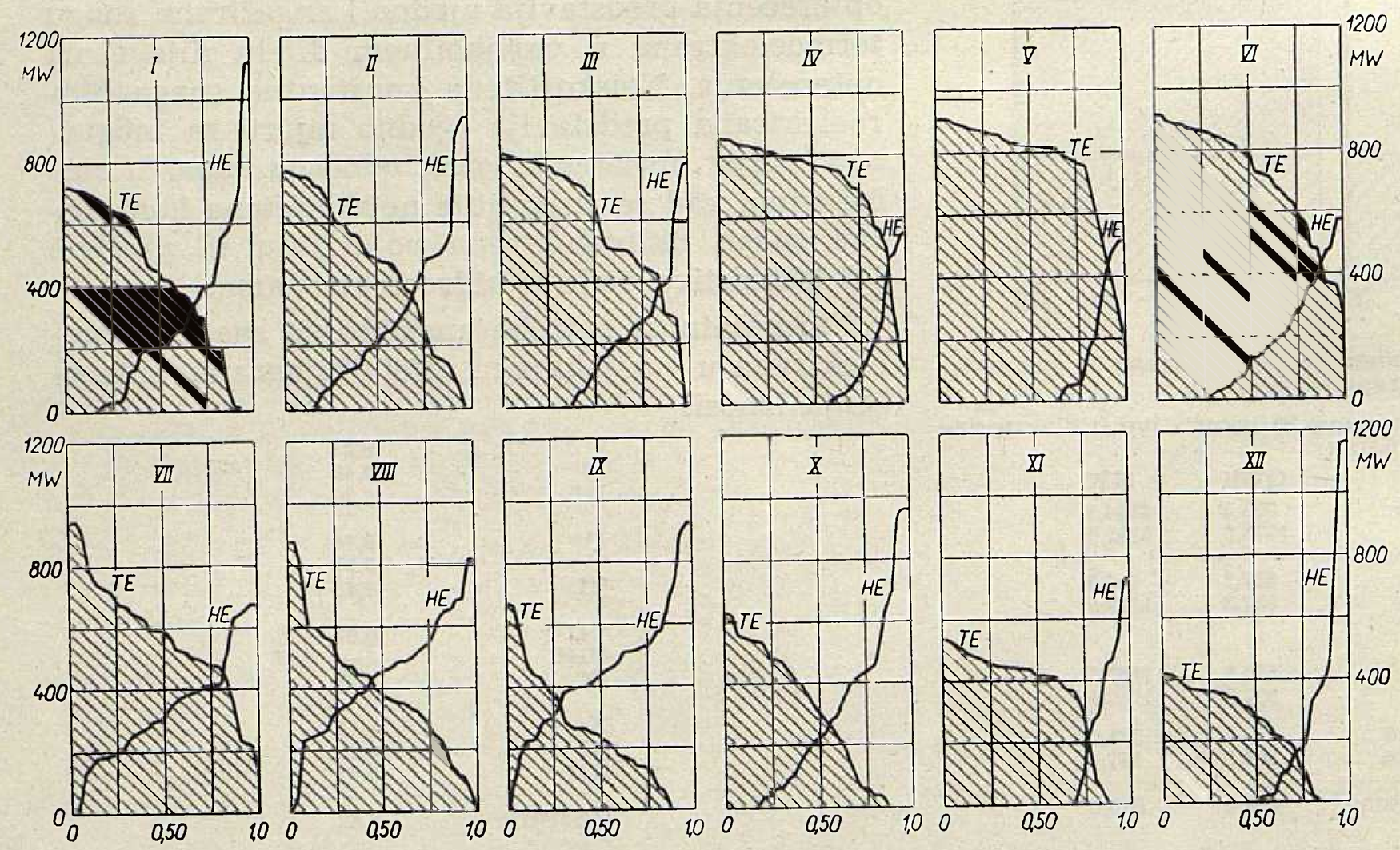
Konačno za ocjenu prilika u sistemu potrebno je poznavati i vjerojatnost pojave redukcije (sl. 8), koja iznosi:

I	0,10
II	0,07
III	0,07
IV	—
V	—
VI	—
VII	—
VIII	0,03
IX	0,17
X	0,17
XI	0,17
XII	0,20
Godišnje	0,08

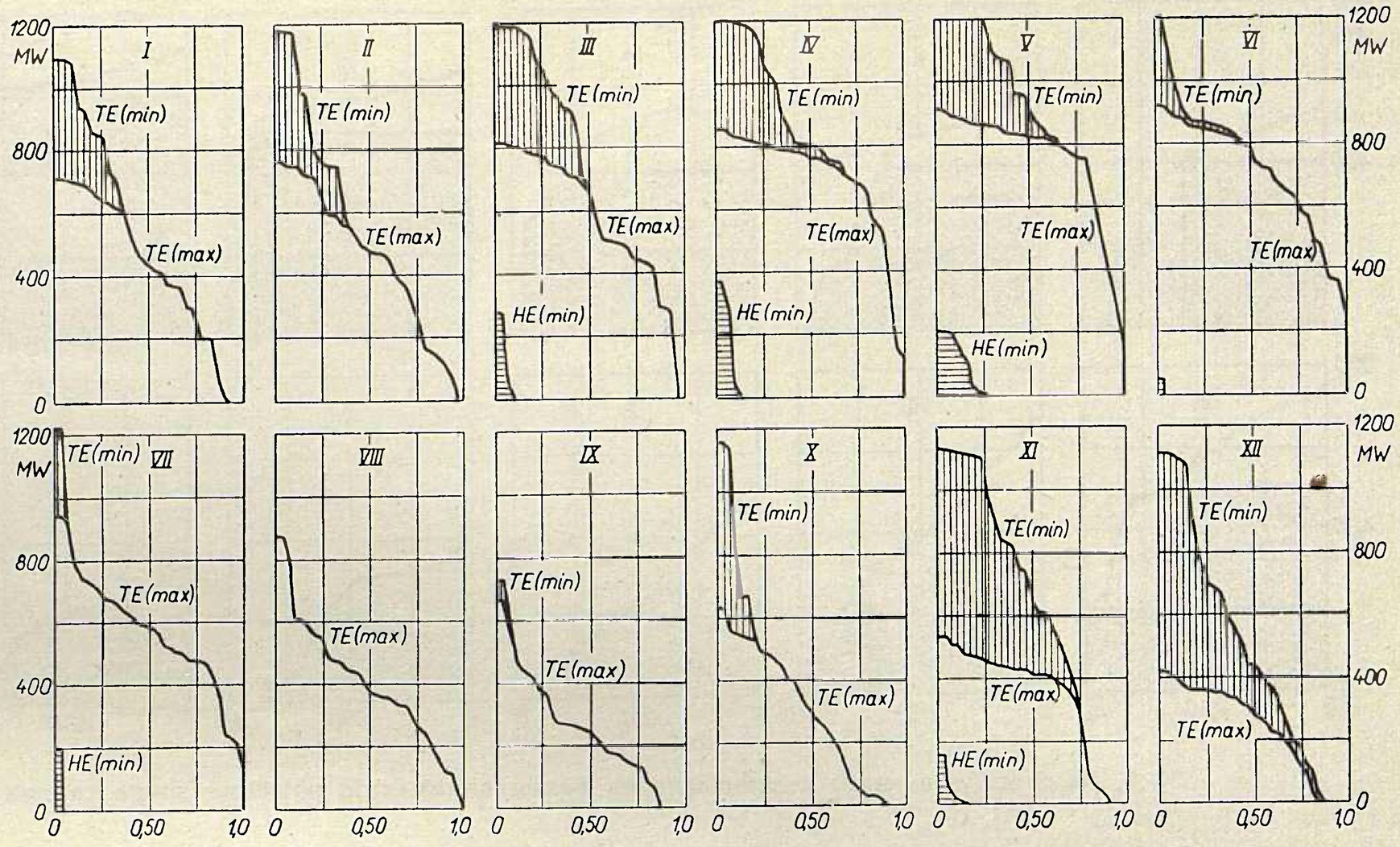
Dakle, redukcije treba očekivati u 27 dana u prosjeku godišnje odnosno skoro kroz 1 mjesec prosječno godišnje. Za potpuno eliminiranje redukcija potrebna bi bila dodatna raspoloživa snaga na pragu termoelektrana od 961 MW, a uzevši u obzir potrebnu rezervu i vlastiti potrošak potrebna dodatna instalirana snaga termoelektrana iznosila bi oko 1160 MW. Prema tomu potrebno bi bilo izgraditi skoro još toliko termoelektrana koliko će ih postojati u promatranoj godini.

3. Rezerva snage

Rezervu snage u sistemu možemo razmatrati sa dva stanovišta: rotirajuće i hladne rezerve. Pod rotirajućom rezervom razumijeva se razlika između maksimalne snage i opterećenja agregata, koji se nalaze u pogonu, dok je hladna rezerva razlika između maksimalne snage svih raspoloživih agregata (odbivši agregate u kvaru i remontu)



Sl. 6. Neiskorištene snage hidroelektrana i termoelektrana u momentu maksimalnog opterećenja

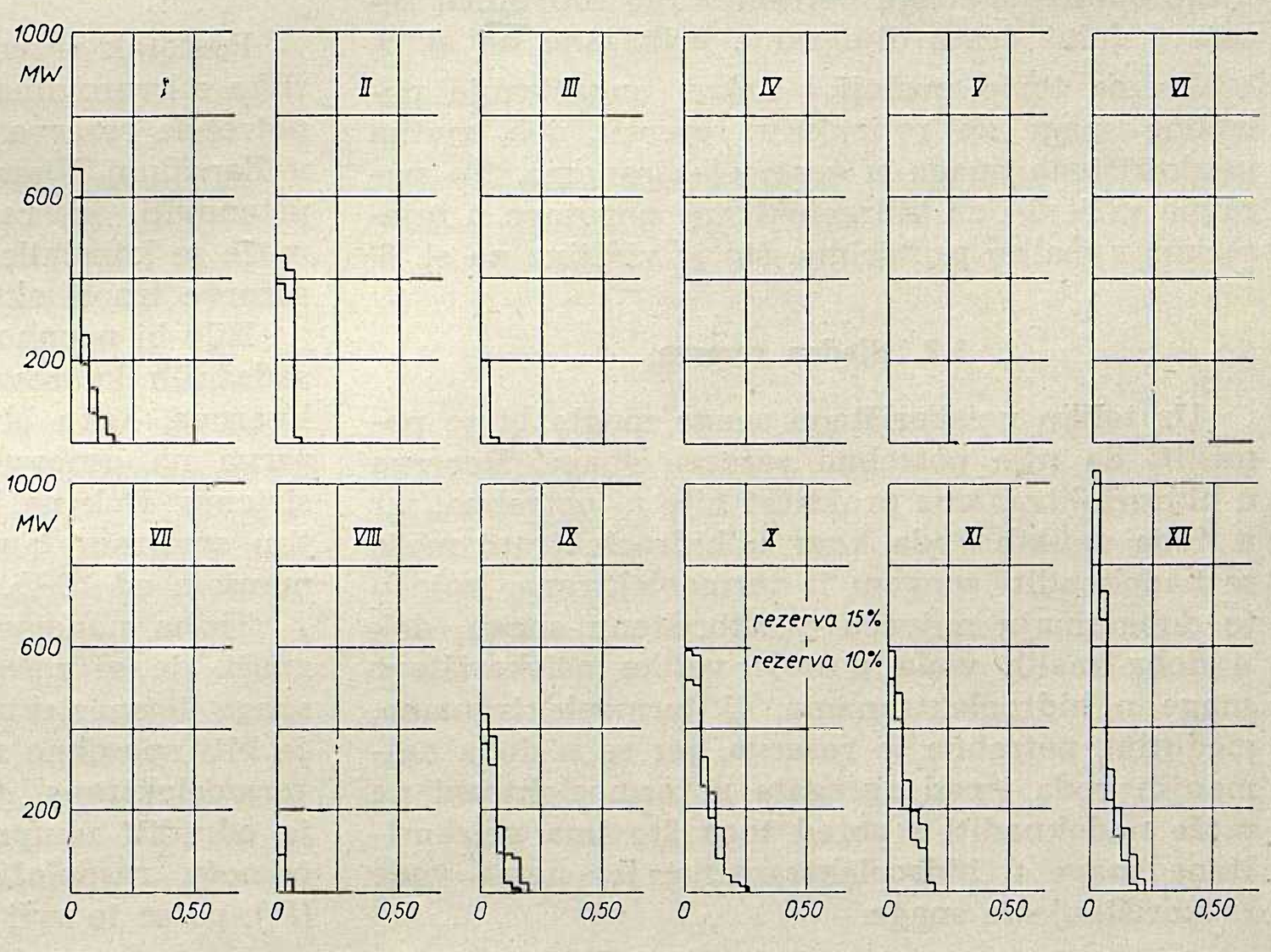


Sl. 7. Neiskorištene snage termoelektrana u momentu minimalnog i u momentu maksimalnog opterećenja, te neiskorištena konstantna snaga hidroelektrane u momentu minimalnog opterećenja

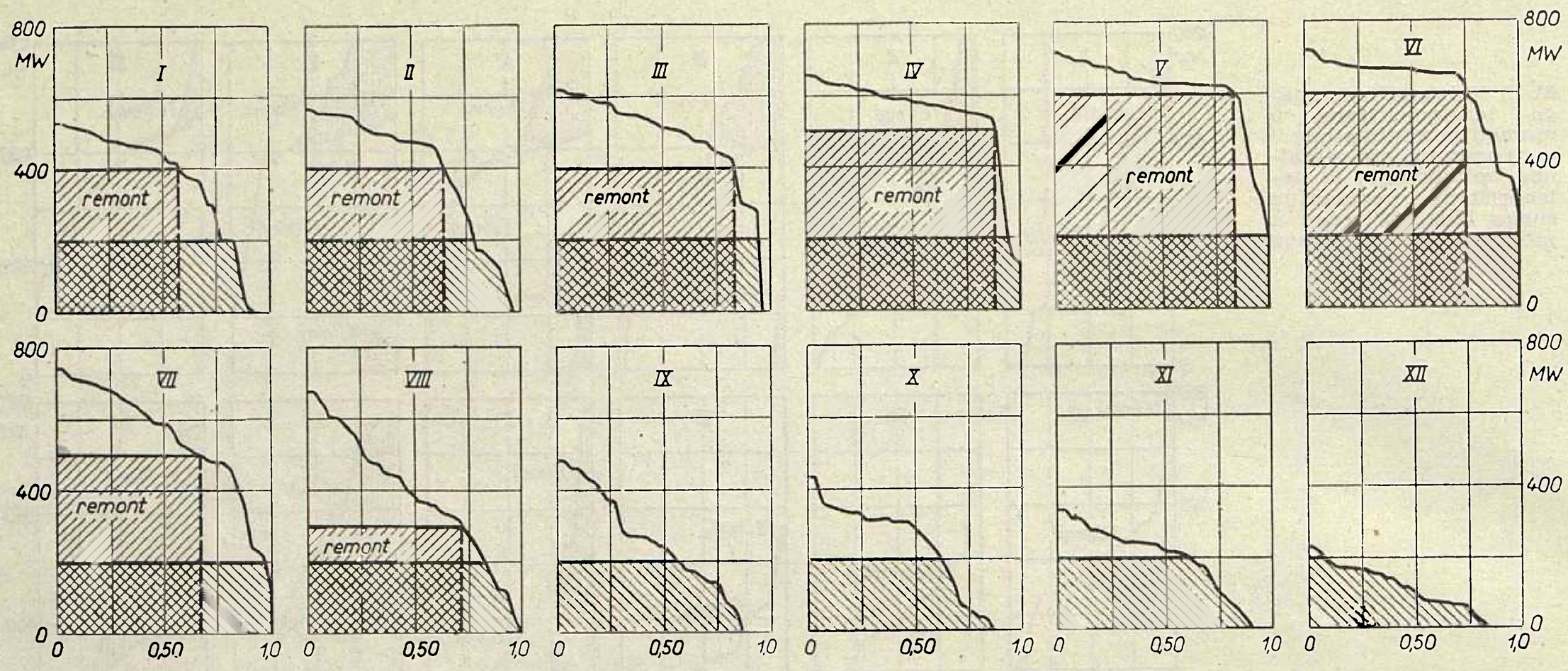
i maksimalne snage svih agregata. Rotirajuća rezerva treba da uskoči momentano neposredno nakon ispada, dok hladna rezerva može ići u pogon nekoliko sati, pa i nakon par desetaka sati, poslije ispada.

3.1. Rotirajuća rezerva

Smatra se, da je dovoljno da snaga rotirajuće rezerve ne treba da bude veća od snage agregata najveće snage, jer se može računati da istodobno neće ispasti iz pogona dva agregata, dok se najnepovoljnije prilike mogu očekivati kad prestane dobava iz agregata najveće snage. Teritorijalna raspodjela rotirajuće rezerve ovisi o konfiguraciji mreže, pa bi to pitanje tražilo posebnu studiju. Najveći agregat, koji će biti u pogonu u 1967. imat će snagu 125 MW, a daljnja razmatranja provest ćemo uz pretpostavku da je potrebna rotirajuća rezerva od 200 MW. Rotirajuća rezerva može se osigurati u hidroelektranama ili u termoelektranama. Ekonomski je povoljnije osigurati rotirajuću rezervu u hidroelektranama, jer su potrebni manji troškovi za stavljanje u pogon vodnog agregata. To se može provesti u svim onim slučajevima kad postoji neiskorištena snaga u hidroelektranama bez obzira na to da li ima neiskorištene vode u hidroelektranama. Agregati u akumulacionoj hidroelektrani, kad ta hidroelektrana nije potpuno opterećena i kad su agregati u pogonu, mogu preuzeti opterećenje — u slučaju ispada jednog od agregata u ostalim elektranama — bez obzira na dotok vode u akumulaciju. To je tim sigurnije što je veći akumulacioni bazen, iako za to nema po-



Sl. 8. Vjerojatnost pojave redukcije u 1967. uz rezervu od 10% i 15%



Sl. 9. Neiskorištena snaga termoelektrana nakon angažiranja potrebne snage za rotirajuću rezervu

teškoća i u slučaju postojanja relativno male akumulacije. Odstupanja od predviđenog pražnjenja akumulacije mogu se lako naknadno ispraviti smanjenjem proizvodnje hidroelektrane, koja je na sebe preuzela opterećenje nakon ispada, bilo povećanjem proizvodnje u termoelektranama, bilo povećanjem proizvodnje u drugim hidroelektranama. Maksimalno potrebna rotirajuća rezerva u hidroelektranama može se ostvariti u razdoblju malih i srednjih voda u praktički 50 % vremena tokom godine, dok se dio rotirajuće rezerve ili potpuna rotirajuća rezerva u hidroelektranama može osigurati u 67 % vremena tokom godine. U ostalo vrijeme potrebna je ili potpuna ili djelomična rotirajuća snaga u termoelektranama, do čega dolazi samo u razdoblju većih protoka (sl. 6), kad ima dovoljno neiskorištene snage u termoelektranama. Ako od neiskorištene snage termoelektrana odbijemo snagu potrebnu kao rotirajuću rezervu, dobit ćemo dijagrame prikazane na sl. 9.

Prema tomu postoji i nakon angažiranja potrebne snage za rotirajuću rezervu, još znatna neiskorištena snaga u termoelektranama. To naravno vrijedi i za hidroelektrane pogotovo u mjesecima s malim protocima, što je vidljivo na sl. 6.

3.2. Hladna rezerva

Uz toliko neiskorištene snage moglo bi se pomisliti da nije potrebna rezerva snage. Rezerva u hidroelektranama praktički nije ni potrebna, jer u doba velikih voda kvar u hidroelektrani može se nadoknaditi snagom iz termoelektrana, koje u to doba imaju najveću neiskorištenu snagu, dok u doba malih voda postoje velike neiskorištene snage u hidroelektranama. U termoelektranama, međutim, potrebna je rezerva, jer se u doba najmanjih voda ispad agregata u termoelektrani ne može nadoknaditi i pored toga što ima neiskorištene snage u hidroelektranama, jer nema vode za korištenje te snage.

Bilance su izrađene uz pretpostavku da rezerva u termoelektranama iznosi 10 % od maksimalne snage na pragu. Uz toliku rezervu pojavljuju se redukcije — kako je već pokazano — u 8 % slučajeva odnosno 27 dana u godini. Kolika je rezerva stvarno potrebna u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije nije moguće odrediti, jer nisu dostupni podaci o kvarovima u našim termoelektranama. Mogu se nasuprot tomu navesti podaci o potrebnoj rezervi, s kojom računaju zemlje UCPTE, za eliminiranje utjecaja kvara. Ta rezerva u postocima od maksimalne snage termoelektrana iznosi u pojedinim zemljama [2]:

Zap. Njemačka	7,4 %
Austrija	16,7 %
Belgija	15,0 %
Francuska	13,7 %
Italija	6,1 %
Holandija	14,9 %

Postotak rezerve određen je na osnovu statistika o kvarovima i predstavlja srednju vrijednost potrebne rezerve. Koji su uzroci malog postotka u Zapadnoj Njemačkoj i Italiji nije bilo moguće ustanoviti iz raspoloživih podataka. Međutim, može se konstatirati da u većini zemalja postotak rezerve iznosi oko 15 %.

Bilo bi neophodno izvršiti detaljnu analizu dosadašnjih kvarova, kao i stalno praćenje pojave kvarova, kako bi se mogla utvrditi potrebna rezerva na osnovu uvjeta, koji vladaju u našem sistemu. Dok ne budu izvršene te analize, međutim, smatram da ne bi trebalo računati s rezervom manjom od 15 %.

Treba napomenuti, da rezerva od npr. 15 % znači, da se računa s ispadom 15 % od ukupne snage termoelektrana, odnosno da se računa da će biti sposobno za pogon 85 % od ukupne snage termoelektrana. Često puta, međutim, potrebno je odrediti ukupnu snagu termoelektrana (P_{tmax}) pomoću raspoložive (sposobne za pogon) snage (P_t), pa se to vrši pomoću relacije

$$P_{t\,max} = \rho\, P_t$$

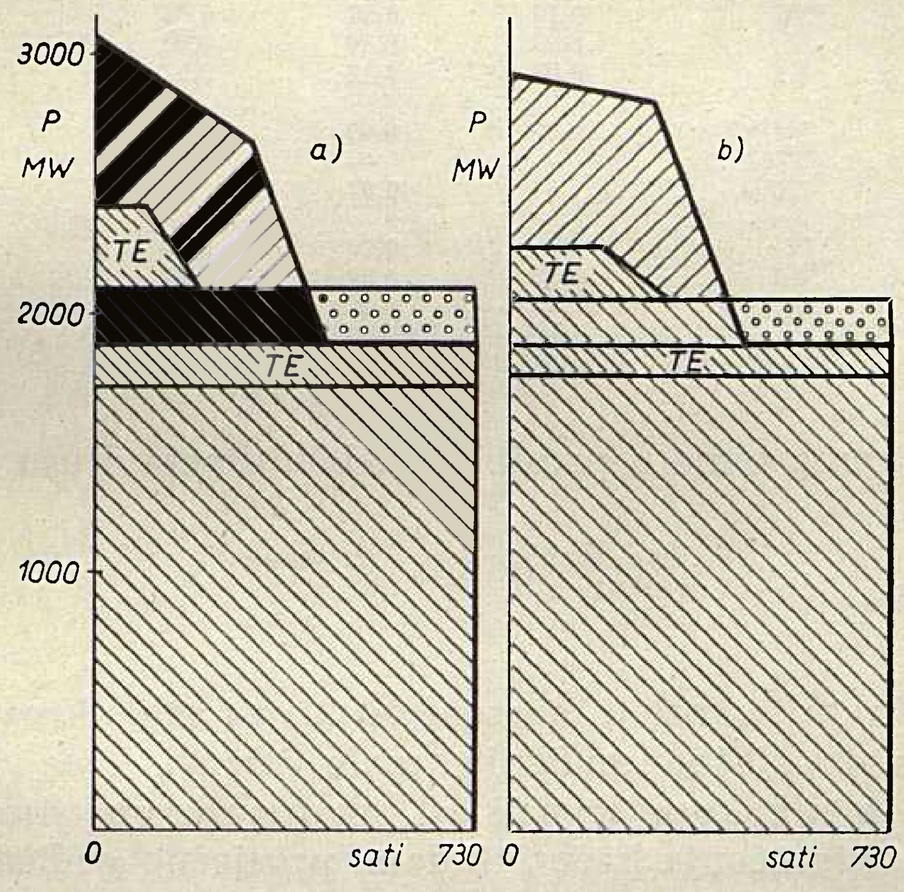
gdje je ρ faktor rezerve, koji za rezervu od 15 % — kako je gore definirano — iznosi

$$\rho = \frac{100}{100 - 15} = 1{,}178\,.$$

Kad bi nasuprot tomu, analizu proveli ne uzimajući u račun potrebnu rezervu, računali bi s manjim potrebama redukcije od onih koje stvarno treba očekivati. Radi ilustracije na sl. 8 prikazane su redukcije uz rezervu 10 i 15 %. Vjerojatnost pojave redukcija iznosi:

Mjesec	Rezerva 10 %	Rezerva 15 %
I	0,10	0,17
II	0,07	0,10
III	0,07	0,07
IV	—	—
V	—	—
VI	—	—
VII	—	—
VIII	0,03	0,07
IX	0,17	0,20
X	0,17	0,27
XI	0,17	0,20
XII	0,20	0,23
Godišnje	0,08	0,11

Uz rezervu od 15 % vjerojatnost pojave redukcija povećava se za 3 %, dok se prosječno trajanje redukcije povećava od 27 na 40 dana prosječno godišnje.



Sl 10. Utjecaj smanjenja maksimalnog opterećenja u vrlo vlažnom mjesecu (maj 1937)

	a) GWh	a) MW	b) GWh	b) MW
HE — raspoloživo	1680,2	2650,5	1680,2	2650,5
Potrebe	1712,0	3503,0	1712,0	2903,0
Razlika	— 31,8	— 402,5	— 31,8	— 252,5
HE — iskoristivo	1604,6	2650,5	1626,3	2650,5
TE — iskoristivo	107,4	402,5	85,7	252,5
HE — neiskorišteno	75,6	—	53,9	—

3.3. Remont elektrana

Potrebno je vrijeme za remont hidroelektrana relativno kratko, a višak snage iz hidroelektrana dovoljan, da se taj remont može bez poteškoće izvršiti i uz osiguranje potrebne rotirajuće rezerve u hidroelektranama.

Osiguranje remonta u termoelektranama, međutim, moglo bi predstavljati problem, pa njegovu mogućnost treba posebno razmotriti. Na sl. 9 prikazana je mogućnost remonta termoelektrana u pojedinim mjesecima i po snazi i po vjerojatnosti. Ta mogućnost remonta iznosi:

Mjesec	Snaga u remontu R MW	Vjerojatnost remonta v	Produkt $R \cdot v$ MW
I	400	0,57	228
II	400	0,62	248
III	400	0,83	332
IV	500	0,88	440
V	600	0,83	498
VI	600	0,75	450
VII	500	0,67	335
VIII	300	0,72	216
IX	—	—	—
X	—	—	—
XI	—	—	—
XII	—	—	—
Godišnje			2747

Prema tomu, za svaki MW snage stoji na raspolaganju

$$\frac{2747}{1427} = 1{,}92 \text{ mjeseci}$$

(1427 MW je ukupna snaga termoelektrana na pragu) odnosno skoro dva mjeseca za svaki agregat, što je znatno više nego je neophodno potrebno.

4. Mogućnosti povećanja korištenja kapaciteta

Pod mogućnošću povećanja korištenja proizvodnih kapaciteta treba razumjeti mogućnost povećanja iskorištenja već izgrađenih elektrana kao i mogućnost smanjenja instaliranih snaga novih elektrana uz zadovoljenje nesmanjenog konzuma. Razmotrimo utjecaje nekih mjera, koje bi mogle dovesti do povećanja korištenja kapaciteta.

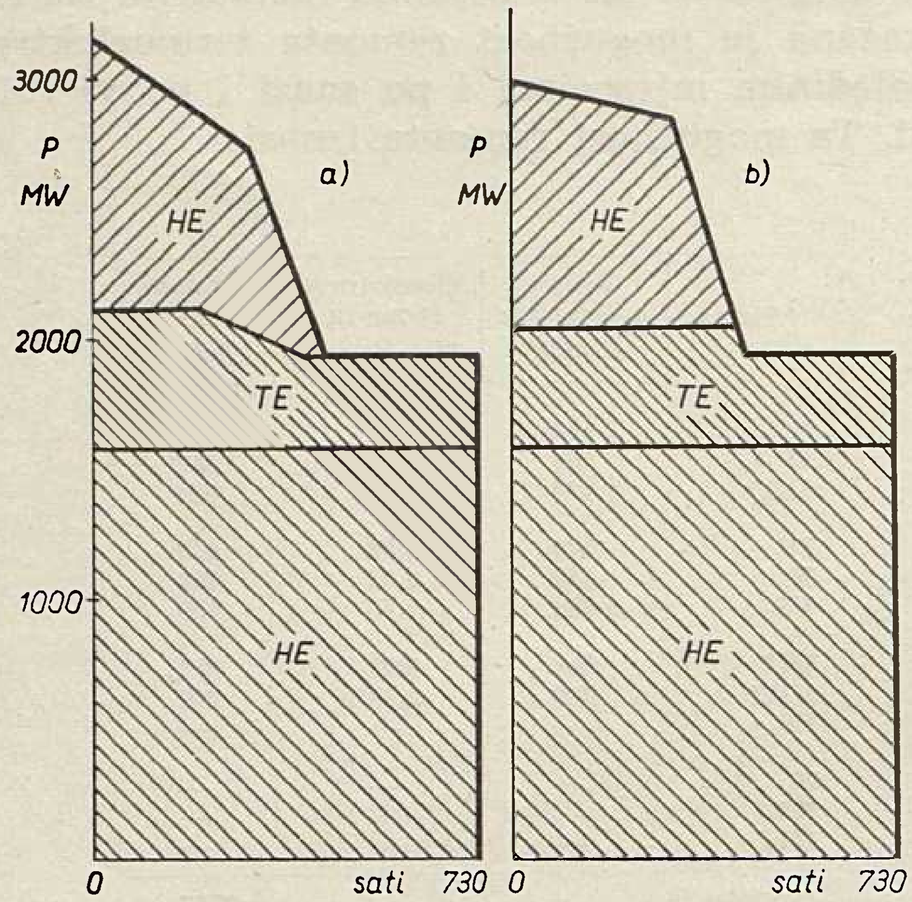
4.1. Smanjenje maksimalnog opterećenja

Promotrimo utjecaj smanjenja maksimalnog opterećenja uz istu količinu potrebne energije. Na sl. 10 prikazane su prilike u vrlo vlažnom mjesecu i to na sl. 10a za slučaj nesmanjenog, a na sl. 10b za slučaj smanjenog maksimalnog opterećenja (prikazane su prilike za smanjenje maksimalnog opterećenja za oko 5 %). Na sl. 11 i 12 prikazan je utjecaj smanjenja maksimalnog opterećenja u vlažnom odnosno sušnom mjesecu.

U vrlo vlažnom mjesecu (sl. 10) smanjenje maksimalnog opterećenja dovodi do smanjenja angažiranja termoelektrana, pa i do smanjenja tehničkog minimuma termoelektrana, što ima za

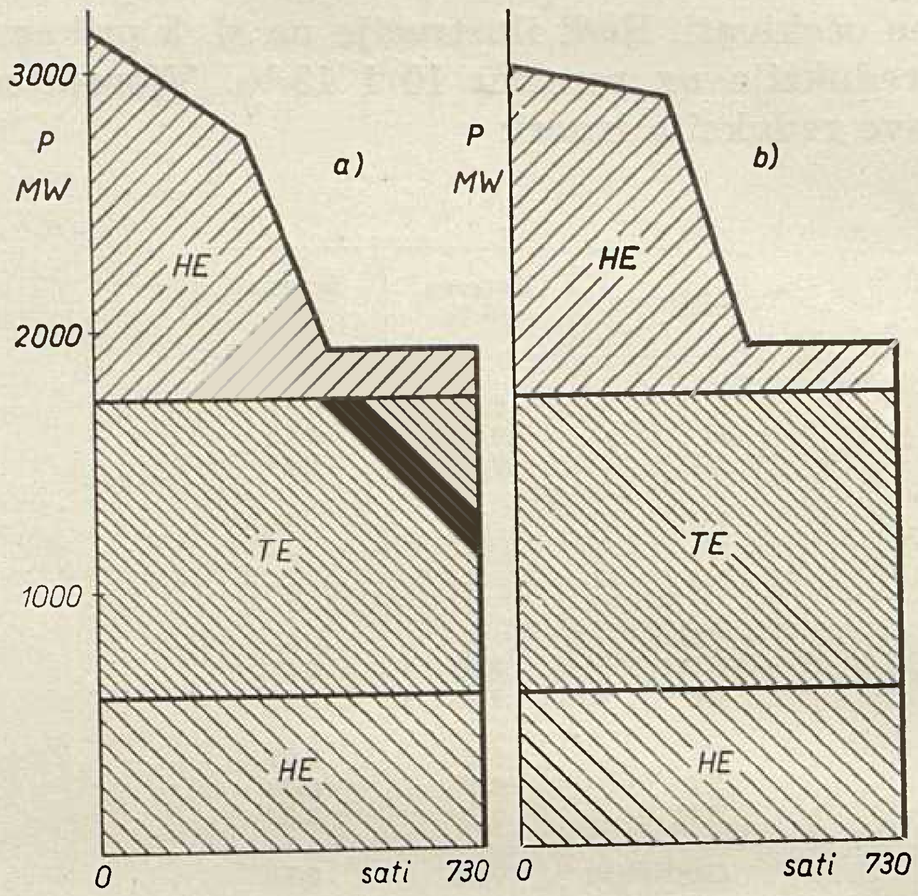
Sl. 11. Utjecaj smanjenja maksimalnog opterećenja u vlažnom mjesecu (mart 1940)

	a)		b)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	1459,0	2601,2	1459,0	2601,2
Potrebe	1772,0	3137,0	1772,0	2987,0
Razlika	— 313,0	— 535,8	— 313,0	— 385,8
HE — iskoristivo	1459,0	2601,2	1459,0	2510,7
TE — iskoristivo	313,0	535,8	313,0	476,3
TE — neiskorišteno	—	—	—	90,5



Sl. 12. Utjecaj smanjenja maksimalnog opterećenja u sušnom mjesecu (septembar 1936)

	a)		b)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	935,8	2504,1	935,8	2504,1
Potrebe	1773,0	3145,0	1773,0	2995,0
Razlika	— 837,2	— 640,9		
HE — iskoristivo	935,8	1998,5	935,8	1848,5
TE — iskoristivo	837,2	1146,5	837,2	1146,5
HE — neiskorišteno	—	505,6	—	655,6



posljedicu manje preljeve još iskoristive vode u hidroelektranama. Smanjenje maksimalnog opterećenja dovodi osim toga do sniženja prosječnih promjenljivih troškova u termoelektranama, jer je potrebno angažirati ekonomičnije termoelektrane radi manjeg ukupnog opterećenja termoelektrana. Ta razlika međutim nije znatna jer kod malih angažiranih snaga polagano rastu promjenljivi troškovi s angažiranom snagom.

U vlažnom mjesecu (sl. 11) dolazi do smanjenja angažirane snage termoelektrana, ali ne i do smanjenja potrebne proizvodnje u termoelektranama. Radi toga se i korist radi smanjenja maksimalnog opterećenja očituje samo u manjoj angažiranosti manje ekonomičnih termoelektrana.

U sunčanom mjesecu (sl. 12), nasuprot tomu, nema nikakvog utjecaja na troškove proizvodnje smanjenje maksimalnog opterećenja, jer se time samo povećava neiskorištena snaga hidroelektrana, dok je potrebna angažirana snaga i potrebna proizvodnja termoelektrana ostala nepromijenjena.

Kao vrlo vlažne mjesece možemo uzeti one u kojima se pojavljuju preljevi vode, dok kao vlažne mjesece, u promatranom smislu, one kad se pojavljuju potrebe angažiranja snage termoelektrana u varijabilnom dijelu dijagrama opterećenja. Sušni su mjeseci, uzevši u obzir utjecaj smanjenja maksimalnog opterećenja, oni mjeseci kad su termoelektrane potrebne samo u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja. Svi navedeni podaci prikazani su na sl. 7, pa vjerojatnosti pojave prema gore navedenoj klasifikaciji iznose:

Mjesec	Vrlo vlažni mjesec	Vlažni mjesec	Sušni mjesec
I	—	0,37	0,63
II	—	0,40	0,60
III	0,10	0,40	0,50
IV	0,13	0,57	0,30
V	0,27	0,40	0,33
VI	0,03	0,40	0,57
VII	0,03	0,07	0,90
VIII	—	—	1,00
IX	—	0,07	0,93
X	—	0,20	0,80
XI	0,17	0,60	0,23
XII	—	0,87	0,13
Godišnje	0,06	0,36	0,58

Prema tome u prosjeku godišnje pojavljuju se:

vrlo vlažni	22	dana
vlažni	131	dan
sušni	212	dana

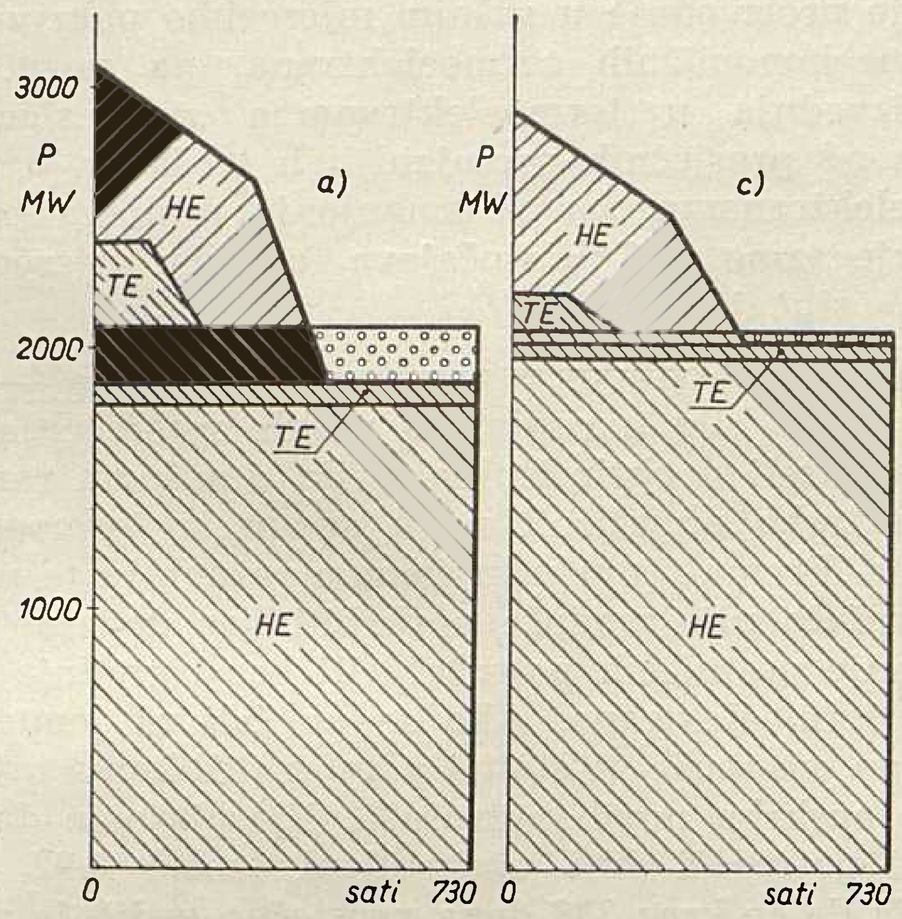
Znatnije koristi mogu se očekivati samo kroz 22 dana prosječno godišnje, male koristi kroz 131 dan, a nikakove koristi od smanjenja maksimalnog opterećenja kroz 212 dana prosječno godišnje.

Sa stanovišta proizvodnje, dakle, ne mogu se očekivati znatnije uštede troškova eksploatacije sniženjem maksimalnog opterećenja.

Smanjenje maksimalnog opterećenja nema osim toga nikakvog utjecaja na potrebnu izgradnju termoelektrana, a može imati utjecaja samo na instaliranu snagu hidroelektrana, ali ne na potrebnu izgradnju hidroelektrana. To znači da se ne može eliminirati izgradnja hidroelektrane kao objekta,

Sl. 13. Utjecaj smanjenja maksimalnog s istodobnim povećanjem minimalnog opterećenja u vrlo vlažnom mjesecu (maj 1937)

	a)		c)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	1680,2	2650,5	1680,2	2650,5
Potrebe	1712,0	3053,0	1712,0	2903,0
Razlika	— 31,8	— 402,5	— 31,8	— 252,5
HE — iskoristivo	1604,6	2650,5	1644,9	2650,5
TE — iskoristivo	107,4	402,5	67,1	252,5
HE — neiskorišteno	75,6	—	35,3	—

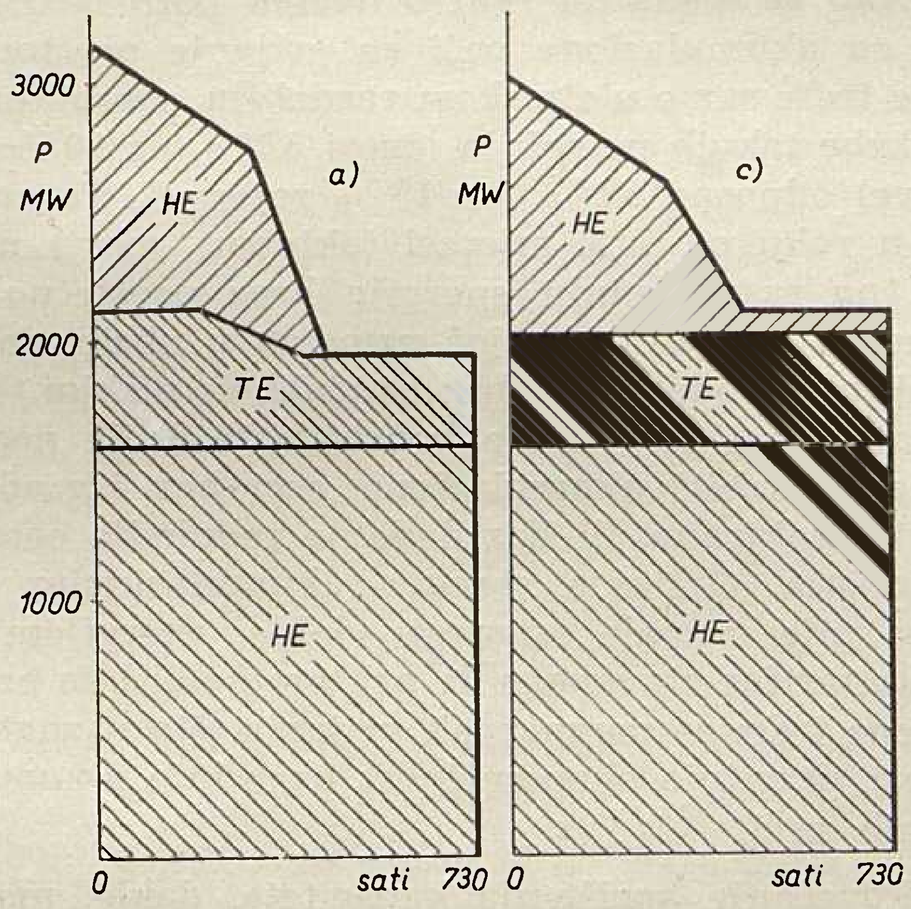


ali se ta hidroelektrana može izgraditi s manjom instaliranom snagom. To smanjenje instalirane snage bilo bi potpuno opravdano samo za hidroelektrane s velikom akumulacijom, kod kojih sa smanjenjem instalirane snage ne bi nastupila potrebna proizvodnja konstantne energije, jer bi to povećalo preljeve. Prilikom određivanja smanjenja investicija u hidroelektranama treba uzeti u obzir da se smanjuju samo dodatne investicije ovisne o instaliranoj snazi, koje su znatno manje od specifičnih investicija u hidroelektranama pogotovo kad se radi o hidroelektranama s velikim padom ili o pribranskim hidroelektranama srednjeg pada [1], koje dolaze u obzir da budu izgrađene s povećanom instaliranom snagom. Teško je — bez detaljnih studija — ocijeniti ekonomski efekt sniženja instaliranih snaga hidroelektrana, ali se može tvrditi da taj efekt ne bi bio od velikog značenja, jer se sniženje može bez štete primijeniti samo na manji broj hidroelektrana, i jer bi to sniženje u većini slučajeva izazvalo i negativne posljedice (preljevi i angažiranje manje ekonomičnih termoelektrana).

4.2. Smanjenje maksimalnog opterećenja s istodobnim povećanjem minimalnog opterećenja

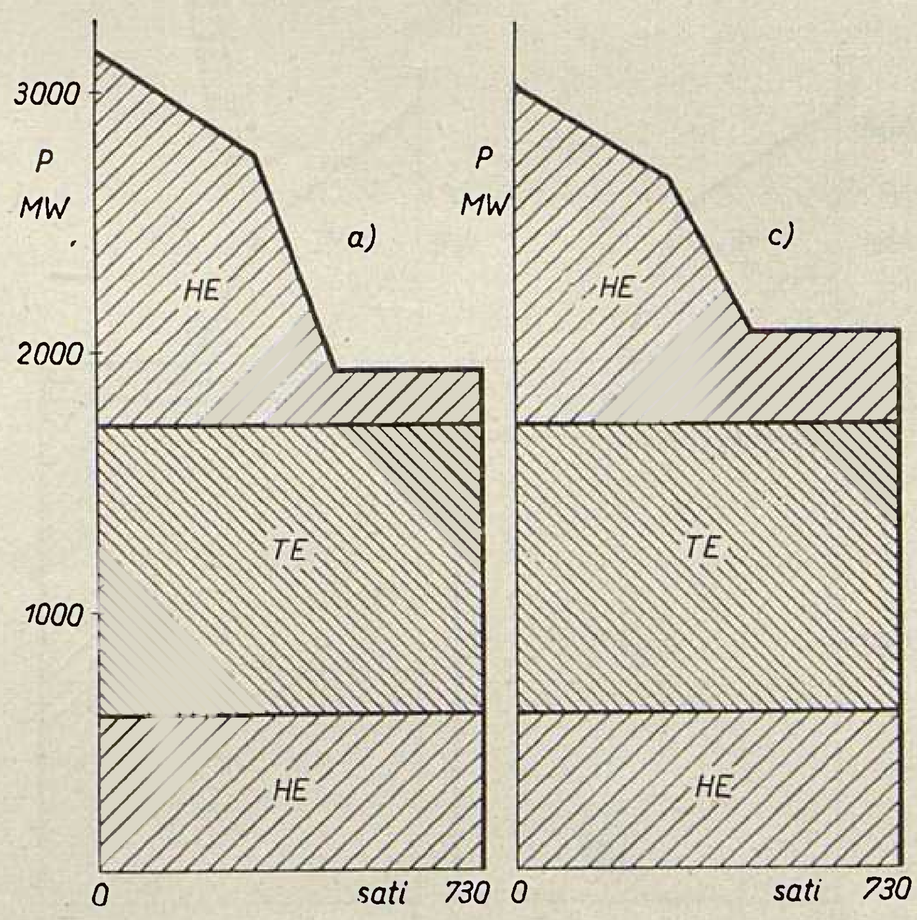
Razmotren je istodobni utjecaj smanjenja maksimalnog i povećanja minimalnog opterećenja, ali uz nepromijenjeni konzum. Na sl. 13a prikazane su prilike bez smanjenja, a na sl. 13c nakon promjene opterećenja u vrlo vlažnom mjesecu. Na sl. 14 i 15 navedeni su podaci za prilike u vlažnom i sušnom mjesecu.

Imamo skoro iste prilike kao u slučaju samo smanjenja maksimalnog opterećenja. U vrlo vlaž-



Sl. 14. Utjecaj smanjenja maksimalnog s istodobnim povećanjem minimalnog opterećenja u vlažnom mjesecu (mart 1940)

	a)		c)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	1459,0	2601,2	1459,0	2601,2
Potrebe	1772,0	3137,0	1772,0	2987,0
Razlika	— 313,0	— 535,8	— 313,0	— 385,8
HE — iskoristivo	1459,0	2601,2	1459,0	2558,7
TE — iskoristivo	313,0	535,8	313,0	428,3
HE — neiskorišteno	—	—	—	42,5



Sl 15. Utjecaj smanjenja maksimalnog s istodobnim povećanjem minimalnog opterećenja u sušnom mjesecu (septembar 1936)

	a)		c)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	935,8	2504,1	935,8	2504,1
Potrebe	1773,0	3145,0	1773,0	2995,0
Razlika	— 837,2	— 640,9	— 837,2	— 490,9
HE — iskoristivo	935,8	1998,5	935,8	1848,5
TE — iskoristivo	837,2	1146,5	937,2	1146,5
HE — neiskorišteno	—	505,6	—	655,6

nom mjesecu preljevi u hidroelektranama postaju manji, što znači da se smanjuje potreba proizvodnje u termoelektranama. U vlažnom mjesecu smanjuje se potrebna angažirana snaga termoelektrana još više nego u slučaju kad je samo smanjeno maksimalno opterećenje. U sušnom mjesecu promatrana promjena opterećenja nema drugog utjecaja osim na povećanje neiskorištene snage hidroelektrana, jer i angažirana snaga i proizvodnja termoelektrana ostaje nepromijenjena.

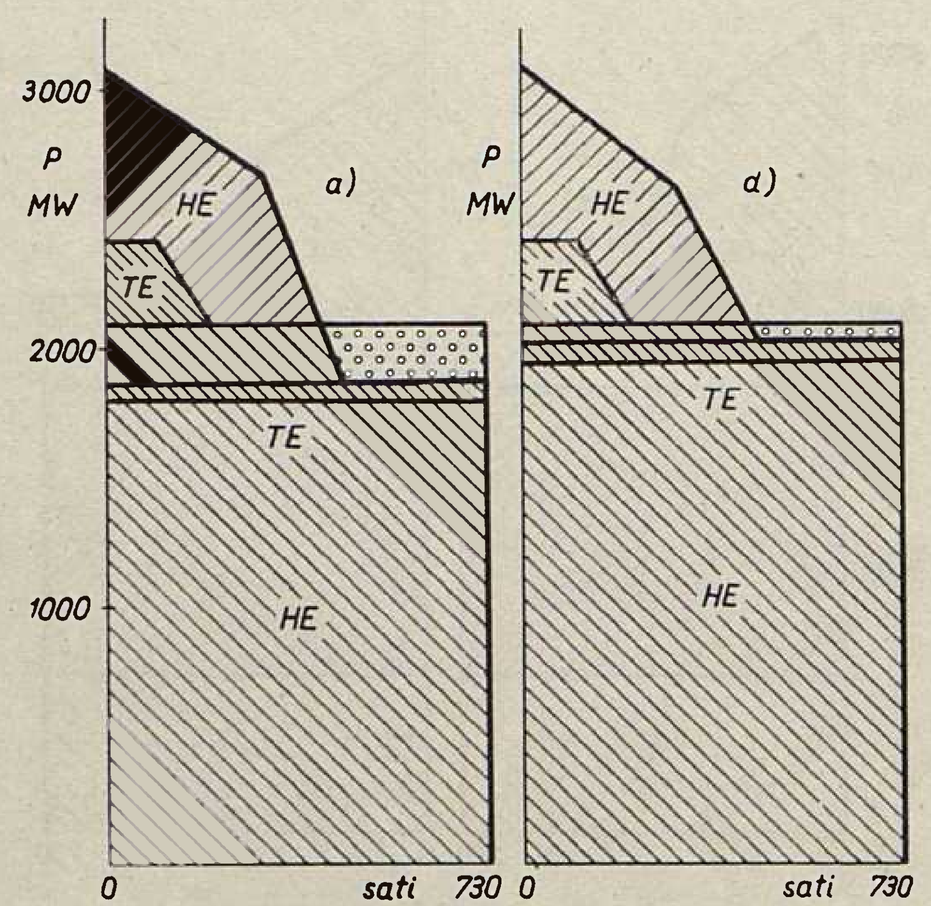
Prema tomu u pogledu eksploatacije imamo nešto povoljnije prilike (manji preljevi, manje angažirane snage termoelektrana) nego u slučaju samog smanjenja maksimalnog opterećenja i pored toga što su vjerojatnosti pojave vrlo vlažnih, vlažnih i sušnih mjeseci iste.

Vrijede, dakle, isti zaključci kao i u slučaju kad se radi samo o smanjenju maksimalnog opterećenja.

4.3. Povećanje potrošnje u razdoblju malih opterećenja

Razmotren je utjecaj povećanja potrošnje u doba malih opterećenja kao da se radi o novom potrošaču ili grupi potrošača koji troši energiju samo u to doba. Maksimalno opterećenje je pri tomu ostalo nepromijenjeno. To su npr. akumulacione električne peći, koje se priključuju samo preko noći.

Na sl. 16 — 18 prikazane su prilike u vrlo vlažnom, vlažnom i sušnom mjesecu. Dijagram s oznakom d) prikazuje odnose za povećanu potrošnju u razdoblju malih opterećenja.



Sl. 16. Utjecaj povećanja potrošnje u razdoblju malih opterećenja u vrlo vlažnom mjesecu (maj 1937)

	a) GWh	a) MW	d) GWh	d) MW
HE — raspoloživo	1680,2	2650,5	1680,2	2650,5
Potrebe	1712,0	3053,0	1754,0	3053,0
Razlika	— 31,8	— 402,5	— 73,8	— 402,5
HE — iskoristivo	1604,6	2650,5	1646,6	2650,5
TE — iskoristivo	107,4	402,5	107,4	402,5
HE — neiskorišteno	75,6	—	33,6	—

U vrlo vlažnom mjesecu (sl. 16) smanjuju se preljevi upravo za povećanu potrošnju, dok u vlažnom (sl. 17) i sušnom mjesecu (sl. 18) povećana potrošnja se pokriva povećanom proizvodnjom u termoelektranama s tom razlikom što se u vlažnom mjesecu povećanje potrošnje može pokriti bez povećanja angažirane snage, dok u sušnom mjesecu treba ne samo povećati proizvodnju termoelektrana već i angažiranu snagu. To povećanje proizvodnje u sušnim mjesecima pokriva se iz neekonomičnih termoelektrana, pa povećana proizvodnja u termoelektranama stoji sigurno više od prosječnih promjenljivih troškova u termoelektranama, jer se smanjenje preljeva pojavljuje samo u 6 % slučajeva, a sušni mjeseci u 50 % slučajeva.

Prilikom odluke o povećanju potrošnje — pa makar to bilo u razdoblju malih opterećenja — treba uzeti u obzir činjenicu da u sušnom razdoblju treba angažirati novu snagu iz termoelektrana. Prema tomu u kritičnom razdoblju te nove potrošače nije moguće opskrbiti bez dodatne redukcije postojećih potrošača ili bez izgradnje novih termoelektrana. Ako se ne želi ni jedno ni drugo, ne može se stalno u svim prilikama osigurati opskrba novih potrošača. Vjerojatnost da će novi potrošači biti opskrbljeni iznosi 0.92, što znači da će kroz 338 dana prosječno godišnje novi potrošači dobiti potrebnu energiju bez izgradnje novih izvora i bez dodatne redukcije postojećih potrošača. Navedeni podatak vrijedi uz sigurnost od 10 %, dok za sigurnost od 15 % vjerojatnost opskrbe iznosi 0,89 odnosno 325 dana prosječno godišnje.

Ako se međutim radi o novom potrošaču kao što su akumulacione peći za grijanje prostorija, koje troše samo u zimskom razdoblju, vjerojatnost opskrbe takvih potrošača iznosi 87 % (uz 10 % rezerve) odnosno 83 % (uz 15 % rezerve). To znači da u roku od šest mjeseci (oktobar—mart) neće biti na raspolaganju energija kroz prosječno 23 odnosno 31 dan. Ako još uzmemo u obzir, da se zimi male vode pojavljuju istodobno s niskim temperaturama, moći ćemo konstatirati da je nemoguće opskrbiti akumulacione peći bez izgradnje novih elektrana, ili bez dodatne redukcije ostalih potrošača. Grijanje stanova akumulacionim pećima nije moguće osigurati, dakle, energijom uz niske tarifne stavove, a da pri tom ne bi bile predviđene i druge mogućnosti grijanja, što u znatnoj mjeri smanjuje ekonomičnost izgradnje akumulacionih peći.

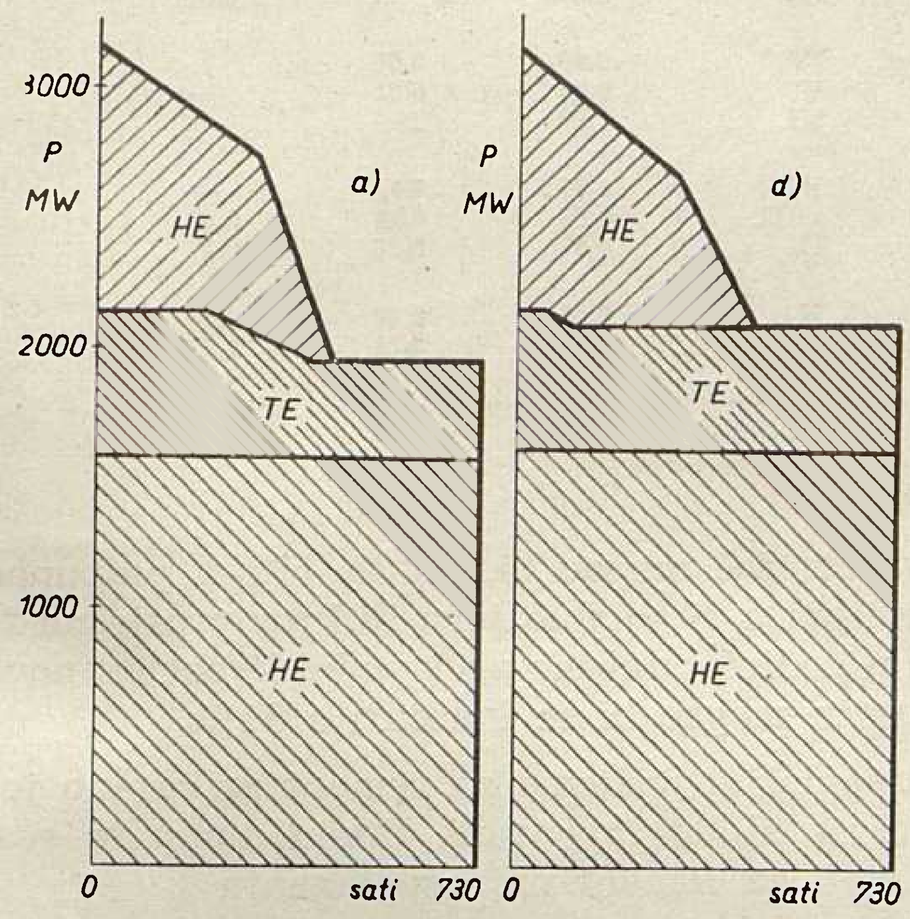
Povećanje korištenja kapaciteta, dakle, moglo bi se postići samo takvim potrošačem, kojeg bi bilo moguće obustaviti u najtežim prilikama.

4.4. Povećanje potrošnje konstantnim opterećenjem tokom cijelog dana

Utjecaj povećanja potrošnje konstantnim opterećenjem prikazano je na sl. 19 (vrlo vlažni mjesec), sl. 20 (vlažni mjesec) i sl. 21 (sušni mjesec).

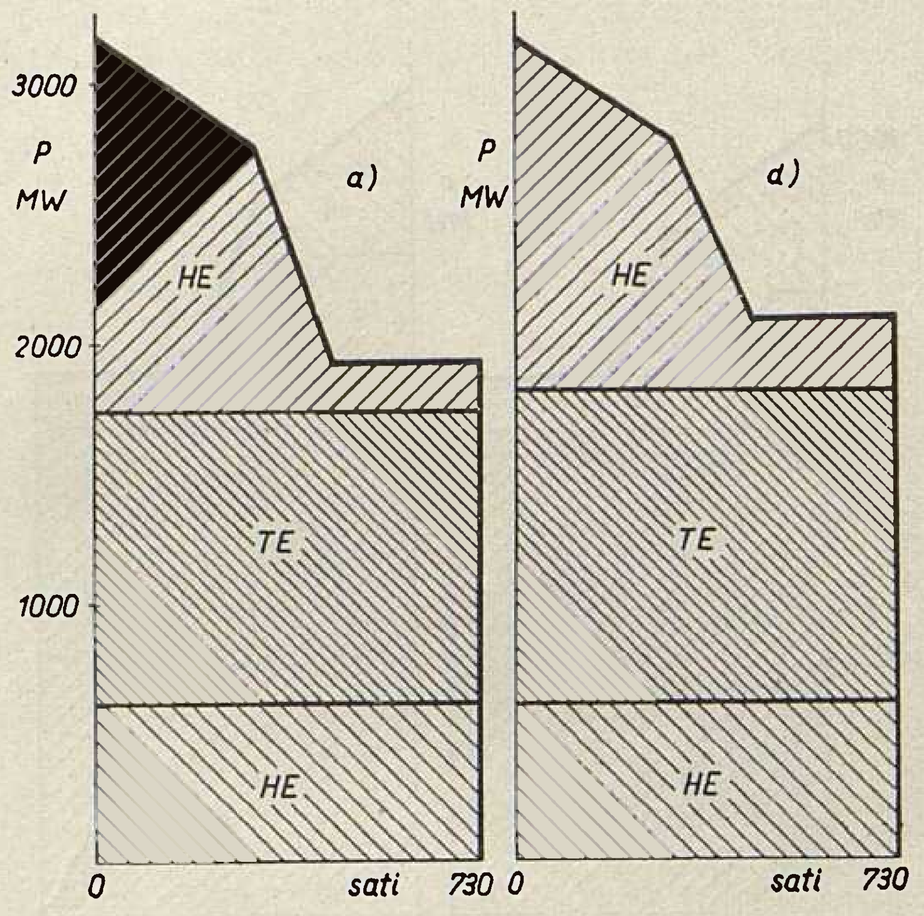
Sl 17. Utjecaj povećanja potrošnje u razdoblju malih opterećenja u vlažnom mjesecu (mart 1940)

	a)		d)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	1459,0	2601,5	1459,0	2601,5
Potrebe	1772,0	3137,0	1814,0	3137,0
Razlika	— 313,0	— 535,5	— 355,0	— 535,5
HE — iskoristivo	1459,0	2601,5	1459,0	2601,5
TE — iskoristivo	313,0	535,5	355,0	535,5
HE — neiskorišteno	—	—	—	—



Sl. 18. Utjecaj povećanja potrošnje u razdoblju malih opterećenja u sušnom mjesecu (septembar 1936)

	a)		d)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	935,8	2504,1	935,8	2504,1
Potrebe	1773,0	3145,0	1815,0	3145,0
Razlika	— 837,2	— 640,9	— 879,2	— 640,9
HE — iskoristivo	935,8	1998,5	935,8	1941,0
TE — iskoristivo	837,2	1146,5	879,2	1204,0
HE — neiskorišteno	—	505,6	—	563,1



U vrlo vlažnom mjesecu samo se dio povećane potrošnje pokriva smanjenjem preljeva u hidroelektranama ali uz povećanje angažiranja snage termoelektrana, dok se u vlažnim i sušnim mjesecima povećanje potrošnje pokriva povećanjem i proizvodnje i angažiranja snage termoelektrana. I sada — kao i u slučaju povećanja potrošnje samo u razdoblju malih voda — povećana potrošnja ne može se opskrbiti u kritičnom razdoblju bez izgradnje novih elektrana ili bez dodatne redukcije ostalih potrošača.

Mjesec	Potpuna opskrba	Djelomična opskrba	Potpuna obustava
I	0,86	0,04	0,10
II	0,91	0,02	0,07
III	0,93	—	0,07
IV	1,00	—	—
V	1,00	—	—
VI	1,00	—	—
VII	1,00	—	—
VIII	0,94	0,03	0,03
IX	0,78	0,05	0,17
X	0,70	0,13	0,17
XI	0,75	0,08	0,17
XII	0,48	0,32	0,20
Godišnje	0,86	0,06	0,08

Razmotrimo kako se može opskrbiti konstantni novi potrošač s neiskorištenom snagom termoelektrana, uzevši u obzir potrebnu rotirajuću rezervu u termoelektranama i hidroelektranama (sl. 9, na kojoj je prikazana mogućnost opskrbe potrošača konstantne snage od 200 MW). Pri tomu treba uzeti u obzir i mogućnost remonta termoelektrana.

Pogledajmo najprije kako bi izgledalo kad bi se izgradio novi potrošač od 100 MW. Koliko bi iznosila vjerojatnost njegove opskrbe prikazano je u prethodnoj tablici. Prema tome novi potrošač mogao bi biti potpuno opskrbljen u 86% slučajeva odnosno prosječno 314 dana u godini, dok iskorištenje proizvodnog kapaciteta novog potrošača iznosi 89%. Raspoloživo vrijeme za remont termoelektrana sada je smanjeno, jer je dodatno angažirano 100 MW, pa vjerojatnost remonta iznosi:

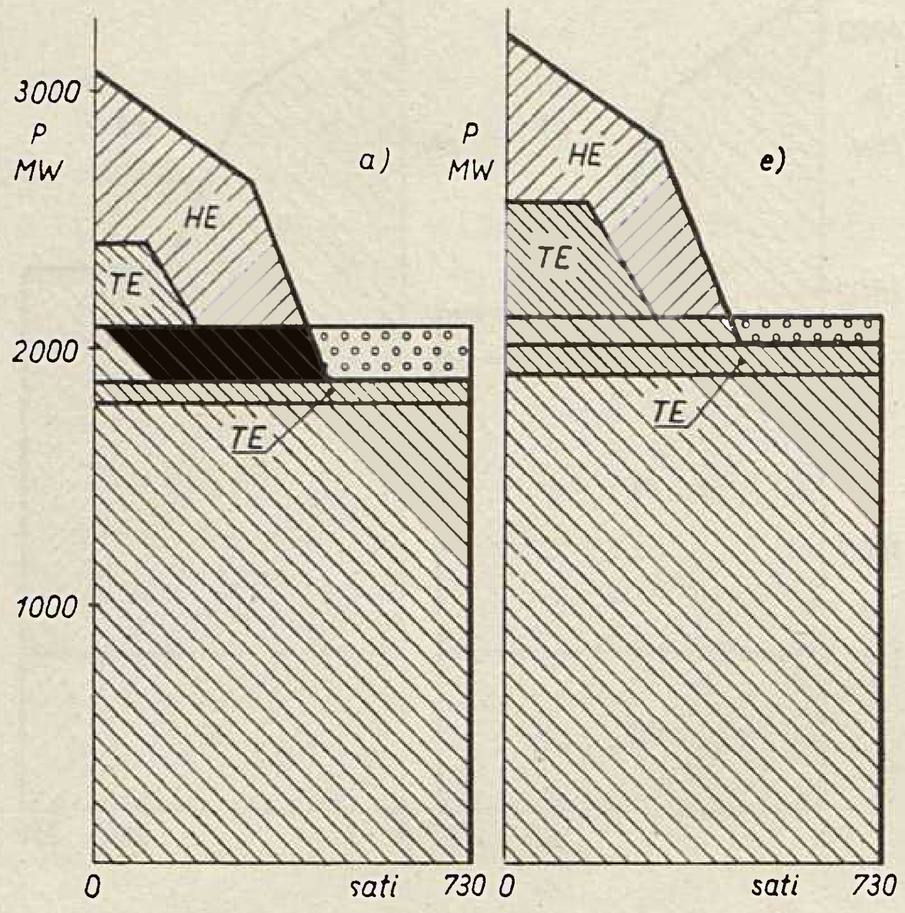
Mjesec	Snaga u remontu R MW	Vjerojatnost remonta v	Produkt $R \cdot v$ MW
I	300	0,57	171
II	300	0,62	186
III	300	0,83	249
IV	400	0,88	352
V	500	0,83	415
VI	500	0,75	375
VII	400	0,67	268
VIII	200	0,72	144
IX	—	—	—
X	—	—	—
XI	—	—	—
XII	—	—	—
Godišnje			2160

Dakle, za svaki MW stoji na raspolaganju za remont

$$\frac{2160}{1427} = 1{,}51 \text{ mjeseci.}$$

Sl. 19. Utjecaj povećanja potrošnje konstantnim opterećenjem tokom cijelog dana u vrlo vlažnom mjesecu (maj 1937)

	a)		e)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	1680,2	2650,5	1680,2	2650,5
Potrebe	1712,0	3053,0	1821,5	3203,0
Razlika	— 31,8	— 402,5	— 141,3	— 552,5
HE — iskoristivo	1604,6	2650,5	1651,4	2650,5
TE — iskoristivo	107,4	402,5	170,1	552,5
HE — neiskorišteno	75,6	—	28,8	—



Vjerojatnost opskrbe konstantnog potrošača od 200 MW iznosi (sl. 9):

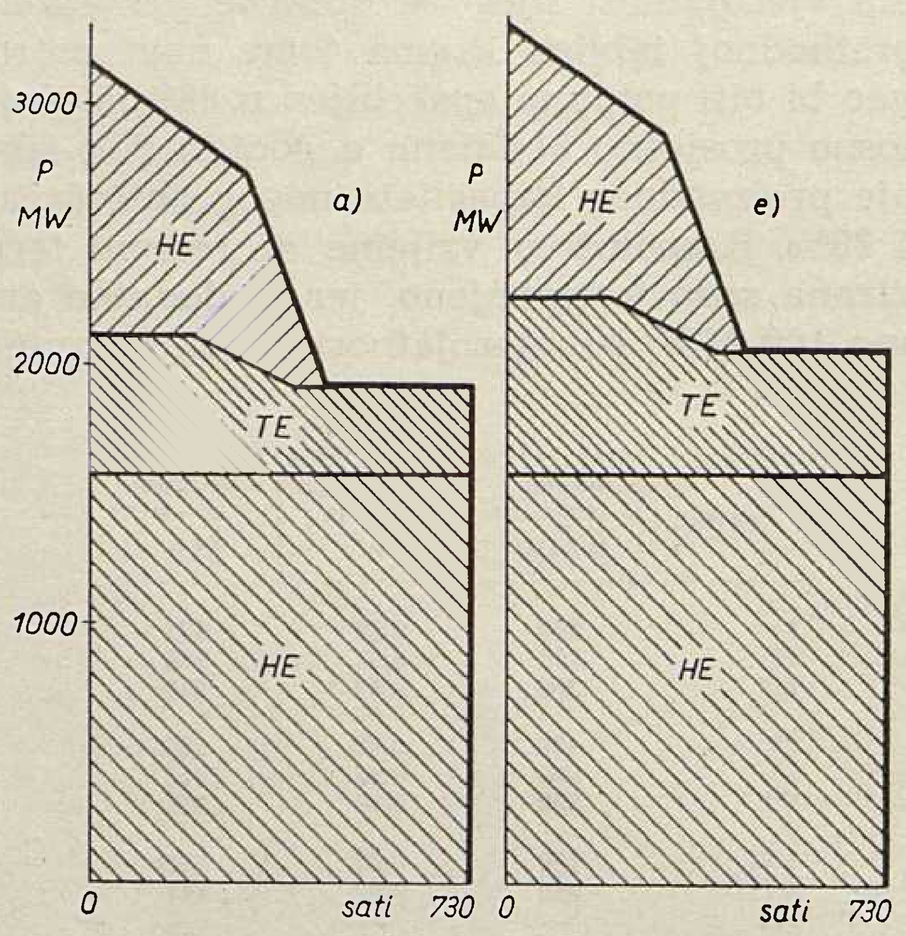
Mjesec	Potpuna opskrba	Djelomična opskrba	Potpuna obustava
I	0,82	0,08	0,10
II	0,78	0,15	0,07
III	0,93	—	0,07
IV	0,95	0,05	—
V	0,99	0,01	—
VI	1,00	—	—
VII	0,97	0,03	—
VIII	0,83	0,14	0,03
IX	0,57	0,26	0,17
X	0,63	0,20	0,17
XI	0,62	0,21	0,17
XII	0,08	0,72	0,20
Godišnje	0,76	0,16	0,08

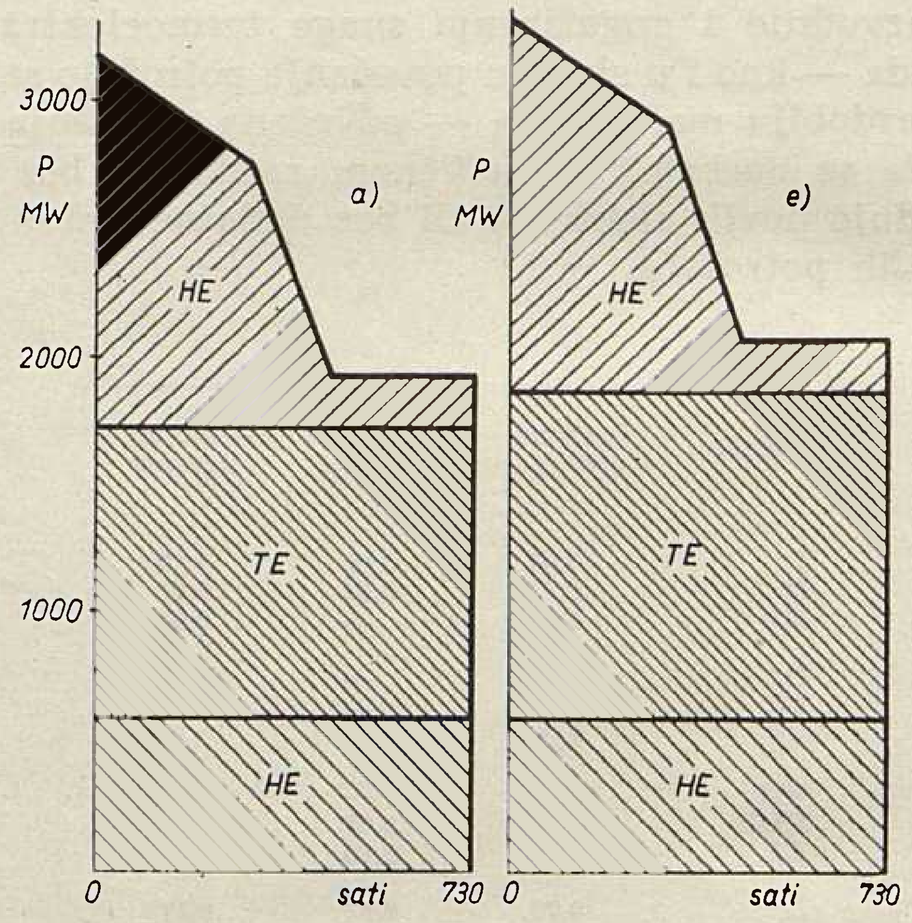
Novi potrošač mogao bi, dakle, biti u potpunosti opskrbljen u 76 % slučajeva ili kroz prosječno 277 dana u godini, odnosno proizvodni kapacitet novog potrošača mogao bi se koristiti s 84 %.

Raspoloživo vrijeme za remont prikazano je u tablici na slijedećoj strani. Prema tomu za svaki MW stoji za remont na raspolaganju

$$\frac{1573}{1427} = 1{,}10 \text{ mjeseci.}$$

dakle oko 800 sati, što je dovoljno za dobro pripremljeni remont termoelektrane.





Sl. 20. Utjecaj povećanja potrošnje konstantnim opterećenjem tokom cijelog dana u vlažnom mjesecu (mart 1940)

	a)		e)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	1459,0	2601,5	1459,0	2601,5
Potrebe	1772,0	3137,0	1881,5	3287,0
Razlika	— 313,0	— 535,5	— 422,5	— 685,5
HE — iskoristivo	1459,0	2601,5	1459,0	2601,5
TE — iskoristivo	313,0	535,5	422,5	685,5
HE — neiskorišteno	—	—	—	—

Sl. 21. Utjecaj povećanja potrošnje konstantnim opterećenjem tokom cijelog dana u sušnom mjesecu (septembar 1936)

	a)		e)	
	GWh	MW	GWh	MW
HE — raspoloživo	935,8	2504,1	935,8	2504,1
Potrebe	1773,0	3145,0	1882,5	3295,0
Rzlika	— 837,2	— 640,9	— 946,7	— 790,9
HE — iskoristivo	935,8	1998,5	935,8	1998,5
TE — iskoristivo	837,2	1146,5	946,7	1296,5
HE — neiskorišteno	—	505,6	—	505,6

Mjesec	Snaga u remontu R MW	Vjerojatnost remonta v	Produkt $R \cdot v$ MW
I	200	0,57	114
II	200	0,62	124
III	200	0,83	166
IV	300	0,88	264
V	400	0,83	332
VI	400	0,75	300
VII	300	0,67	201
VIII	100	0,72	72
IX	—	—	—
X	—	—	—
XI	—	—	—
XII	—	—	—
Godišnje			1573

5. Zaključak

Postoje znatne neiskorištene snage u hidroelektranama i termoelektranama u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije, koje omogućuju dovoljnu rotirajuću rezervu i obilato trajanje remonta.

Sigurnost opskrbe potrošača ne može se povećati ni smanjenjem maksimalnog opterećenja ni istodobnim smanjenjem maksimalnog i povećanjem minimalnog opterećenja, jer te mjere nemaju nikakovog utjecaja na potrebno angažiranje termoelektrana u sušnim razdobljima, dok se njihov utjecaj očituje na smanjenje angažiranja hidroelektrana u kojima u to doba postoje znatne neiskorištene snage.

Svako povećanje konzuma traži — uz nepromijenjenu sigurnost opskrbe potrošača — dodatnu izgradnju elektrana bez obzira da li se radi o povećanju potrošnje u razdobljima malih ili razdobljima velikih opterećenja. Prema tome nema opravdanja forsiranja povećanja opterećenja u razdoblju malih opterećenja, ako nema mogućnosti da se dobava obustavi u kritičnim situacijama, jer u protivnom slučaju i takvi potrošači — ma kako izgledali povoljni — traže za sebe izgradnju novih elektrana.

Povećanje korištenja proizvodnih kapaciteta elektroprivrede moguće je samo izgradnjom novih potrošača, koji povremeno — u najkritičnijim situacijama — djelomično ili potpuno obustavljaju preuzimanje energije iz mreže. To vrijedi za sve potrošače bez obzira na njihov dijagram opterećenja. Tako je, primjera radi, prikazano da je izgradnjom takvog povremenog potrošača s konstantnim punim opterećenjem od 200 MW moguće povećati proizvodnju energije s istim elektranama za skoro 1,5 GWh/god, s tim da je osigurano dovoljno vremena za remont termoelektrana.

Literatura

[1] H. Požar, *Leistung und Energie in Verbundsystemen*, Springer Verlag, Wien, 1963.

[2] *Perspectives sur la production en 1963 des centrales thermiques des pays représentés à l'UCPTE*, UCPTE, Bulletin trimestriel, II — 1963, str. 23.

Naslov pisca: Prof. dr ing. Hrvoje Požar, suradnik Instituta za elektroprivredu, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, Unska ul. b.b.

NAŠIM ČITAOCIMA

Članci u prvom dijelu ovoga broja (str. 69 — 113) napisani su kao referati za Sedmo savjetovanje elektroenergetičara (JNK CIGRE), koja će se održavati na Bledu od 27. rujna do 3 listopada 1964. Daljnja tri referata s toga savjetovanja izaći će u »ENERGIJI« br. 5 — 6.

Uredništvo

ULOGA ZAŠTITNOG UŽETA KOD DOZEMNOG SPOJA NA DALEKOVODIMA 110 kV i 220 kV

Boris Markovčić, Zagreb

Zaštitno uže na nadzemnim vodovima, čiji je prvobitni zadatak bio da vod štite od groma, ima vrlo važnu ulogu kod smanjenja djelovanja struja dozemnog spoja u kruto uzemljenim mrežama. Promatrana je razdioba struja kvara u stupu, zaštitnim užetima i zemlji na različitim mjestima trase voda, kod različito vodljivih zaštitnih užeta i zemljišta različite specifične vodljivosti. Na kraju je učinjen osvrt na troškove u vezi ugradnje dobro vodljivih zaštitnih užeta, te su dani konačni zaključci i preporuke.

DK 621.315.1

Već vrlo rano u historiji gradnje dalekovoda ugrađivalo se na vrhove stupova zaštitno uže, čiji je tada bio jedini zadatak, da štiti vodiče od atmosferskih prenapona. Zadatak se međutim u novije vrijeme proširio i na ublaženje efekata dozemnog spoja na dalekovodima kruto uzemljenih visokonaponskih mreža, gdje se struje dozemnog spoja mogu kretati do nekoliko desetaka kA. U prvom razdoblju izgradnje naše mreže visokog napona, struje dozemnog spoja još nisu bile naročito velike, pa se ugradnja zaštitnog užeta gledala također samo sa stanovišta zaštite od groma. Osnovno je bilo, da se postigne propisani zaštitni kut, uskladi provjes užeta s provjesom vodiča i da uže odgovara mehanički u smislu propisa. Na temelju ovih kriterija odabrana su za naše vodove 110 kV i 220 kV čelična užeta 35 do 95 mm². Međutim, današnji brz razvoj mreže i snage elektrana traže, da se također razmotri uloga zaštitnog užeta kod kvara na dalekovodima. Zaštitno uže ima naime slijedeći efekt kod dozemnog spoja u kruto uzemljenim mrežama:

a) reducira struje kroz zemlju, čime smanjuje utjecaj na TT linije;
b) smanjuje udio struje dozemnog spoja kroz oštećeni stup, pa time snižava opasne napone dodira i koraka;
c) kod kvara na stupu s velikim otporom uzemljenja (temeljenom npr. na stijeni) omogućava pravilan rad zaštite;
d) smanjuje nultu impedanciju mreže.

Dok s obzirom na zaštitu od groma nije važno od kakvog je metala zaštitno uže, odnosno kakve je vodljivosti, kod smanjenja utjecaja struje dozemnog spoja vodljivost užeta je naprotiv, uz vodljivost tla, od bitnog značenja.

Da se dobije uvid u efikasnost zaštitnog užeta različite vodljivosti, kod različite kvalitete zemljišta, u ovom je radu istražena raspodjela struje kvara i faktor redukcije kod prolaza struje kroz stup, užeta i zemlju.

S obzirom na mjesto kvara prilike su razmatrane kod:

a) dozemnog spoja na stupu podalje od stanice,
b) dozemnog spoja na stupu u blizini stanice.

Računi su provedeni za tri tipa zemljišta slijedećeg specifičnog otpora i odgovarajućeg pojedinačnog otpora stupa:

$\rho =$	100	oma m	$R_s =$	5 oma
	500	„ „		25 „
	3000	„ „		100 „

U proračunima su uzeti u obzir slijedeći tipovi zaštitnih užeta:

a) čelično uže 50 mm², budući da je ovo uže najčešće montirano na našim vodovima 110 kV,
b) čelično uže 95 mm², budući da je ovo uže najčešće montirano na našim vodovima 220 kV,
c) alučelično uže 44/33 mm², prema DIN 48204, kao dobro vodljivo zaštitno uže, koje bi došlo u obzir za vodove 110 kV,
d) alučelično uže 99/72 mm², prema DIN 48204, kao dobro vodljivo zaštitno uže, koje bi došlo u obzir za vodove 220 kV,
e) alučelično uže 240/40 mm², prema DIN 48204, kao zaštitno uže vrlo velike vodljivosti, koje bi se ugradilo na vodove 220 kV, koji imaju dva vodiča 2 × 240/40 Ač u snopu. Ovo bi uže predstavljalo ujedno zaštitno uže najveće vodljivosti, koje bi došlo u obzir, te u razmatranjima daje ekstremne rezultate.

Sva su razmatranja primijenjena na naše mreže 110 kV i 220 kV pa su uzete najraširenije konstrukcije stupova dalekovoda. Za svaki od navedena dva napona uzet je po jedan stup tipa jela (prema nacrtima poduzeća »Dalekovod«, Zagreb) i jedan stup portalnog tipa (prema nacrtima poduzeća »Elektrosrbija«, Beograd). Tip jela, kao što je poznato, ima jedno zaštitno uže, a portalni tip dva, pa je tako moguće i s te tačke uspoređivati djelotvornost zaštitnih užeta.

1. Dozemni spoj na stupu podalje od stanice

Kod dozemnog spoja na stupu u trasi voda podalje od transformatorskih stanica, dio I_{ZS} struje kvara I_Z teče kroz uzemljenje stupa u zemlju. Ostali dio struje kvara teče lijevo (I_A) i desno (I_B) preko zaštitnog užeta do susjednih stupova. Na slijedećem stupu dio struje (I_{ZS1}) teče preko uzemljenja stupa u zemlju, a dio pak nastavlja put prema slijedećem stupu, itd.

Što je neki stup dalje od mjesta kvara, to manji dio struje teče kroz njega u zemlju.

Nakon nekih desetak raspona, praktički, kroz stupove više ne teče nikakova struja, već se ukupna povratna struja podijeli na dva dijela i to dio u zemlji k I_Z, i dio u zaštitnom užetu $(1 - k)\ I_Z$ (sl. 1). Ove struje teku nepromijenjene prema stanicama na kraju voda. Njihov je zbroj jednak struji kvara koja dolazi preko vodiča

$$k\ I_Z + (1 - k)\ I_Z = I_Z$$

Kod toga je k faktor redukcije struje u zemlji, zbog paralelnog vođenja struje u zaštitnom užetu.

Prema ovome što je rečeno, analiza toka struje u stupovima, zemlji i zaštitnim užetima može se podijeliti u tri dijela i to na analizu strujnih odnosa na vodu podalje od mjesta kvara, na mjestu kvara, tj. na stup na kojemu je dozemni spoj, te na dionice voda oko mjesta kvara.

Naravno, ukoliko vod nema zaštitno uže, cijela struja kvara I_Z teče kroz oštećeni stup i njegovo uzemljenje u zemlju i kroz zemlju prema stanicama na kraju voda.

Struje, naponi i impedancije s kojima se računa su komplesne veličine, no to zbog jednostavnosti pisanja nije posebno u tekstu označeno, a vidi se jasno iz formula.

1.1 Struje kvara u zemlji i zaštitnim užetima, podalje od mjesta kvara

Uslijed međusobnog induktivnog djelovanja vodič-zemlja i zaštitno uže-zemlja, kod vodova sa zaštitnim užetom teče podalje od mjesta kvara u zemlji struja

$$I_{Zk} = I_Z\ k$$

gdje je

I_{Zk} — struja kvara u zemlji, ako vod ima zaštitno uže

I_Z — struja kvara u zemlji, ako je vod bez zaštitnog užeta (ukupna struja kvara)

k — faktor redukcije, veličina manja od 1

Faktor redukcije dobije se iz izraza:

$$k = 1 - \frac{Z_{vu}}{Z_{uz}}$$

gdje je

Z_{uz} — impedancija zamke zaštitno uže—zemlja,

Z_{vu} — impedancija ulančenja zamki vodič—zemlja i zaštitno uže—zemlja.

Impedancija zamke zaštitno uže—zemlja, dana je izrazom

$$Z_{uz} = R_u + \frac{\mu_o}{8}\,\omega + j\,\omega\,\frac{\mu_o}{2\pi}\left(\ln\frac{\delta}{r_u} + \frac{\mu_u}{4}\right)$$

gdje je

R_u — djelatni otpor zaštitnog užeta u omima, kod čeličnih užeta ovisan o struji; kako se ovdje radi o strujama kratkog spoja koje su velike, u račune treba uzeti otpore visoko opterećenih čeličnih užeta,

μ_o — $4\ \pi\ 10^{-9}\ V_s/A_m$

μ_u — relativni permeabilitet, kod čeličnih užeta ovisan o struji, a kod alučeličnih i o broju slojeva aluminija

ω — kružna frekvencija s^{-1}

r_u — polumjer zaštitnog užeta u mm

δ — dubina prodiranja struje u zemlju u m

$$\delta = \frac{1{,}85}{\sqrt{\mu_o \frac{1}{\rho}\,\omega}},$$

gdje je ρ specifični otpor zemlje u Ω. m.

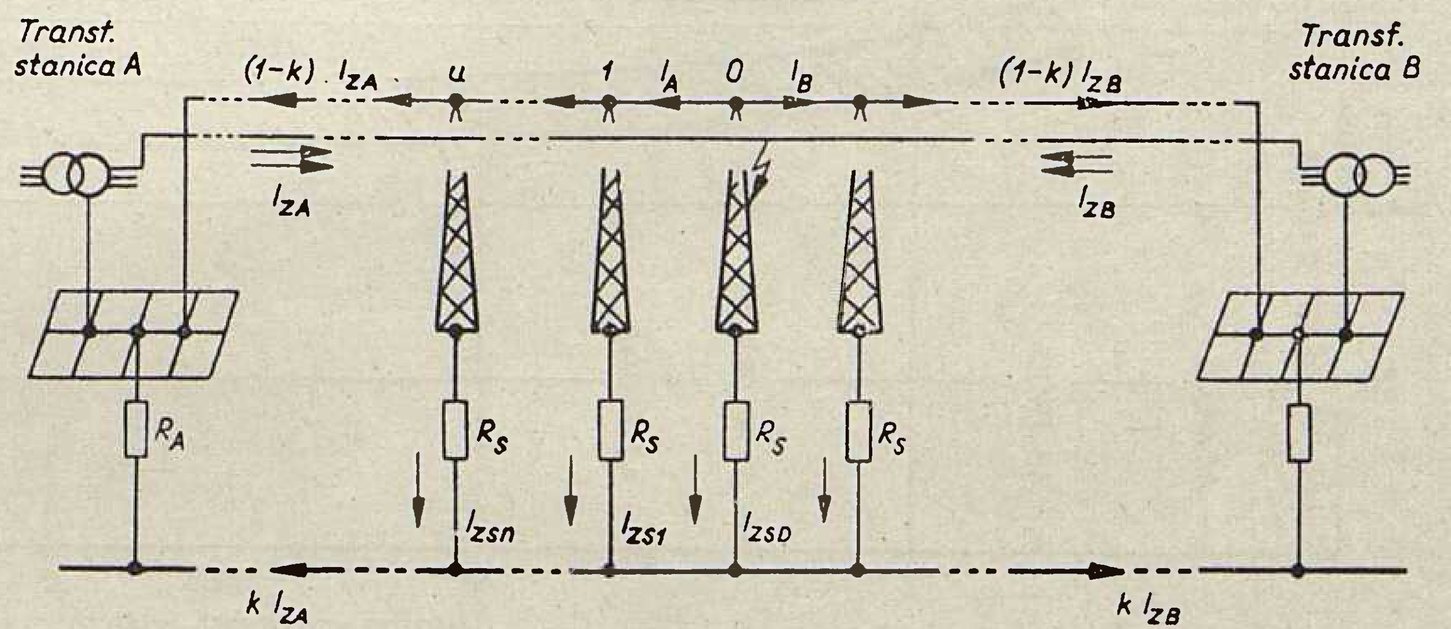
Impedancija ulančenja zamke vodič—zemlja i zaštitno uže—zemlja, dana je izrazom

$$Z_{vu} = \frac{\mu_o}{8}\,\omega + j\,\frac{\mu_o}{2}\,\omega \ln\frac{\delta}{d_{vu}}$$

Osim već poznatih veličina, u navedenom izrazu dolazi d_{uv}, srednja međusobna udaljenost zaštitnog užeta od vodiča.

Prema navedenim formulama izračunan je faktor redukcije k, a rezultati su grafički prikazani u dijagramu sl. 2. Apsolutna vrijednost koeficijenta k, koja je također kompleksna veličina, prikazana je u ovisnosti o vodljivosti zaštitnog užeta $1/R_u$ S/km.

S obzirom na tip zaštitnog užeta, dobivena su četiri pojasa omeđena krivuljama koje odgovaraju vodljivosti tla od 100 i od 3000 oma. m. Pojasi se odnose na jedno i dva zaštitna užeta čelična i alučelična.



Slika 1

Treba međutim dati razjašnjenje u pogledu tačaka koje odgovaraju užetu Ač 240/40. Kako su užeta Ač 44/32 i Ač 99/72 jednoslojna, a Ač 240/40 dvoslojna, vrijednost za μ_u je različita. Prema tome se rezultati za k ne mogu međusobno spojiti krivuljom. Zbog toga je krivulja povučena do tačaka koje odgovaraju za k, kad bi uže Ač 240/40 bilo izvedeno jednoslojno, a pomaknute tačke odgovaraju stvarnoj gradnji užeta.

Iz dijagrama sl. 2. može se vidjeti slijedeće:

a) Čelična zaštitna užeta vrlo malo smanjuju faktor redukcije k. Sa dva čelična užeta razmjerno velikog presjeka k iznosi tek oko 0,9.

b) Kod alučeličnih užeta k najprije brzo pada, (do presjeka Ač 99/72), a zatim je pad jedva primjetan.

c) Dvostruka alučelična užeta smanjuju k za nekih 15 do 20 % prema vrijednosti koju daje isto takvo jedno uže.

d) S povećanjem specifičnog otpora zemljišta snizuje se k. To sniženje je minimalno kod čeličnih užeta, a povećava se kod bolje vodljivog materijala.

e) Najniži faktor redukcije koji se praktički dade postići kod jednog zaštitnog užeta iznosi oko 0,55 a kod dva užeta 0,4.

1.2. Struje kvara u stupu, zaštitnom užetu i zemlji na mjestu kvara

Na stupu na kojemu se desio dozemni spoj, kao što je već prije izneseno, dio struje kvara ulazi kroz uzemljenje stupa u zemlju, a dio lijevo i desno kroz zaštitno uže i uzemljenja susjednih stupova. Lijevi i desni dio voda od mjesta kvara može se promatrati kao lanac četveropola, gdje su uzdužne impedancije zaštitnog užeta koji se odnose na raspon jednake Z_{ul}. Otpori uzemljenja stupova R_s predstavljaju poprečne otpore lanca. Iz ovoga se može izračunati impedancija lanca Z_L

$$Z_L = \frac{Z_{ul}}{2} + \sqrt{R_s Z_{ul}}$$

Ako sam promatrani stup ima otpor uzemljenja R_{so}, ukupni otpor stupa koji dolazi do izražaja, ako je montirano zaštitno uže, iznosi

$$Z_{so} = \frac{Z_L R_{so}}{Z_L + 2 R_{so}}$$

Iz ovoga se nadalje mogu izračunati tražene struje.

Struja u stupu koji je u kvaru

$$I_{Zso} = k I_Z \frac{Z_{so}}{R_{so}}$$

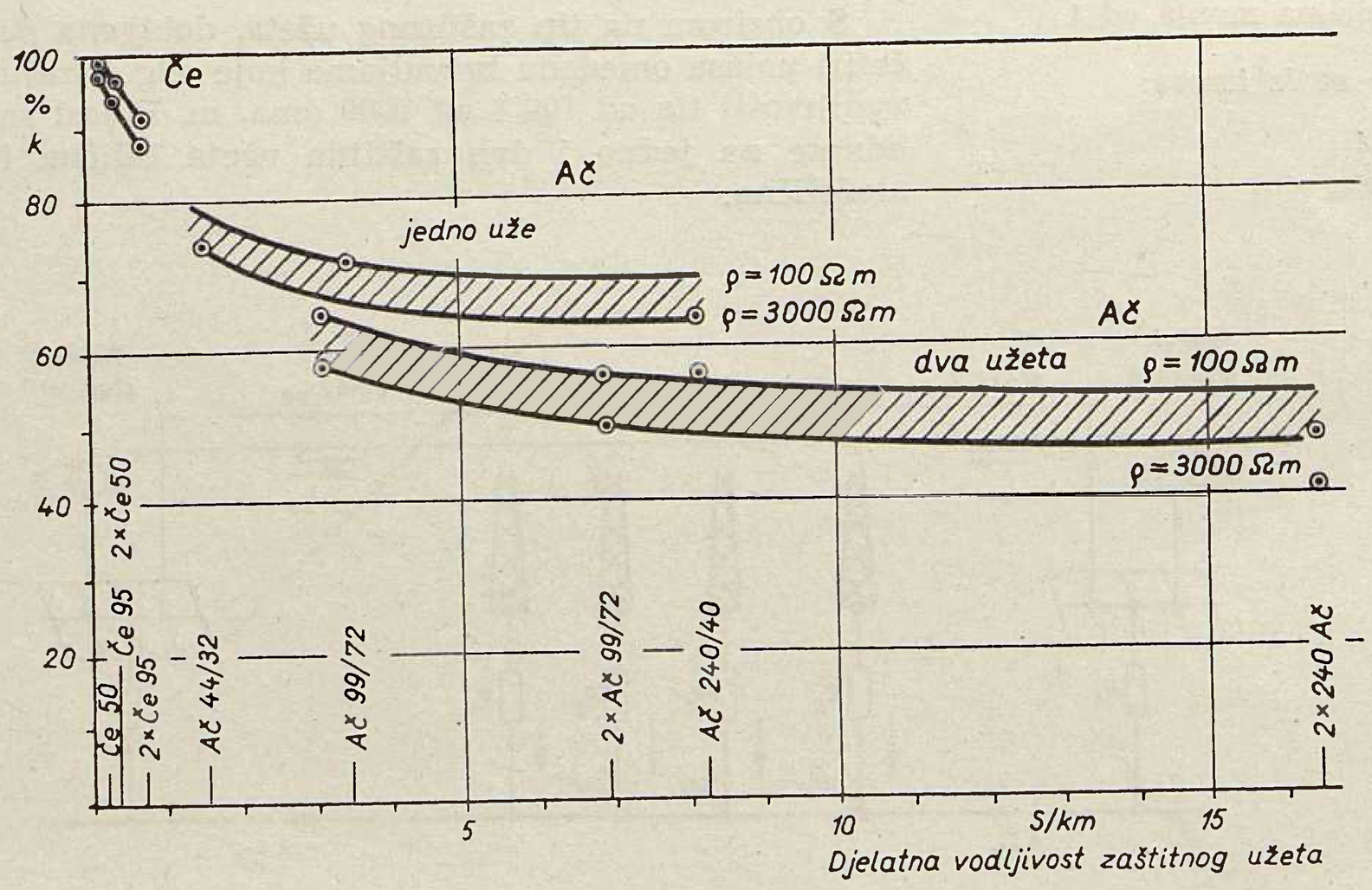
Struja u zaštitnom užetu s obje strane mjesta kvara, ako je mjesto kvara napajano sa strane stanice A strujom I_{ZA}, a sa strane stanice B strujom I_{ZB}, ($I_{ZA} + I_{ZB} = I_Z$) struje u užetu iznose

$$I_A = (1 - k) I_{ZA} + k I_Z \frac{Z_{so}}{Z_L}$$

$$I_B = (1 - k) I_{ZB} + k I_Z \frac{Z_{so}}{Z_L}$$

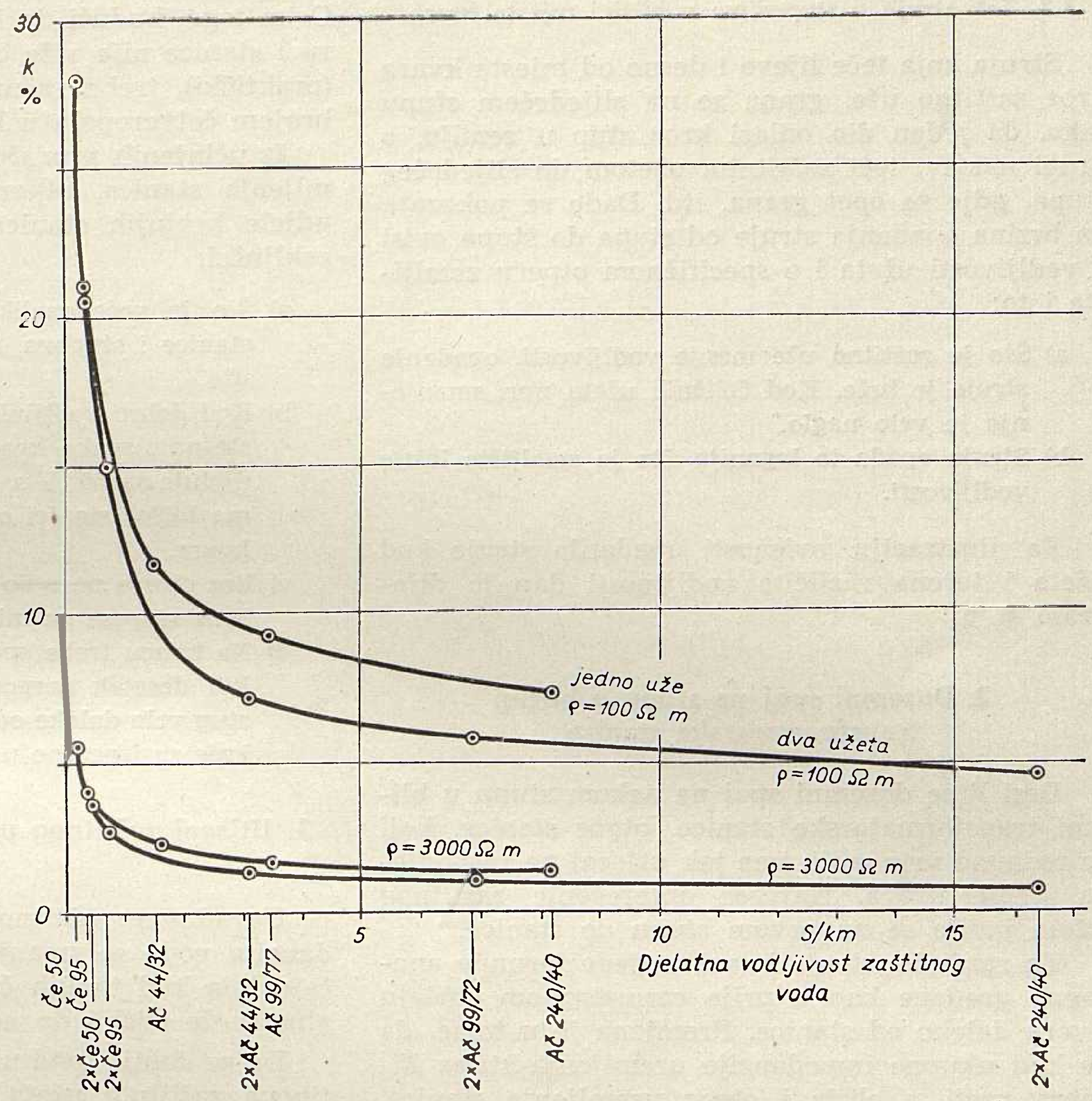
Prema tome se struja u zaštitnom užetu sastoji od dvije komponente. Jedna komponenta sadrži struju koja je u užetu konstantna od mjesta stanice (inducirana komponenta), dok druga komponenta pada od svoje maksimalne vrijednosti kod stupa u kvaru do nule (praktički) nakon izvjesnog broja raspona (neinducirana komponenta).

Da se jednostavnije odredi koji dio struje kvara I_Z prolazi kroz uže, a koji kroz stup, mogu se uvesti odgovarajući koeficijenti. K u % daje dio struje koja prolazi kroz oštećeni stup, a K_1



Sl. 2. Faktor redukcija k struje kvara u zemlji

Sl. 3. Udio struje kvara koja prolazi kroz oštećeni stup



u % dio struje koja prolazi kroz zaštitno uže kod stupa u kvaru, ako se ne uzme u obzir inducirana komponenta

$$K = k \frac{Z_{so}}{R_{so}} \qquad K_1 = k \frac{Z_{so}}{Z_L}$$

Dade se pokazati, da kod određene struje kvara I_Z, udio struje kroz oštećeni stup, a i udio neinducirane komponente u zaštitnom užetu s obje strane stupa u kvaru ostaje nepromijenjen, bez obzira s kolikim udjelom u struji kvara sudjeluju stanice na oba kraja voda. Razlika je samo kod inducirane komponente struje u zaštitnom užetu.

Na dijagramu sl. 3 prikazan je grafički tok koeficijenta K koji daje udio struje kvara I_Z, koja teče u oštećenom stupu. Nacrtane su dvije grupe krivulja. Jedna se odnosi na jedno, a druga na dva zaštitna užeta. Slični je dijagram konstruiran za koeficijent K_1 (sl. 4) koji daje veličinu neinducirane komponente struje u zaštitnom užetu u postocima struje kvara I_Z i za koeficijent $(1 - k)$ (sl. 5) koji daje veličinu inducirane komponente struje u zaštitnom užetu kao postotak struje (I_{ZA} ili I_{ZB}) koja dolazi s jedne od krajnjih transformatorskih stanica. U slučaju da obje stanice imaju jednaki udio u struji dozemnog spoja

$$\left(I_{ZA} = I_{ZB} = \frac{1}{2} I_Z\right)$$

mora biti:

$$K + 2K_1 + (1 - k) = 100\,\%.$$

Ako se međutim zbroje odgovarajuće ordinate dijagrama sl. 3, 4, 5, dobit će se vrijednost nešto veća od 100 %, jer relacija strogo vrijedi za vektorske, a ne apsolutne veličine kakve su uzete u dijagramima.

Iz razmatranja u ovoj tački može se zaključiti slijedeće:

a) Kod uzimanja zaštitnih užeta veće vodljivosti udio struje kvara u oštećenom stupu najprije vrlo naglo pada (do Ač 99/72), a zatim je pad vrlo usporen.

b) Dva užeta koja zajedno imaju istu vodljivost kao jedno uže, daju veće smanjenje udjela struje kroz stup.

c) Ako je otpor stupa u kvaru bitno viši od otpora stupova u trasi, što znači da je zemljište lošije i da je teško postići niske otpore uzemljenja, zaštitna užeta dobre vodljivosti smanjuju struju kroz stup na polovicu one kod čeličnih užeta.

d) Ako je otpor stupa u kvaru bitno niži od otpora stupova u trasi, stupanj smanjenja struje kvara u oštećenom stupu sličan je kao što je rečeno u c).

1.3. Tok struje u stupovima u blizini mjesta kvara

Struja koja teče lijevo i desno od mjesta kvara kroz zaštitno uže, grana se na slijedećem stupu tako, da jedan dio odlazi kroz stup u zemlju, a drugi nastavi teći zaštitnim užetom do slijedećeg stupa, gdje se opet grana, itd. Dade se pokazati, da brzina opadanja struje od stupa do stupa ovisi o vodljivosti užeta i o specifičnom otporu zemljišta i to:

a) Što je zaštitno uže manje vodljivosti, opadanje struje je brže. Kod čeličnih užeta npr. smanjenje je vrlo naglo.
b) Struja opada to laganije, što je zemljište lošije vodljivosti.

Za ilustraciju ovisnosti opadanja struje kod užeta i terena različite vodljivosti dan je dijagram sl. 6.

2. Dozemni spoj na stupu u blizini transformatorske stanice

Desi li se dozemni spoj na nekom stupu u blizini transformatorske stanice, otpor stanice, koji je redovno vrlo mali, ima jak utjecaj na raspodjelu struje kvara. Najveće opterećenje zaštitnog užeta javlja se na prvom stupu do stanice.

Za razdiobu struja kvara vrijede formule analogno građene kao u prije razmatranom slučaju kvara daleko od stanice. Promjena je u tome, da se kod ukupne impedancije uzemljenja stupa Z_{so} mora uzeti u obzir i otpor uzemljenja stanice. Osim toga, budući da između nekog stupa u kvaru i stanice nije više beskonačni broj četveropola (praktički), treba računati sa konačnim stvarnim brojem četveropola u lancu.

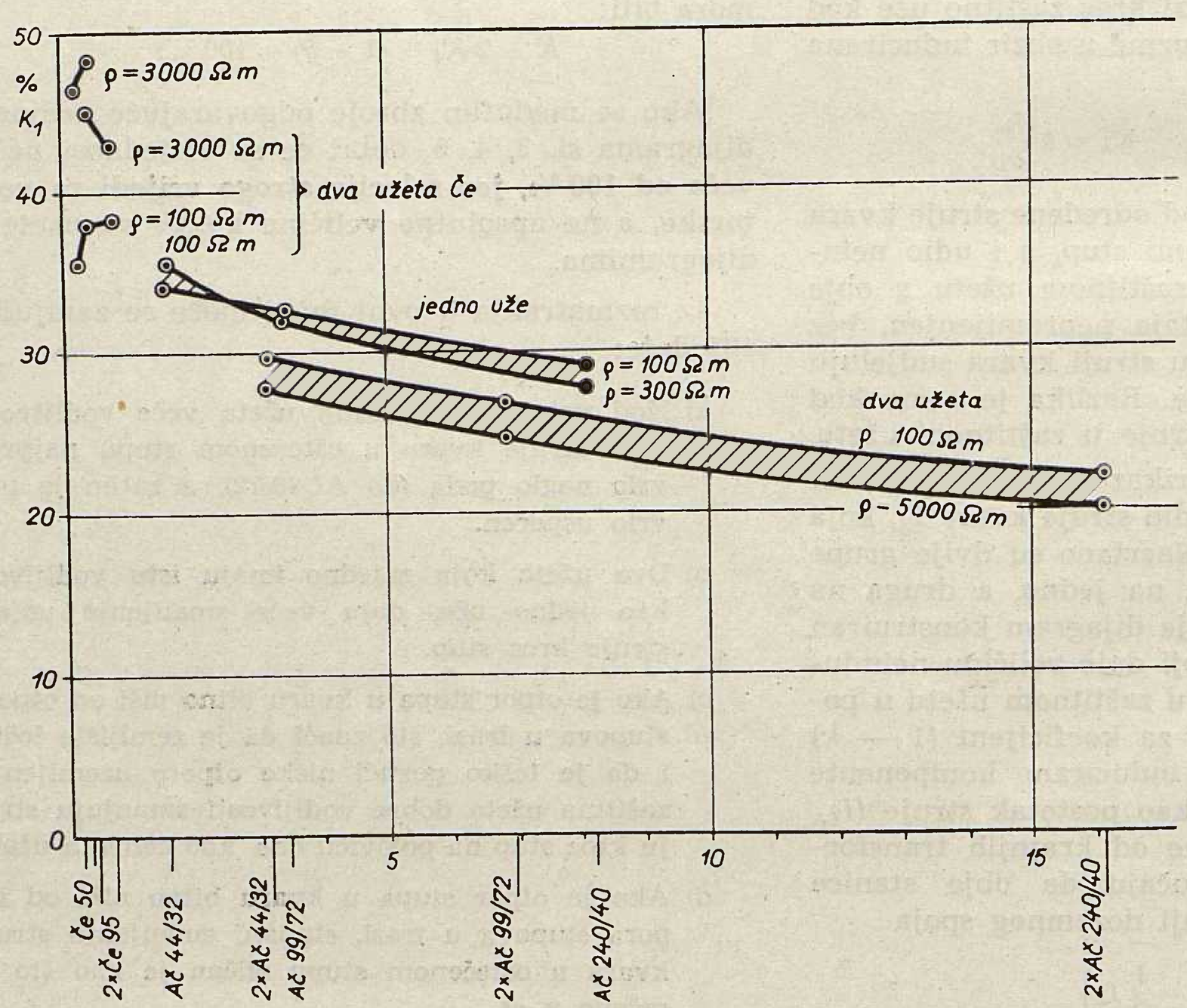
Iz učinjenih proračuna za različite otpore uzemljenja stanica, otpore zemljišta, vrste užeta i udjele krajnjih stanica mogu se izvući slijedeći zaključci:

a) Što je veća razlika između otpora uzemljenja stanice i stupova, to je više opterećeno zaštitno uže.
b) Kod dobro vodljivih zaštitnih užeta unatoč tome što npr. svaka krajnja stanica (TSA i TSB) sudjeluje sa 50 % u struji kvara, ipak je uže prema bližoj stanici opterećeno sa oko 70 % struje kvara.
c) Bez obzira na udio stanica u struji kvara, struja kroz stup se ne mijenja.
d) Na koncu treba spomenuti, da se već nakon nekih desetak raspona može računati kao da je stup vrlo daleko od stanice i upotrijebiti relacije koje su iznesene u ranijim tačkama.

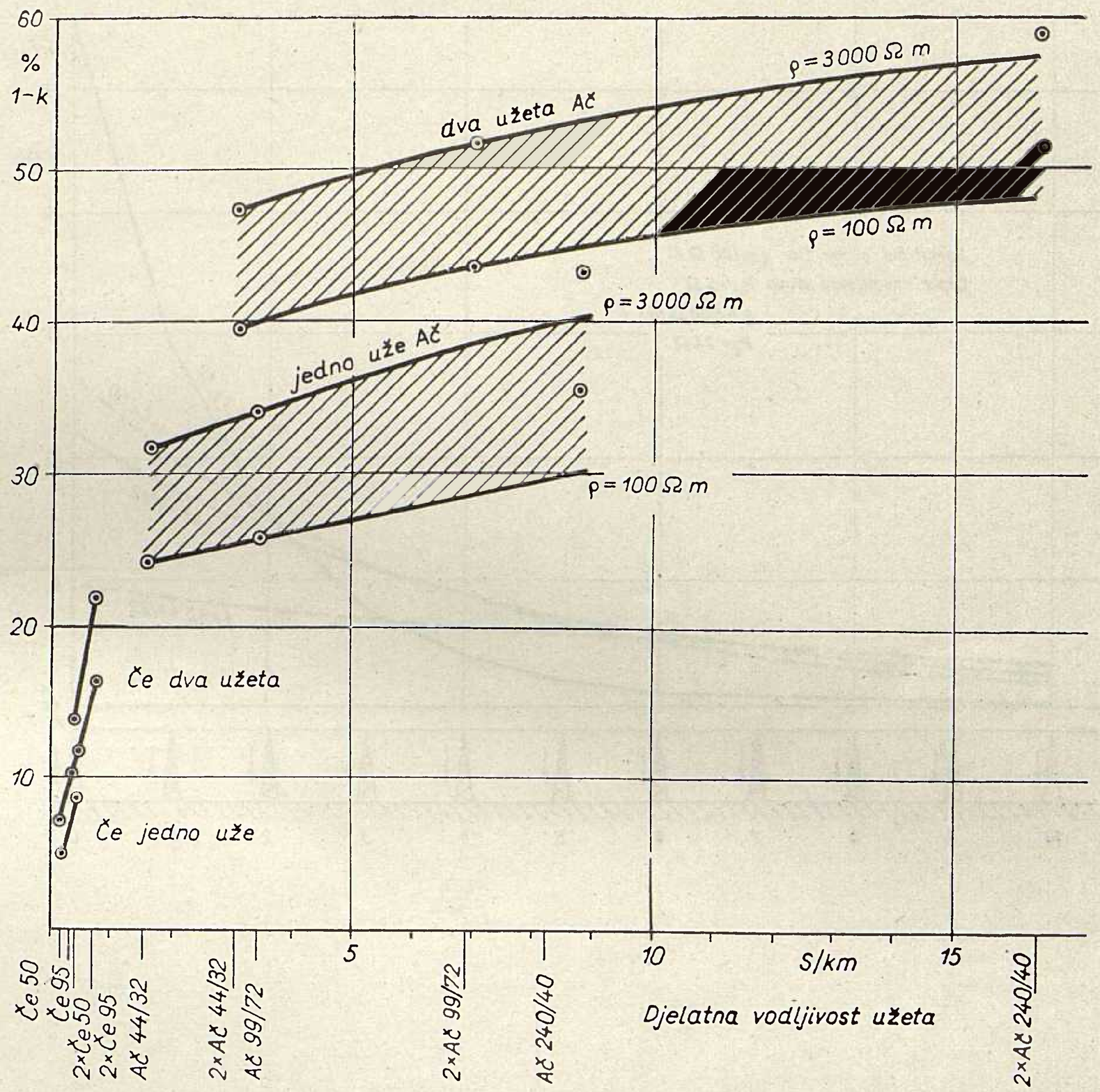
3. Utjecaj zaštitnog užeta na nultu impedanciju voda

Ugradnjom zaštitnog užeta na stupove, impedancija voda se smanjuje, osim u iznimnim slučajevima kod tankih čeličnih užeta, gdje eventualno može doći i do neznatnog povećanja.

Da se dobije uvid u veličinu utjecaja pojedinih tipova zaštitnih užeta na nultu impedanciju, iz-



Sl. 4. Faktor neinducirane komponente u zaštitnom užetu



Sl. 5. Faktor inducirane komponente struje u zaštitnom užetu

računana je nulta impedancija za već prije promatrane tipove stupova 110 kV i 220 kV, opremljene odgovarajućim vodičima. Za 110 kV pretpostavljeni su vodiči 150/25 Ač i 240/40 Ač, a za 220 kV 360/57 Ač i 2 × 240/40 Ač.

Kao i kod svih dosadašnjih računa izrađen je dijagram sl. 7, gdje je prikazana ovisnost faktora smanjenja o vodljivosti zaštitnog užeta. Krivulje su računane za zemljište sa specifičnim otporom ρ = 100 om. m, a za Če 50 mm² i 2 × Ač 240/40 naznačene su tačke za ρ = 100 oma. m i ρ = 3000 oma. m. Strogo uzevši, i ovdje vrijedi u pogledu spajanja tačaka krivulje isto što je već više puta istaknuto kod pređašnjih dijagrama, pa nacrtana krivulja predstavlja neku srednju vrijednost.

U vezi promjene nulte impedancije ugradnjom zaštitnog užeta može se reći slijedeće:

a) Utjecaj čeličnih užeta na smanjenje nulte impedancije vrlo je neznatan.

b) Dva užeta djeluju znatno više na smanjenje nulte impedancije nego jedno uže iste djelatne vodljivosti.

c) U prosjeku jedno alučelično uže smanjuje nultu impendanciju za 20 %, a dva užeta za 35 %.

d) Smanjenje nulte impedancije za 40 % predstavlja praktički maksimum do kojega se može doći.

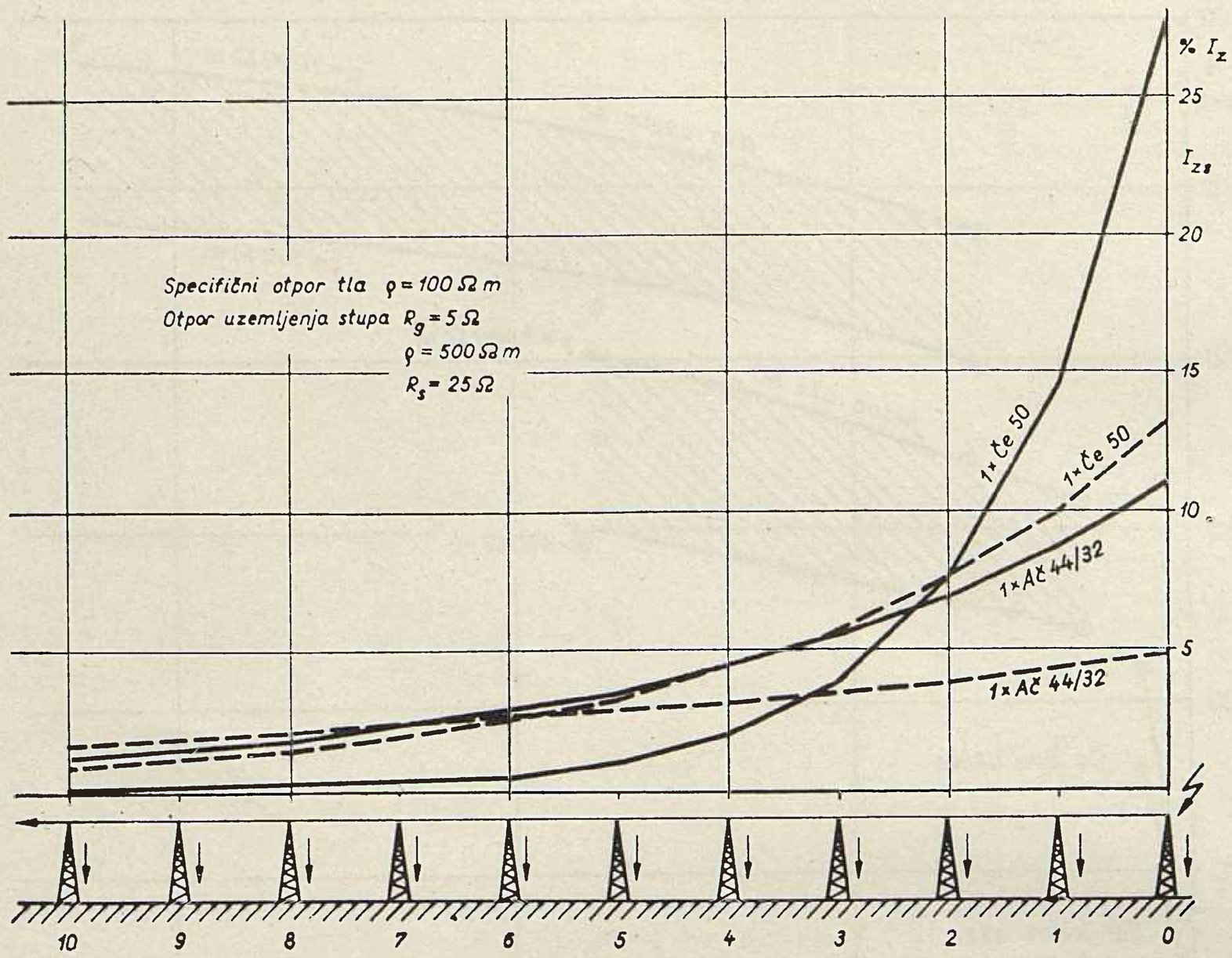
4. Zaštitna užeta i rad zaštite

Veliki otpor kvara može u kruto uzemljenim mrežama dovesti do zatajivanja distantne zaštite s podimpedantnim poticajem, budući da se odnos napona i struje ne može dovoljno smanjiti [7]. Jednako djelovanje kao otpor kvara ima veliki otpor uzemljenja stupa koji je u kvaru. U našim terenima pojedini stupovi imaju često vrlo visoke otpore uzemljenja, pa ako bi se još tome pribrojio eventualni otpor kvara, sigurno je da bi došlo do komplikacije sa zaštitom. Međutim, ako se ugradi zaštitno uže, sveukupni otpor uzemljenja mnogostruko se smanjuje.

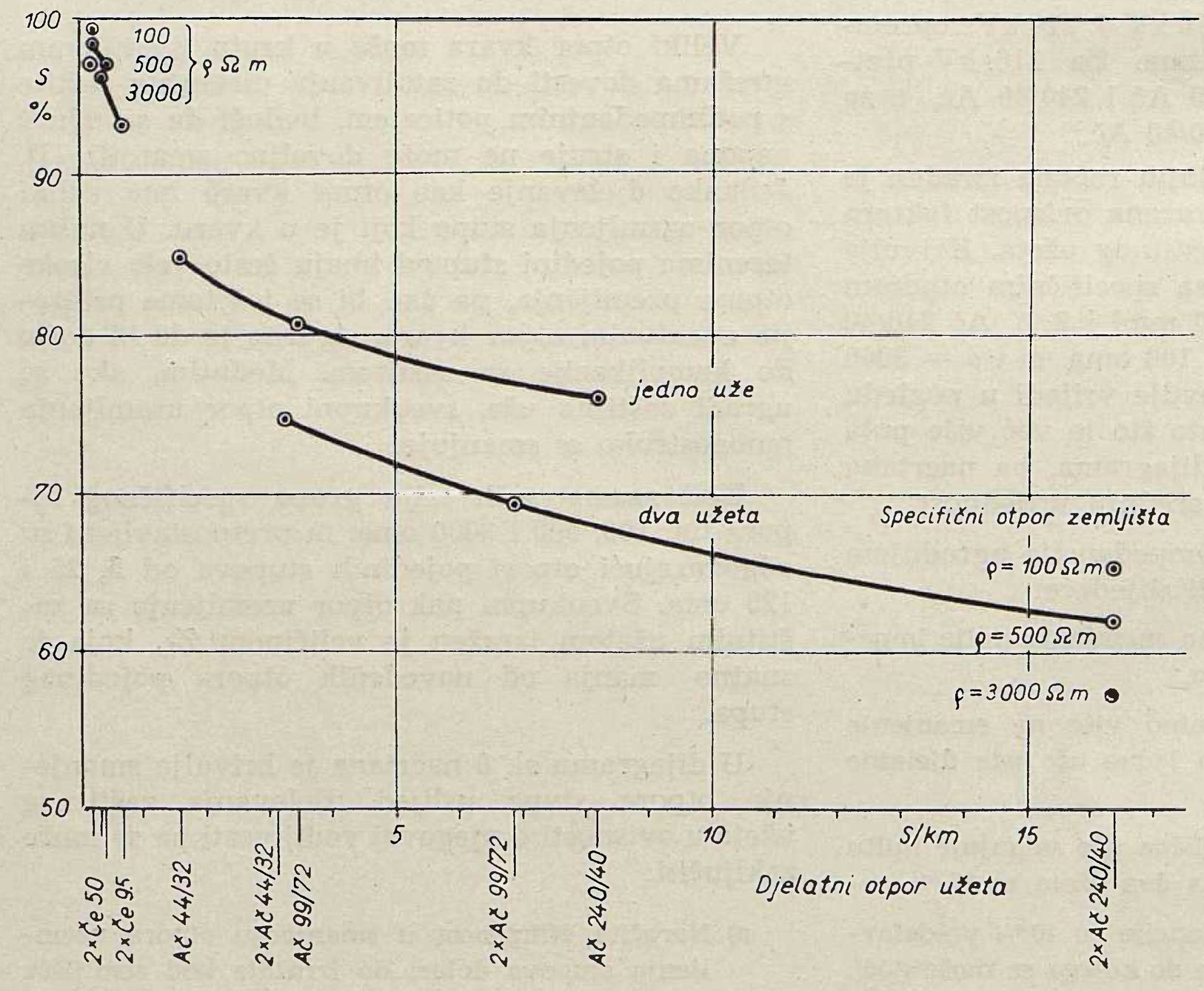
Kod razmatranih triju grupa specifičnog otpora tla, 100, 500 i 3000 oma. m pretpostavljeni su odgovarajući otpori pojedinih stupova od 5, 25 i 125 oma. Sveukupni pak otpor uzemljenja sa zaštitnim užetom izražen je veličinom Z_L, koja je znatno manja od navedenih otpora pojedinog stupa.

U dijagramu sl. 8 nacrtana je krivulja smanjenja otpora stupa uslijed djelovanja zaštitnog užeta u ovisnosti o njegovoj vodljivosti pa se može zaključiti:

a) Naročita efikasnost u smanjenju otpora uzemljenja stupova dolazi do izražaja kod zemljišta

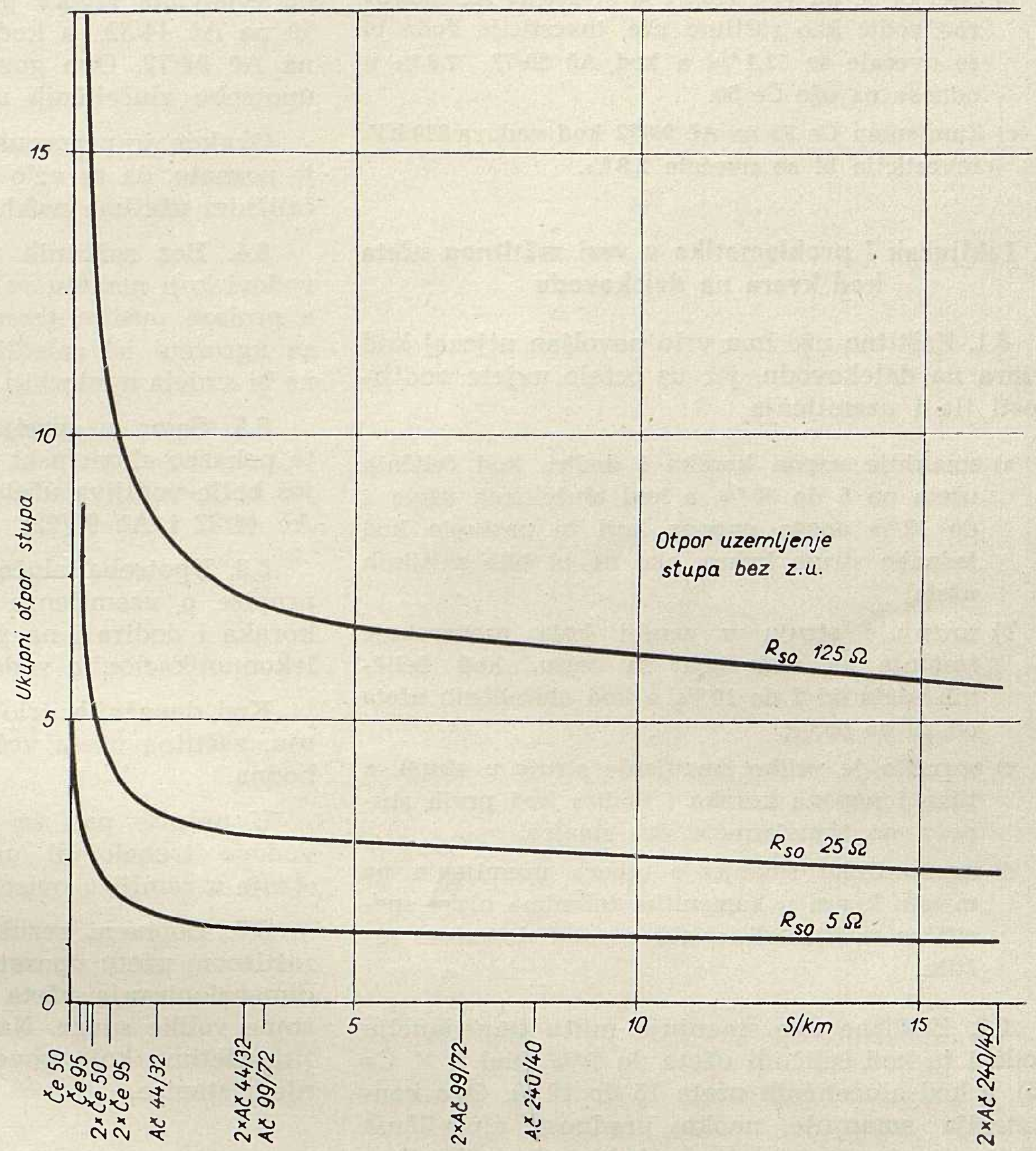


Sl. 6. Struje u stupovima u postocima struje kvara



Sl. 7. Faktor smanjenja nulte impendencije voda uslijed zaštitnog užeta (ρ = 500 Ω m)

Sl. 8. Smanjenje ukupnog otpora uzemljenja stupa na vodu sa zaštitnim užetom



loše vodljivosti. Već čelična zaštitna užeta mogu smanjiti otpor na desetinu otpora samog stupa.

b) Smanjenje otpora vrlo je naglo do vodljivosti zaštitnog užeta od nekih 3 do 4 S/km (1 × Ač 99/72). Zatim je pad lagan.

c) Premda je pad napona u uzemljenju stupa gotovo potpuno djelatan, a pad napona u zamci kratkog spoja gotovo potpuno induktivan, red veličine otpora stupova bez zaštitnog užeta toliko je velik, da ukupna impedancija onemogućava aktiviranje releja. Mnogostruko smanjenje otpora uzemljenja ugradnjom zaštitnog užeta osigurava rad zaštite.

5. Odnos cijena čeličnih i alučeličnih užeta

U prethodnom nizu razmatranja pokazale su se neosporne prednosti alučeličnih zaštitnih užeta, ali je na kraju potrebno vidjeti, koji su odnosi cijena kod njihove ugradnje. Kod usporedbe nije samo važna nabavna cijena samog užeta, već je također potrebno uzeti u obzir utjecaj na promjenu težine stupova, pa na koncu vidjeti za koliko se ukupno poskupljuje vod.

Najjednostavnije je naravno pitanje cijene užeta. Za ovaj rad one su uzete prema ponudi F. K. Svetozarevo.

Prosječno povećanje težine stupova po km uslijed povećanog presjeka zaštitnog užeta može se ustanoviti, ali će se ono znatno mijenjati konkretno od slučaja do slučaja. Projektant, naime, mora uzeti normirane profile, a prema propisima ne smije ići ispod nekog minimuma. Prema tome, u nekim slučajevima razlika u težini stupova kod povećanog presjeka, neće biti nikakva, a u nekim će pak slučajevima skok na slijedeći veći profil tražiti veće povećanje težine čelika.

Da se ipak barem grubo dobije promjena investicija po km voda, izvršen je račun pomoću formule koja daje povećanje težine voda u ovisnosti o presjeku vodiča [8]. Za daljnja razmatranja je uzeto, da 1 mm povećanja presjeka užeta povećava težinu čelika u vodu za 60 kg/km. Na temelju toga proizlazi slijedeće:

a) Zamjenom Če 50 sa Ač 44/32 troškovi samog užeta povećavaju se za 73%, troškovi voda 3 × 150/25 Ač 2,6%, a 3 × 240/40 Ač 1,8%.

b) Ako bi se na vod 110 kV 3 × 240/40 Ač montirao vodič kao zaštitno uže, investicije voda bi se uvećale za 11,1 %, a kod Ač 99/72 7,8 % u odnosu na uže Če 50.

c) Zamjenom Če 95 sa Ač 99/72 kod vodova 220 kV, investicije bi se uvećale 2,8 %.

6. Zaključak i problematika u vezi zaštitnog užeta kod kvara na dalekovodu

6.1. Zaštitno uže ima vrlo povoljan utjecaj kod kvara na dalekovodu, jer uz ostale uvjete vodljivosti tla i uzemljenja

a) smanjuje napon koraka i dodira kod čeličnih užeta na 5 do 30 %, a kod alučeličnih užeta 2 do 12 % onoga napona koji bi nastupio kod jednake struje kvara, ako ne bi bilo zaštitnih užeta;

b) smanjuje struju u zemlji koja prouzrokuje smetnje na vodovima za vezu, kod čeličnih užeta od 2 do 10 %, a kod alučeličnih užeta od 20 do 60 %;

c) naročito je veliko smanjenje struje u stupu, a time i napona koraka i dodira kod prvih stupova uz transformatorsku stanicu;

d) mnogostruko smanjenje otpora uzemljenja na mjestu kvara u kamenitim terenima niske specifične vodljivosti osigurava rad distantne zaštite.

6.2. Zaštitno uže smanjuje nultu impedanciju voda i to kod čeličnih užeta do 7 % (kod 2 × Če 95), a kod alučeličnih užeta 15 do 40 %. Ova konstatacija smanjuje naoko prednost alučeličnih užeta, jer povećava struje jednopolnog kratkog spoja. Međutim, budući da je ona dana izrazom

$$I_Z = \frac{3\,U_f}{Z_0 + Z''_d + Z_i}$$

a da je procentualno smanjenje nulte impedancije Z_0 zamke kratkog spoja manje od procentualnog smanjenja nulte impedancije voda, utjecaj na povećanje struje kvara I_Z daleko je manji nego utjecaj na smanjenje struje u stupu i u zemlji.

6.3. Grubim računom dobiveno povećanje investicija za vodove kreće se od 2 do 3 %, ako se na vodovima 110 kV pređe od zaštitnog užeta Če 50 na Ač 44/32, a kod vodova 220 kV od Če 95 na Ač 99/72. Ovo govori u prilog preporuke za upotrebu alučeličnih užeta.

Ovakva je preporuka tim više na mjestu, kad je poznato, da su vrlo česti mehanički kvarovi na čeličnim užetima naših vodova.

6.4. Bez zaštitnih užeta uopće mogli bi biti vodovi koji nemaju velike struje dozemnog spoja, a prolaze pustim terenima slabe vodljivosti koji su ugroženi od zaleđivanja. Za takve se vodove ne bi smjela upotrebiti normalna distantna zaštita.

6.5. Samo u specijalnim slučajevima, gdje bi to pokazao ekonomski račun, isplatilo bi se ići na još bolje vodljiva užeta nego su predloženi tipovi Ač 44/32 i Ač 99/72.

6.6. Upotreba alučeličnih užeta vezana je na propise o uzemljenju tj. na dozvoljene napone koraka i dodira i na propise o smetnjama na telekomunikacionim vodovima.

Kod današnjih vrlo strogih propisa o uzemljenju, zaštitna užeta veće vodljivosti bila bi neophodna.

U propise pak za zaštitu telekomunikacionih vodova trebalo bi unijeti klauzulu o redukciji struje u zemlji u ovisnosti o vrsti zaštitnog užeta.

6.7. Dobiveni rezultati udjela struje kvara u zaštitnom užetu upozoravaju na potrebu pažljivog dimenzioniranja užeta u blizini stanice ili elektrane velike snage. Naročitu pažnju treba posvetiti užetima koja povezuju prvi stup s uzemljenjem stanice.

Literatura

1. D. Öding, J. Ufermann: Erdung von Hochspannungs-Freileitungsmasten, BBC-Nachrichten, br. 10, 1962.
2. K. Sailer: Die Schutzwirkung des Erdseiles im Fehlerfall, E. u. M., br. 2, 1959.
3. Rüdenberg, Elektrische Schaltvorgänge, Berlin, 1933.
4. Biermanns, Hochspannung und Hochleistung, München 1949.
5. Propisi VDE
6. M. Jung, Proračun kratkog spoja u mreži 110 i 220 kV Jugoslavije (inst. snaga 4870 MVA), Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1960.
7. Mandić, Utjecaj otpora kvara na rad distantnih releja, Elektroprivreda 10, 1961.
8. B. Stefanini, M. Strašek, Težina stupova u ovisnosti o presjeku vodiča, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1955.
9. B. Markovčić: Zaštitno uže na vodovima 110 kV i 220 kV, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963.

Naslov pisca: Boris Markovčić, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

STRUJE I NAPONI U TRONAMOTNIM TRANSFORMATORIMA ZA VRIJEME KVARA U MREŽI

Josip Vuletić, Zagreb

Za analizu djelovanja zaštitnih uređaja nije dovoljno promatrati prilike samo na mjestu kvara, nego je potrebno poznavati struje i napone na svim mjestima u promatranoj mreži. U referatu pokazan je način za određivanje struja i napona u tronamotnim transformatorima za vrijeme kvara u mreži. Opisanom metodom moguće je za svaku vrstu kratkog spoja odrediti struje i napone u svakom releju, uzevši u obzir raspodjelu i fazno zakretanje struja i napona u mreži.

DK 621.314.21

1. Uvod

Raspodjela struja kvara u visokonaponskoj mreži ovisi o konfiguraciji mreže, odnosno o impedancijama mreže od izvora energije do mjesta kvara. Međutim, raspodjela struja kvara određena na osnovu impedancija između izvora energije i mjesta kvara vrijedi u onom slučaju kada se u promatranoj mreži nalaze samo transformatori grupe spoja 0. Budući da praktički taj uslov nije nikada ispunjen i da se između izvora energije i mjesta kvara nalaze i transformatori ostalih grupa spoja, potrebno je uzeti u obzir i zakretanje struja kvara prilikom prolaska kroz transformator ovisno o grupi spoja transformatora.

U referatu bit će prikazan način određivanja struja i napona u tronamotnom transformatoru Yy0/Yd5 s uzemljenim nultačkama za slučaj jednopolnog kratkog spoja u mreži na strani jednog od namota spojenih u zvijezdu. Pretpostavlja se, da su na namot spojen u trokut priključeni sinhroni kompenzatori. Proračun će biti proveden s jediničnim vrijednostima struja i napona [1] metodom simetričnih komponenata. Struja magnetiziranja je zanemarena, kao što je uobičajeno kod računa struja kratkog spoja.

2. Struje u transformatoru Yy0/Yd5 za vrijeme kvara u mreži

U slučaju kratkog spoja između faze R i zemlje pojavit će se na mjestu kvara takva struja kvara, koja se može — prema [1] — nadomjestiti međusobno jednakim jediničnim strujama direktnog, inverznog i nultog sistema $\bar{i}_d$, $\bar{i}_i$ i $\bar{i}_o$. Struje direktnog sistema izražene jediničnim veličinama u svim fazama iznose

$$\bar{i}_{Rd} = \bar{i}_d = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{1a}$$

$$\bar{i}_{Sd} = a^2 \bar{i}_d = a^2 \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{1b}$$

$$\bar{i}_{Td} = a \bar{i}_d = a \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{1c}$$

struje inverznog sistema

$$\bar{i}_{Ri} = \bar{i}_i = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{2a}$$

$$\bar{i}_{Si} = a \bar{i}_i = a \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{2b}$$

$$\bar{i}_{Ti} = a^2 \bar{i}_i = a^2 \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{2c}$$

te struje nultog sistema

$$\bar{i}_{Ro} = \bar{i}_{So} = \bar{i}_{To} = \bar{i}_o = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{3}$$

U navedenim relacijama a i a^2 su operatori, definirani slijedećim izrazima

$$a = 1 \underline{/ 2\pi/3} = e^{j2\pi/3} \tag{4a}$$

$$a^2 = 1 \underline{/ 4\pi/3} = e^{j4\pi/3} \tag{4b}$$

a $\bar{z}_d$, $\bar{z}_i$ i $\bar{z}_o$ predstavljaju jediničnu vrijednost impendancija direktnog, inverznog i nultog sistema između mjesta kvara i povratnog voda.

Ovisno o konfiguraciji mreže tj. o impedancijama između mjesta kvara i povratnog voda raspodijelit će se struje direktnog, inverznog i nultog sistema na pojedine elemente mreže. Tako će se na stezaljkama promatranog transformatora prema mjestu kvara pojaviti struje direktnog, inverznog i nultog sistema $\bar{i}_{d1}$, $\bar{i}_{i1}$ i $\bar{i}_{o1}$, koje su dio jediničnih struja $\bar{i}_d$, $\bar{i}_i$ i $\bar{i}_o$ na mjestu kvara, pa ih možemo izraziti relacijama

$$\bar{i}_{d1} = A_1 \bar{i}_d \tag{5a}$$

$$\bar{i}_{i1} = B_1 \bar{i}_i \tag{5b}$$

$$\bar{i}_{o1} = C_1 \bar{i}_o \tag{5c}$$

Koeficijenti A_1, B_1 i C_1 predstavljaju omjere između jediničnih struja direktnog, inverznog i nultog sistema na stezaljkama transformatora prema mjestu kvara i jediničnih struja odgovarajućeg sistema na mjestu kvara, a ovise o konfiguraciji mreže između mjesta kratkog spoja i izvora energije.

Prema relacijama (5) slijedi za struje direktnog sistema u svim fazama na stezaljkama transformatora prema mjestu kvara

$$\bar{i}_{Rd1} = A_1 \bar{i}_d \tag{6a}$$

$$\bar{i}_{Sd1} = A_1 a^2 \bar{i}_d \tag{6b}$$

$$\bar{i}_{Td1} = A_1 a \bar{i}_d \tag{6c}$$

za struje inverznog sistema

$$\bar{i}_{R11} = B_1 \bar{i}_1 \tag{7a}$$

$$\bar{i}_{S11} = B_1 a \bar{i}_1 \tag{7b}$$

$$\bar{i}_{T11} = B_1 a^2 \bar{i}_1 \tag{7c}$$

i za struje nultog sistema

$$\bar{i}_{R01} = \bar{i}_{S01} = \bar{i}_{T01} = C_1 i_0 \tag{8}$$

Prema ekvivalentnoj shemi (sl. 1) struje u namotu prema mjestu kvara prenijet će se i na ostala dva namota ovisno o impendancijama između nultačke u ekvivalentnoj shemi transformatora i povratnog voda. Dakle, apsolutne vrijednosti struja direktnog sistema na stezaljkama namota spojenog u zvijezdu suprotnog od mjesta kvara možemo prikazati relacijama

$$\bar{i}_{Rd2} = A_2 \bar{i}_{Rd1} = A_2 A_1 \bar{i}_d \tag{9a}$$

$$\bar{i}_{Sd2} = A_2 \bar{i}_{Sd1} = A_2 A_1 a^2 \bar{i}_d \tag{9b}$$

$$\bar{i}_{Td2} = A_2 \bar{i}_{Td1} = A_2 A_1 a \bar{i}_d , \tag{9c}$$

a na stezaljkama namota spojenog u trokut ne uzimajući za sada u obzir fazni pomak struja

$$\bar{i}_{Rd3} = A_3 \bar{i}_{Rd1} = A_3 A_1 \bar{i}_d \tag{10a}$$

$$\bar{i}_{Sd3} = A_3 \bar{i}_{Sd1} = A_3 A_1 a^2 \bar{i}_d \tag{10b}$$

$$\bar{i}_{Td3} = A_3 \bar{i}_{Td1} = A_3 A_1 a \bar{i}_d \tag{10c}$$

U izrazima (9) koeficijent A_2 je omjer između jedinične struje, koja se javlja u impedanciji $\bar{z}_{d2}$ ekvivalentne sheme i jedinične struje u impedanciji $\bar{z}_{d1}$. Analogno vrijedi i za koeficijent A_3. Prema ekvivalentnoj shemi (sl. 1) slijedi

$$A_2 + A_3 = 1 \tag{11}$$

Struje na stezaljkama namota suprotno od mjesta kvara (9) i (10) predstavljaju samo apsolutne vrijednosti struja, budući da fazni pomak u transformatoru još nije uzet u obzir. Kako je transformator grupe spoja Yy0/Yd5, struje u namotu spojenom u zvijezdu suprotno od mjesta kvara neće imati nikakav fazni pomak, tako da će za njih vrijediti izrazi (9). Da bi odredili struje na stezaljkama namota spojenog u trokut, potrebno je najprije odrediti struje u namotu. Struje u namotu spojenom u trokut su za $\sqrt{3}$ puta manje od struja u istom namotu, kada bi on bio spojen u zvijezdu, a da amperzavoji u oba slučaja budu jednaki. Dakle, struje u namotu spojenom u trokut su za $\sqrt{3}$ puta manje od struje iz relacije (10). Osim toga treba uzeti u obzir da shema transformatora na sl. 1 vrijedi za transformator Yy0/Yd5, ako namot spojen u zvijezdu prema mjestu kvara i namot spojen u trokut imaju isti smisao namatanja namota, a namot spojen u zvijezdu suprotno od mjesta kvara suprotan smisao namatanja. Iz sveg navedenog i uz pretpostavljeni smjer struja prema mjestu kvara (sl. 2) slijedi, da strujama u namotu spojenom u trokut treba postaviti negativan predznak, a da bi protjecanja u namotu prema mjestu kvara i namotu spojenom u trokut bila protufazna. Prema tome struje u namotu spojenom u trokut iznose

$$\bar{i}'_{Rd} = -\frac{1}{\sqrt{3}} A_3 A_1 \bar{i}_d \tag{12a}$$

$$\bar{i}'_{Sd} = -\frac{1}{\sqrt{3}} A_3 A_1 a^2 \bar{i}_d \tag{12b}$$

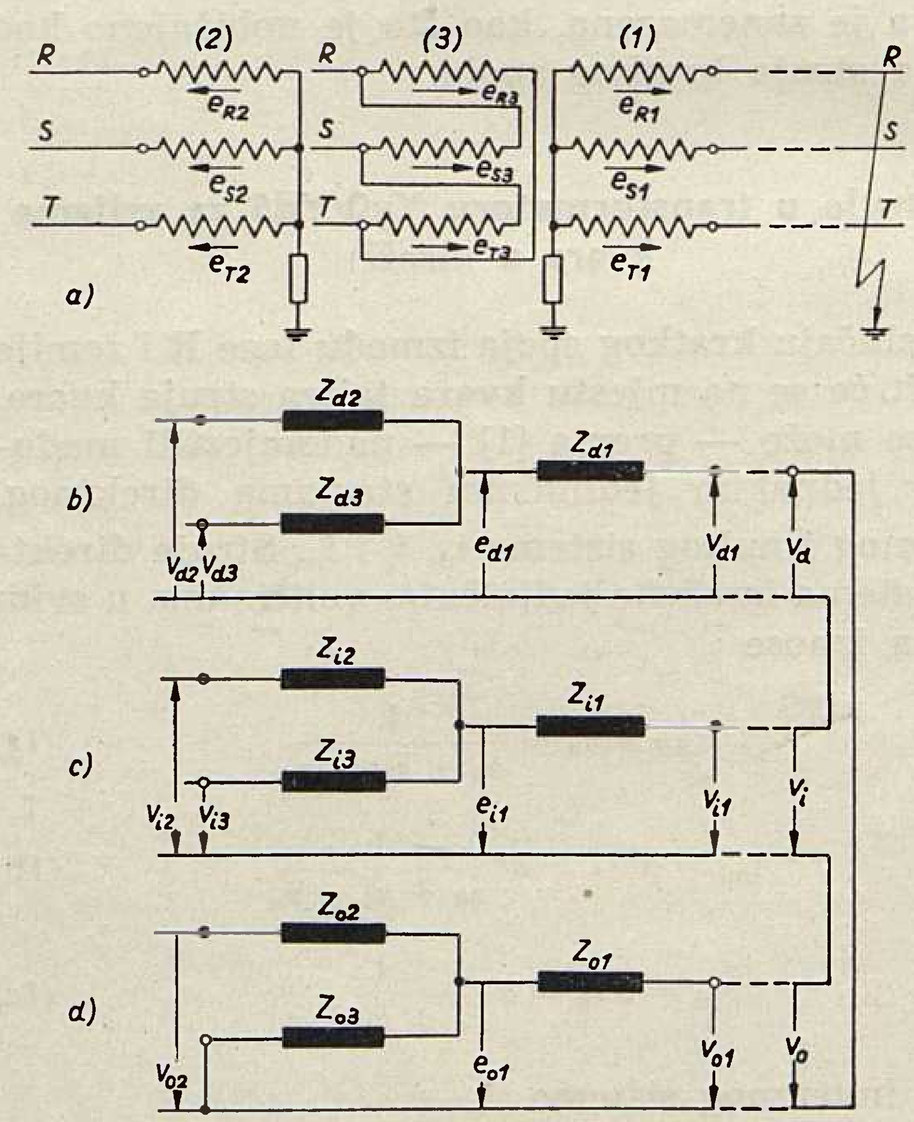
$$\bar{i}'_{Td} = -\frac{1}{\sqrt{3}} A_3 A_1 a \bar{i}_d \tag{12c}$$

Struje inverznog sistema u namotu spojenom u zvijezdu suprotnog od mjesta kvara moguće je definirati uvođenjem koeficijenta B_2, koji predstavlja omjer između jediničnih struja inverznog sistema u impedancijama $\bar{z}_{i2}$ i $\bar{z}_{i1}$, a koji ovisi o inverznim impedancijama između nultačke u ekvivalentnoj shemi transformatora (sl. 1) i povratnog voda. Analogno tome uvodi se i koeficijent B_3, kao omjer jediničnih struja u impedancijama $\bar{z}_{i3}$ i $\bar{z}_{i1}$ ekvivalentne sheme. Slijedi za struje inverznog sistema u namotu spojenom u zvijezdu suprotno od mjesta kvara

$$\bar{i}_{R12} = B_2 B_1 \bar{i}_1 \tag{13a}$$

$$\bar{i}_{S12} = B_2 B_1 a \bar{i}_1 \tag{13b}$$

$$\bar{i}_{T12} = B_2 B_1 a^2 \bar{i}_1 \tag{13c}$$



Sl. 1. Shema spoja transformatora Yy0/Yd5 (*a*) i ekvivalentna shema direktnog (*b*), inverznog (*c*) i nultog (*d*) sistema za slučaj jednopolnog kratkog spoja u mreži

i u namotu spojenom u trokut

$$\bar{i}'_{Ri} = -\frac{1}{\sqrt{3}} B_3 B_1 \bar{i}_1 \qquad (14a$$

$$\bar{i}'_{Si} = -\frac{1}{\sqrt{3}} B_3 B_1 a \bar{i}_1 \qquad (14b)$$

$$\bar{i}'_{Ti} = -\frac{1}{\sqrt{3}} B_3 B_1 a^2 \bar{i}_1 \qquad (14c)$$

Prema ekvivalentnoj shemi (sl. 1) slijedi, da se struje nultog sistema prenose na oba namota suprotno od mjesta kvara. Veličina tih struja može se definirati koeficijentima C_2 i C_3, koji se mogu izračunati iz nultih impedancija mreže na isti način kao i prije uvedeni koeficijent A_2 i A_3 odnosno B_2 i B_3. Prema tome struje nultog sistema na stezaljkama namota spojenog u zvijezdu iznose

$$\bar{i}_{Ro2} = \bar{i}_{So2} = \bar{i}_{To2} = C_2 C_1 \bar{i}_o \qquad (15)$$

a u namotu spojenom u trokut

$$\bar{i}'_{Ro} = \bar{i}'_{So} = \bar{i}'_{To} = -\frac{1}{\sqrt{3}} C_3 C_1 \bar{i}_o \qquad (16)$$

Na stezaljkama namota spojenog u trokut struje direktnog sistema mogu se dobiti iz slijedećih relacija (sl. 2)

$$\bar{i}_{Rd3} = \bar{i}'_{Rd} - \bar{i}'_{Sd} = \frac{1}{\sqrt{3}} A_3 A_1 \bar{i}_d (a^2 - 1) \qquad (17a)$$

$$\bar{i}_{Sd3} = \bar{i}'_{Sd} - \bar{i}'_{Td} = \frac{1}{\sqrt{3}} A_3 A_1 \bar{i}_d (a - a^2) \qquad (17b)$$

$$\bar{i}_{Td3} = \bar{i}'_{Td} - \bar{i}'_{Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} A_3 A_1 \bar{i}_d (1 - a), \qquad (17c)$$

struje inverznog sistema

$$\bar{i}_{Ri3} = \bar{i}'_{Ri} - \bar{i}'_{Si} = \frac{1}{\sqrt{3}} B_3 B_1 \bar{i}_1 (a - 1) \qquad (18a)$$

$$\bar{i}_{Si3} = \bar{i}'_{Si} - \bar{i}'_{Ti} = \frac{1}{\sqrt{3}} B_3 B_1 \bar{i}_1 (a^2 - a) \qquad (18b)$$

$$\bar{i}_{Ti3} = \bar{i}'_{Ti} - \bar{i}'_{Ri} = \frac{1}{\sqrt{3}} B_3 B_1 \bar{i}_1 (1 - a^2) \qquad (18c)$$

dok su struje nultog sistema jednake nuli.

Na stezaljkama namota spojenog u zvijezdu prema mjestu kvara, struje kvara se dobivaju superpozicijom struje direktnog, inverznog i nultog sistema. Slijedi

$$\bar{i}_{R1} = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} [A_1 + B_1 + C_1] \qquad (19a)$$

$$\bar{i}_{S1} = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} [a^2 A_1 + a B_1 + C_1] \qquad (19b)$$

$$\bar{i}_{T1} = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} [a A_1 + a^2 B_1 + C_1] \qquad (19c)$$

Na isti način se dobivaju struje na stezaljkama namota spojenog u zvijezdu suprotno od mjesta kvara

$$\bar{i}_{R2} = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} [A_1 A_2 + B_1 B_2 + C_1 C_2] \qquad (20a)$$

$$\bar{i}_{S2} = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} [a^2 A_1 A_2 + a B_1 B_2 + C_1 C_2] \qquad (20b)$$

$$\bar{i}_{T2} = \frac{1}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} [a A_1 A_2 + a^2 B_1 B_2 + C_1 C_2] \qquad (20c)$$

u namotu spojenom u trokut

$$\bar{i}'_R = -\frac{1}{\sqrt{3}(\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o)} [A_1 A_3 + B_1 B_3 + C_1 C_3] \qquad (21a)$$

$$\bar{i}'_S = -\frac{1}{\sqrt{3}(\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o)} [a^2 A_1 A_3 + a B_1 B_3 + C_1 C_3] \qquad (21b)$$

$$\bar{i}'_T = -\frac{1}{\sqrt{3}(\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o)} [a A_1 A_3 + a^2 B_1 B_3 + C_1 C_3] \qquad (21c)$$

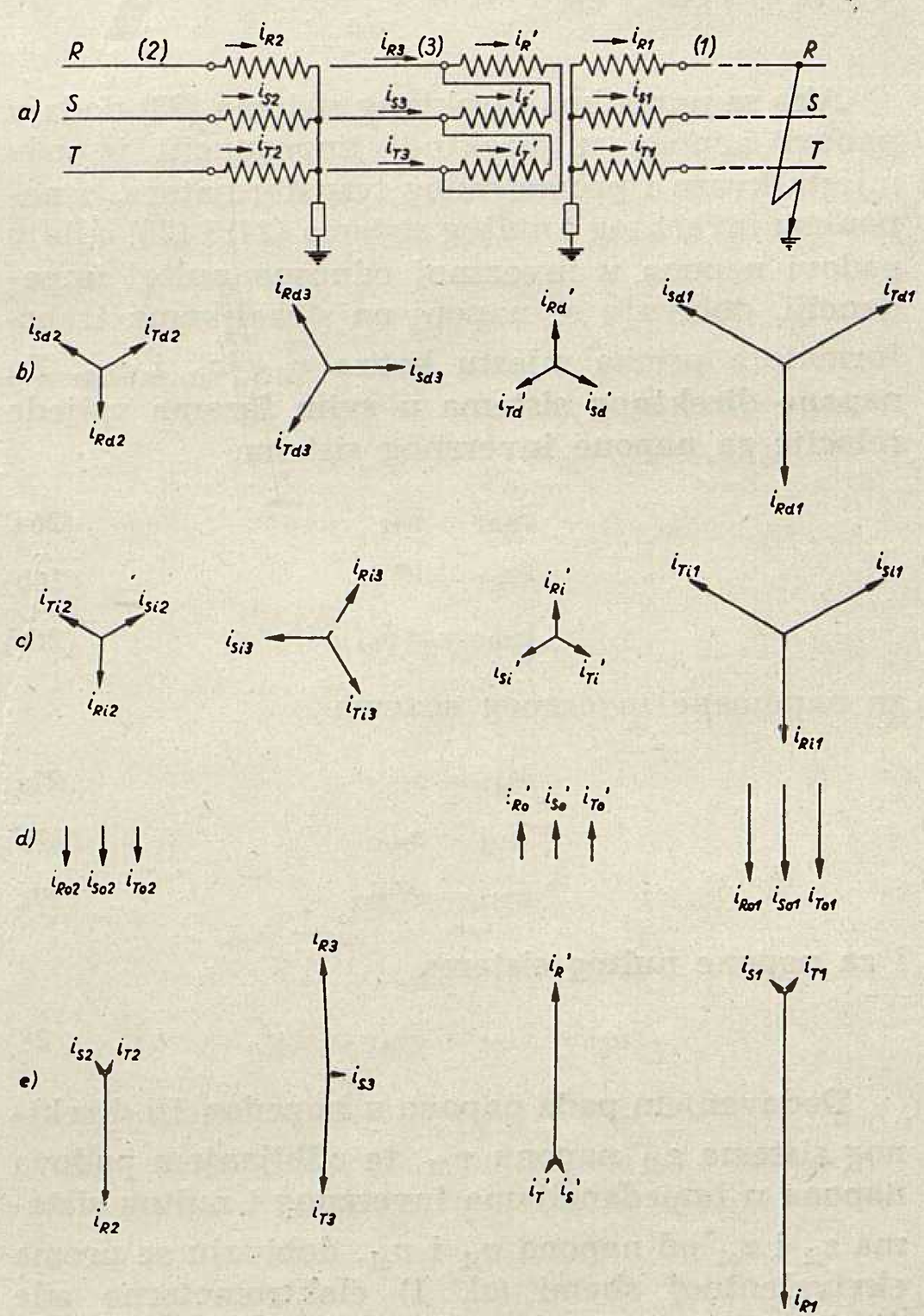
te na stezaljkama istog namota

$$\bar{i}_{R3} = \frac{1}{\sqrt{3}(\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o)} [A_1 A_3 (a^2 - 1) + B_1 B_3 (a - 1)] \qquad (22a)$$

$$\bar{i}_{S3} = \frac{1}{\sqrt{3}(\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o)} [A_1 A_3 (a - a^2) + B_1 B_3 (a^2 - a)] \qquad (22b)$$

$$\bar{i}_{T3} = \frac{1}{\sqrt{3}(\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o)} [A_1 A_3 (1 - a) + B_1 B_3 (1 - a^2)] \qquad (22c)$$

Struje kvara i njihove simetrične komponente vektorski su prikazane na sl. 2.



Sl. 2. Struje kvara i njihove simetrične komponente u transformatoru Yy0/Yd5 za slučaj jednopolnog kratkog spoja u mreži na strani namota spojenog u zvijezdu

a) Shema spoja transformatora Yy0/Yd5. Struje: *b)* direktnog sistema, *c)* inverznog sistema, *d)* nultog sistema, *e)* kvara

3. Naponi u transformatoru Yy0/Yd5 za vrijeme kvara u mreži

Na mjestu jednopolnog kratkog spoja pojavit će se naponi koji se mogu rastaviti na simetrične komponente $\bar{v}_d$, $\bar{v}_i$ i $\bar{v}_o$. Prema [1] može se za napone direktnog sistema izražene jediničnim veličinama postaviti

$$\bar{v}_{Rd} = \frac{\bar{z}_i + \bar{z}_o}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{23a}$$

$$\bar{v}_{Sd} = a^2 \frac{\bar{z}_i + \bar{z}_o}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{23b}$$

$$\bar{v}_{Td} = a \frac{\bar{z}_i + \bar{z}_o}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{23c}$$

a napone inverznog sistema

$$\bar{v}_{Ri} = - \frac{\bar{z}_i}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{24a}$$

$$\bar{v}_{Si} = - a \frac{\bar{z}_i}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{24b}$$

$$\bar{v}_{Ti} = - a^2 \frac{\bar{z}_i}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{24c}$$

i za napone nultog sistema

$$\bar{v}_{Ro} = \bar{v}_{So} = \bar{v}_{To} = - \frac{\bar{z}_o}{\bar{z}_d + \bar{z}_i + \bar{z}_o} \tag{25}$$

Ako se naponima direktnog sistema (23) dodaju padovi napona u direktnoj impedanciji između mjesta kvara i promatranog transformatora, a naponima inverznog i nultog sistema (24) i (25) odbiju padovi napona u inverznoj odnosno nultoj impedanciji, dobivaju se naponi na stezaljkama transformatora prema mjestu kvara $\bar{v}_{d1}$, $\bar{v}_{i1}$ i $\bar{v}_{o1}$. Za napone direktnog sistema u svim fazama vrijede relacije za napone inverznog sistema

$$\bar{v}_{Rd1} = \bar{v}_{d1} \tag{26a}$$

$$\bar{v}_{Sd1} = a^2 \bar{v}_{d1} \tag{26b}$$

$$\bar{v}_{Td1} = a \bar{v}_{d1} \tag{26c}$$

za napomene inverznog sistema

$$\bar{v}_{Ri1} = \bar{v}_{i1} \tag{27a}$$

$$\bar{v}_{Si1} = a \bar{v}_{i1} \tag{27b}$$

$$\bar{v}_{Ti1} = a^2 \bar{v}_{i1} \tag{27c}$$

i za napone nultog sistema

$$\bar{v}_{Ro1} = \bar{v}_{So1} = \bar{v}_{To1} = \bar{v}_{o1} \tag{28}$$

Dodavanjem pada napona u impedanciji direktnog sistema $\bar{z}_{d1}$ naponu $\bar{v}_{d1}$, te odbijanjem padova napona u impedancijama inverznog i nultog sistema $\bar{z}_{i1}$ i $\bar{z}_{o1}$ od napona $\bar{v}_{i1}$ i $\bar{v}_{o1}$, dobivaju se prema ekvivalentnoj shemi (sl. 1) elektromotorne sile direktnog, inverznog i nultog sistema u namotu spojenom u zvijezdu prema mjestu kvara e_{d1}, e_{i1} i e_{o1}. Elektromotorne sile direktnog sistema iznose

$$\bar{e}_{Rd1} = \bar{e}_{d1} \tag{29a}$$

$$\bar{e}_{Sd1} = a^2 \bar{e}_{d1} \tag{29b}$$

$$\bar{e}_{Td1} = a \bar{e}_{d1} \tag{29c}$$

elektromotorne sile inverznog sistema

$$\bar{e}_{Ri1} = \bar{e}_{i1} \tag{30a}$$

$$\bar{e}_{Si1} = \bar{a} e_{i1} \tag{30b}$$

$$\bar{e}_{Ti1} = a^2 \bar{e}_{i1} \tag{30c}$$

te elektromotorne sile nultog sistema

$$\bar{e}_{Ro1} = \bar{e}_{So1} = \bar{e}_{To1} = \bar{e}_{o1} \tag{31}$$

Elektromotorne sile direktnog sistema u namotu spojenom u zvijezdu suprotno od mjesta kvara jednake su elektromotornim silama iz relacija (29) (30) i (31). Slijedi

$$\bar{e}_{Rd2} = \bar{e}_{d1} \tag{32a}$$

$$\bar{e}_{Sd2} = a^2 \bar{e}_{d1} \tag{32b}$$

$$\bar{e}_{Td2} = a \bar{e}_{d1} \tag{33c}$$

Analogno vrijedi za elektromotorne sile inverznog sistema

$$\bar{e}_{Ri2} = \bar{e}_{i1} \tag{33a}$$

$$\bar{e}_{Si2} = \bar{a} e_{i1} \tag{33b}$$

$$\bar{e}_{Ti2} = a^2 \bar{e}_{i1} \tag{33c}$$

i elektromotorne sile nultog sistema

$$\bar{e}_{Ro2} = \bar{e}_{So2} = \bar{e}_{To2} = \bar{e}_{o1} \tag{34}$$

U namotu spojenom u trokut elektromotorne sile su za $\sqrt{3}$ puta veće od elektromotornih sila u namotu spojenom u zvijezdu, a smjer im je jednak smjeru elektromotornih sila u namotu spojenom u zvijedu prema mjestu kvara. Dakle za direktni sistem vrijedi

$$\bar{e}_{Rd3} = \sqrt{3}\, \bar{e}_{d1} \tag{35a}$$

$$\bar{e}_{Sd3} = \sqrt{3}\, a^2 \bar{e}_{d1} \tag{35b}$$

$$\bar{e}_{Td3} = \sqrt{3}\, a \bar{e}_{d1} \tag{35c}$$

za inverzni sistem

$$\bar{e}_{Ri3} = \sqrt{3}\, \bar{e}_{i1} \tag{36a}$$

$$\bar{e}_{Si3} = \sqrt{3}\, \bar{a} \bar{e}_{i1} \tag{36b}$$

$$\bar{e}_{Ti3} = \sqrt{3}\, a^2 \bar{e}_{i} \tag{36c}$$

i za nulti sistem

$$\bar{e}_{Ro3} = \bar{e}_{So3} = \bar{e}_{To3} = \sqrt{3}\, \bar{e}_{o1} \tag{37}$$

Narinuti fazni naponi direktnog sistema na stezaljkama namota spojenog u zvijezdu suprotno od mjesta kvara $\bar{v}_{d2}$, prema ekvivalentnoj shemi na sl. 1, veći su od elektromotornih sila e_{d2} za pad napona u direktnoj impedanciji $\bar{z}_{d2}$. Prema tome se može pisati

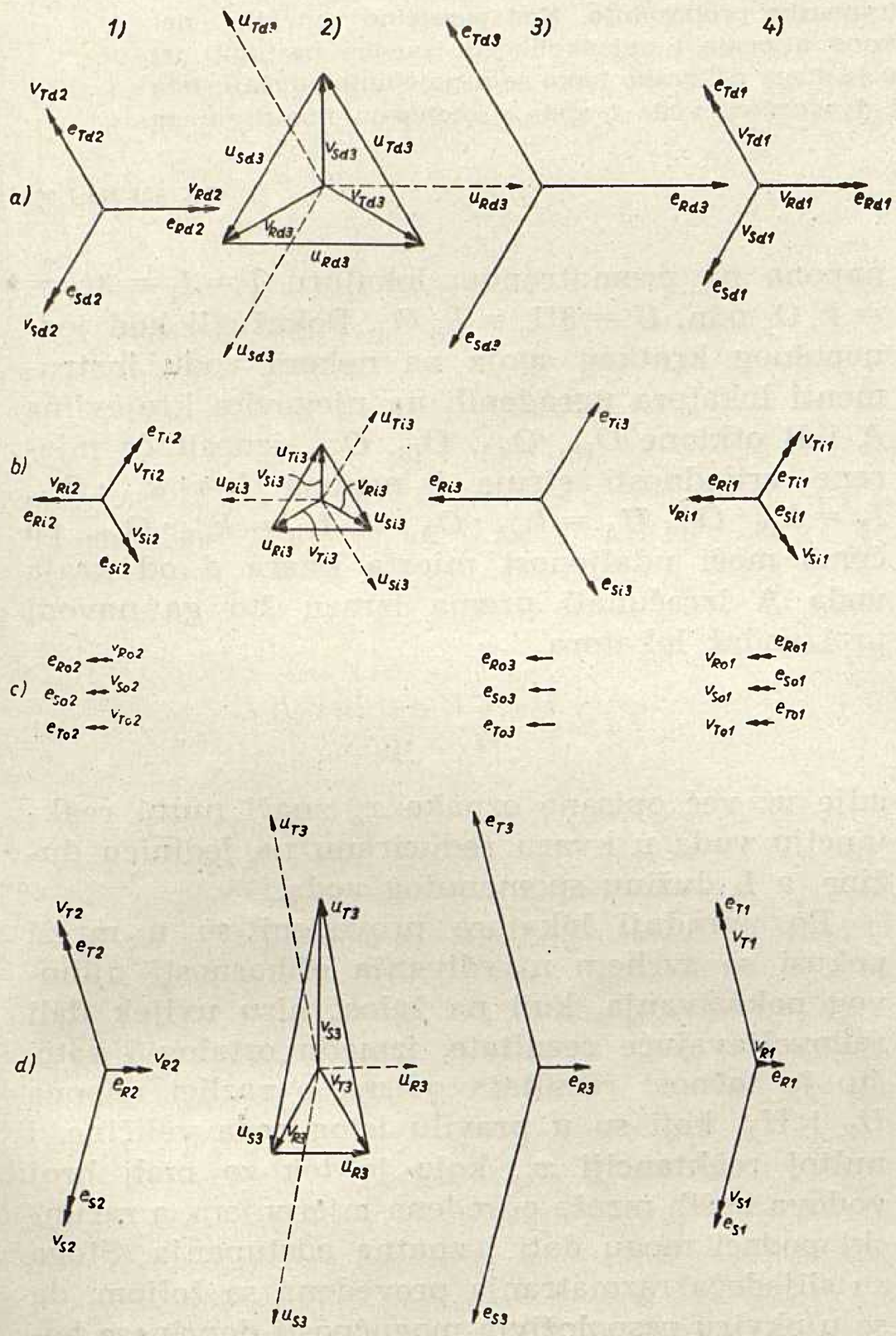
$$\bar{v}_{Rd2} = \bar{v}_{d2} \tag{38a}$$

$$\bar{v}_{Sd2} = a^2 \bar{v}_{d2} \tag{38b}$$

$$\bar{v}_{Td2} = a \bar{v}_{d2} \tag{38c}$$

Sl 3. Naponi za vrijeme kvara i njihove simetrične komponente u transformatoru Yy0/Yd5 za slučaj jednopolnog kratkog spoja u mreži na strani namota spojenog u zvijezdu
Naponi: *a)* direktnog sistema, *b)* inverznog sistema, *c)* nultog sitema, *d)* za vrijeme kvara

1) Fazni naponi na stezaljkama namota spojenog u zvijezdu suprotno od mjesta kvara i elektromotorne sile u istom namotu; 2) Fazni i linijski naponi na stezaljkama namota spojenog u trokut; 3) Elektromotorne sile u namotu spojenom u trokut; 4) Fazni naponi na stezaljkama namota spojenog u zvijezdu prema mjestu kvara i elektromotorne sile u istom namotu



Naponi inverznog i nultog sistema $\bar{v}_{i2}$ i $\bar{v}_{o2}$ manji su od elektromotornih sila $\bar{e}_{i2}$ i $\bar{e}_{o2}$ za pad napona u inverznoj impedanciji $\bar{z}_{i2}$ i nultoj impedanciji $\bar{z}_{o2}$. Dakle

$$\bar{v}_{Ri2} = \bar{v}_{i2} \tag{39a}$$

$$\bar{v}_{Si2} = a\,\bar{v}_{i2} \tag{39b}$$

$$\bar{v}_{Ti2} = a^2\,\bar{v}_{i2} \tag{39c}$$

odnosno

$$\bar{v}_{Ro2} = \bar{v}_{So2} = \bar{v}_{To2} = \bar{v}_{o2} \tag{40}$$

Na stezaljkama namota spojenog u trokut linijski naponi direktnog sistema $\bar{u}_{d3}$ mogu se dobiti dodavanjem pada napona u impedanciji $\bar{z}_{d3}$ elektromotornim sima e_{d3}. Vrijedi

$$\bar{u}_{Rd3} = \bar{u}_{d3} \tag{41a}$$

$$\bar{u}_{Sd3} = a^2\,\bar{u}_{d3} \tag{41b}$$

$$\bar{u}_{Td3} = a\,\bar{u}_{d3} \tag{41c}$$

Prema sl. 1 i 3 mogu se postaviti slijedeće relacije na stezaljkama namota spojenog u trokut

$$\bar{u}_{Rd3} = \bar{v}_{Td3} - \bar{v}_{Rd3} \tag{42a}$$

$$\bar{u}_{Sd3} = \bar{v}_{Rd3} - \bar{v}_{Sd3} \tag{42b}$$

$$\bar{u}_{Td3} = \bar{v}_{Sd3} - \bar{v}_{Td3} \tag{42c}$$

kao i relacija

$$\bar{v}_{Rd3} + \bar{v}_{Sd3} + \bar{v}_{Td3} = 0 \tag{43}$$

Rješenjem relacija (42) i (43) dobivaju se fazni naponi na stezaljkama namota spojenog u trokut

$$\bar{v}_{Rd3} = \frac{1}{3}(\bar{u}_{Sd3} - \bar{u}_{Rd3}) = \frac{1}{3}\,\bar{u}_{d3}\,(a^2 - 1) \tag{44a}$$

$$\bar{v}_{Sd3} = \frac{1}{3}(\bar{u}_{Td3} - \bar{u}_{Sd3}) = \frac{1}{3}\,\bar{u}_{d3}\,(a - a^2) \tag{44b}$$

$$\bar{v}_{Td3} = \frac{1}{3}(\bar{u}_{Rd3} - \bar{u}_{Td3}) = \frac{1}{3}\,\bar{u}_{d3}\,(1 - a) \tag{44c}$$

Analogno slijedi za linijske napone inverznog sistema

$$\bar{u}_{RI3} = \bar{u}_{i3} \tag{45a}$$

$$\bar{u}_{SI3} = a\,\bar{u}_{i3} \tag{45b}$$

$$\bar{u}_{TI3} = a^2\,\bar{u}_{i3} \tag{45c}$$

kao i za fazne napone

$$\bar{v}_{RI3} = \frac{1}{3}(\bar{u}_{SI3} - \bar{u}_{RI3}) = \frac{1}{3}\,\bar{u}_{i3}\,(a - 1) \tag{46a}$$

$$\bar{v}_{SI3} = \frac{1}{3}(\bar{u}_{TI3} - \bar{u}_{SI3}) = \frac{1}{3}\,\bar{u}_{i3}\,(a^2 - a) \tag{46b}$$

$$\bar{v}_{TI3} = \frac{1}{3}(\bar{u}_{RI3} - \bar{u}_{TI3}) = \frac{1}{3}\,\bar{u}_{i3}\,(1 - a^2) \tag{46c}$$

Naponi nultog sistema na istim stezaljkama jednaki su nuli, što slijedi iz ekvivalentne sheme na sl. 1.

Superpozicijom simetričnih komponenata dobivaju se naponi na stezaljkama namota na strani transformatora prema mjestu kvara

$$\bar{v}_{R1} = \bar{v}_{d1} + \bar{v}_{i1} + \bar{v}_{o1} \tag{47a}$$

$$\bar{v}_{S1} = -\,0{,}500\,(\bar{v}_{d1} + \bar{v}_{i1}) - j\,0{,}866\,(\bar{v}_{d1} - \bar{v}_{i1}) + \bar{v}_{o1} \tag{47b}$$

$$\bar{v}_{T1} = -\,0{,}500\,(\bar{v}_{d1} + \bar{v}_{i1}) - j\,0{,}866\,(\bar{v}_{d1} - \bar{v}_{i1}) + \bar{v}_{o1} \tag{47c}$$

na stezaljkama namota spojenog u zvijezdu suprotno od mjesta kvara

$$\bar{v}_{R2} = \bar{v}_{d2} + \bar{v}_{i2} + \bar{v}_{o2} \tag{48a}$$

$$\bar{v}_{S2} = -\,0{,}500\,(\bar{v}_{d2} + \bar{v}_{i2}) - j\,0{,}866\,(\bar{v}_{d2} - \bar{v}_{i2}) + \bar{v}_{o2} \tag{48b}$$

$$\bar{v}_{T2} = -\,0{,}500\,(\bar{v}_{d2} + \bar{v}_{i2}) + j\,0{,}866\,(\bar{v}_{d2} - \bar{v}_{i2}) + \bar{v}_{o2} \tag{48c}$$

i na stezaljkama namota spojenog u trokut

$$\bar{v}_{R3} = -\,0{,}500\,(\bar{u}_{d3} + \bar{u}_{i3}) - j\,0{,}289\,(\bar{u}_{d2} - \bar{u}_{i3}) \tag{49a}$$

$$\bar{v}_{S3} = j\,0{,}578\,(\bar{u}_{d3} - \bar{u}_{i3}) \tag{49b}$$

$$\bar{v}_{T3} = 0{,}500\,(\bar{u}_{d3} + \bar{u}_{i3}) - j\,0{,}289\,(\bar{u}_{d3} - \bar{u}_{i3}) \tag{49c}$$

(Svršetak na str. 96 dolje)

RAD LOKATORA JEDNOPOLNIH KVAROVA NA PARALELNIM I NEHOMOGENIM VODOVIMA

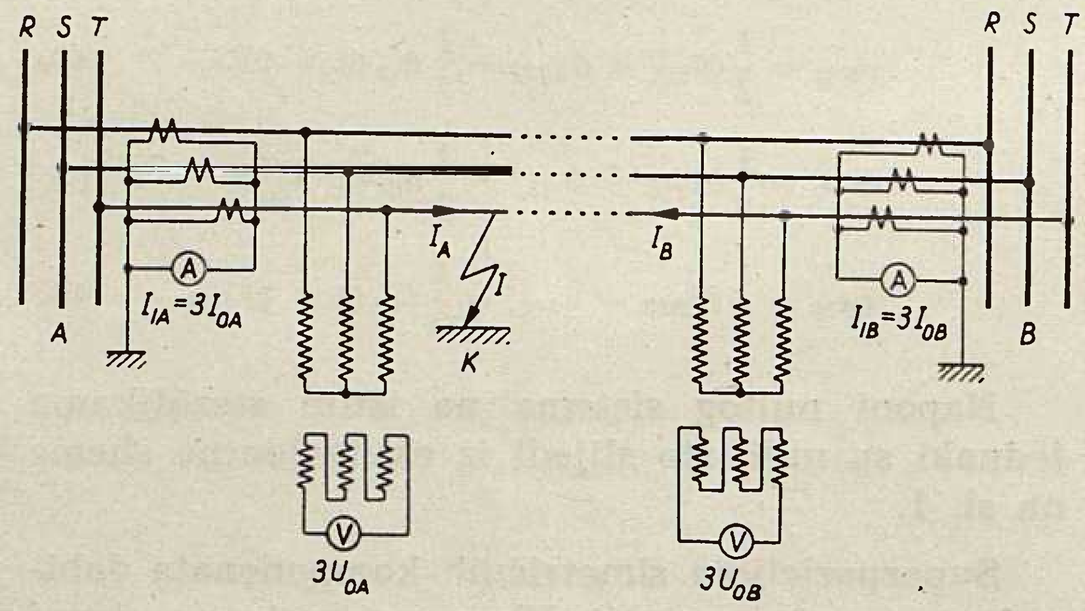
Miroslav Jung, Zagreb

U svrhu bržeg otkrivanja mjesta kvara, pa prema tome i bržeg njegovog otklanjanja, ugrađeni su u naše mreže 110 i 220 kV lokatori jednopolnih kvarova francuske proizvodnje. Kod paralelno vođenih i nehomogeno izvedenih vodova mogu uslijed međuinduktivnog utjecaja i nejednolikosti izvedbe nastupiti izvjesne poteškoće oko tačnog lociranja kvara. U članku je stoga pokazano kako se u pojedinim slučajevima navedene poteškoće mogu otkloniti. Obrađeni slučajevi dvostrukog voda i voda s otcjepom ilustrirani su numeričkim primjerima.

DK 621.315.1.004

1. Općenito o radu lokatora jednopolnih kvarova

Naše mreže 110 i 220 kV su trofazne simetrične električne mreže s izravno uzemljenim zvjezdištem i automatskim brzim jednopolnim ponovnim uklapanjem. Radi brzog i dovoljno tačnog određivanja mjesta jednopolnih kvarova ugrađeni su u krajnjim stanicama nadzemnih vodova lokatori jednopolnih kvarova sa svrhom pravodobnog otklanjanja trajnih kvarova i otkrivanja uzroka uzastopnih prolaznih kvarova na jednom te istom mjestu. Spomenuti lokatori su francuske proizvodnje. Sastoje se od ampermetra i voltmetra opremljenih povlačnim kazaljkama



Sl 1. Principna shema mjerenja nultih struja i napona kod jednopolnog kratkog spoja u vodu A — B

radi registracije izmjerenih veličina nakon iskapčanja struje kvara, a priključuju se preko strujnih i naponskih mjernih transformatora i međutransformatora prema pojednostavnjenoj shemi prikazanoj na sl. 1. Obilježimo li strujni i naponski prijenosni omjer nekog lokatora sa k_i odn. k_u, a otklone pripadnog ampermetra i voltmetra sa O_i odn. O_u, iznosit će izmjerene veličine struja i napona na promatranom lokatoru $I = I_I = 3I_0 = k_i O_i$ odn. $U = 3U_0 = k_u O_u$. Pokažu li kod jednopolnog kratkog spoja na nekom vodu instrumenti lokatora ugrađenih na njegovim krajevima A i B otklone O_{iA}, O_{uA}, O_{iB}, O_{uB}, iznosit će mjerene vrijednosti struja i napona $I_A = k_{iA} \cdot O_{iA}$, $I_B = k_{iB} \cdot O_{iB}$, $U_A = k_{uA} \cdot O_{Au}$ te $U_B = k_{uB} \cdot O_{uB}$, pa ćemo moći udaljenost mjesta kvara d od kraja voda A izračunati prema izrazu što ga navodi proizvođač lokatora

$$d = \frac{U_B - U_A + I_B x_0 L}{(I_A + I_B) x_0} \qquad 1.1.$$

gdje uz već opisane oznake x_0 znači nultu reaktanciju voda u kvaru reduciranu na jedinicu dužine, a L dužinu spomenutog voda.

Po ugradnji lokatora provedeni su u mreži pokusi sa svrhom utvrđivanja efikasnosti njihovog pokazivanja, koji na žalost nisu uvijek dali zadovoljavajuće rezultate, između ostalog i zato, što je tačnost rezultata ovisna o razlici napona U_B i U_A, koji su u pravilu istog reda veličine, i nultoj reaktanciji x_0, koja je tek za mali broj vodova naših mreža određena mjerenjem, a računski podaci mogu dati i znatna odstupanja. Stoga su slijedeća razmatranja provedena sa željom, da se u okviru raspoloživih mogućnosti doprinese boljem iskorištenju postojećih sredstava za rekonstrukciju značajnijih pogonskih događaja, ali će toj problematici trebati posvetiti još puno pažnje, da bi se voditeljima pogona naših mreža osigurala potrebna sredstva za uspješnije zahvate kod smetnji, kvarova i havarija u mreži.

2. Rad lokatora na jednostrukim homogenim vodovima

Promatrat ćemo rad lokatora priključenih na krajevima jednostrukog homogenog voda, koji povezuje dva čvorišta električke mreže s izravno

---

Naponi za vrijeme kvara i njihove simetrične komponente prikazani su na sl. 3.

Na isti način mogu se odrediti struje i naponi za vrijeme kvara u mreži u tronamotnim transformatorima ostalih grupa spoja s uzemljenim odnosno izoliranim nultačkama.

Literatura

[1] H. Požar, *Struje kratkog spoja u trofaznim visokonaponskim mrežama*, Zagreb, 1960.

Naslov pisca: Josip Vuletić, dipl. ing., Zavod za visoki napon Elektrotehničkog fakulteta, Zagreb, Unska ul. bb.

uzemljenim zvjezdištem, a koji je u cijeloj svojoj dužini izgrađen jednoliko, na kojem nema nikakvih otcjepa, te koji se ne nalazi pod induktivnim utjecajem drugih paralelno vođenih vodova iste mreže.

Nadomjesna shema za proračun jednopolnog kratkog spoja u promatranom vodu prikazana je na sl. 2. Direktne, inverzne i nulte nadomjesne reaktancije X_{AZ}, X_{BZ} i X_{NZ} predstavljaju mrežu, bez promatranog voda, reduciranu na krajnje tačke voda i neutralu. Ukoliko vod povezuje čvorišta nezavisnih sistema iščeznut će reaktancije X_{NZ}. Proračun početnih kratkih spojeva olakšava činjenica, da se s dovoljnom tačnosti direktne i inverzivne reaktancije mreže mogu nadomjestiti istim vrijednostima.

Primjenom zakona petlje na zvjezdište mreže, krajnje tačke voda i mjesto kvara u nultoj mreži, dolazimo do jednadžbi

$$I_A x_0 d + U_A = 3 U_0 \qquad 2.1.$$

$$I_B x_0 (L - d) + U_B = 3 U_0 \qquad 2.2.$$

gdje je uz već opisane oznake $3 U_0$ iznos vektorske sume napona na mjestu kvara, a čija razlika daje nama već poznatu jednadžbu 1. 1. prema kojoj možemo mjesto kvara odrediti iz podataka o pokazivanju instrumenata lokatora.

Primjer 1

Nadomjesne reaktancije, prema sl. 2 iznose:

$$X_{dNZ} = X_{iNZ} = X_{oNZ} = 0 \text{ oma},$$
$$X_{dAZ} = X_{iAZ} = X_{oAZ} = 50 \text{ oma i}$$
$$X_{dBZ} = X_{iBZ} = X_{oBZ} = 100 \text{ oma}$$

Vod koji spaja čvorišta A i B je jednostruki homogeni vod 110 kV dug 100 km, s uzdužnim reaktancijama $x_d = x_i = 0{,}4$ oma/km i $x_0 = 1{,}33$ oma/km. Odrediti raspodjelu nultih struja i napona jednopolnog kvara udaljenog 30 km od čvorišta A.

$$X_{dmr} = X_{imr} = \frac{(50 + 30 \cdot 0{,}4) \cdot (100 + 70 \cdot 0{,}4)}{62 + 128} = 41{,}7 \text{ oma}$$

$$X_{omr} = \frac{(50 + 39{,}9) \cdot (100 + 93{,}1)}{89{,}9 + 193{,}1} = 61{,}3 \text{ oma}$$

$$I_I = 3 \cdot I_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot 110}{2 \cdot 41{,}7 + 61{,}3} = 1{,}316 \text{ kA}$$

Prilike u čvorištu A: $I_A = 1.316 \dfrac{193{,}1}{283{,}0} = 898$ A

$U_A = 898 \cdot 50 = 44.900$ V

Prilike u čvorištu B: $I_B = 1.316 - 898 = 418$ A

$U_B = 418 \cdot 100 = 41.800$ V

Prema izvedenim formulama dobili bismo u ovom slučaju

$$d = \frac{41.800 - 44.900 + 418 \cdot 1{,}33 \cdot 100}{1.316 \cdot 1{,}33} = \frac{-2.330 + 41.800}{1.316} = 30 \text{ km}$$

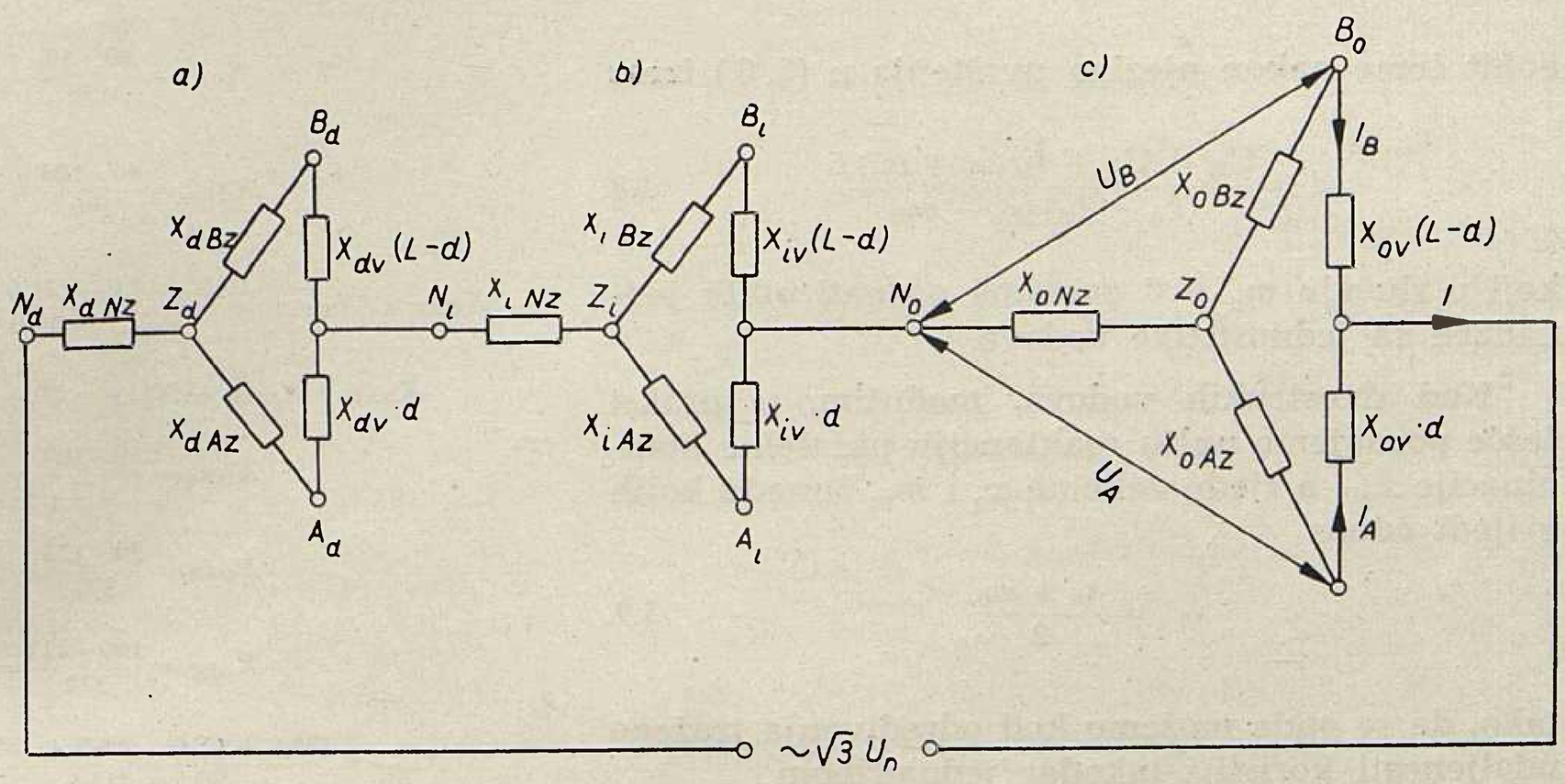
$$L - d = \frac{44.900 - 41.800 + 898 \cdot 1{,}33 \cdot 100}{1.316 \cdot 1{,}33} = \frac{39.470}{1.316} = 70 \text{ km}$$

a za kontrolu dužine voda 30 + 70 = 100 km, što sve zadovoljava zadane uvjete.

3. Rad lokatora na dvostrukim homogenim vodovima

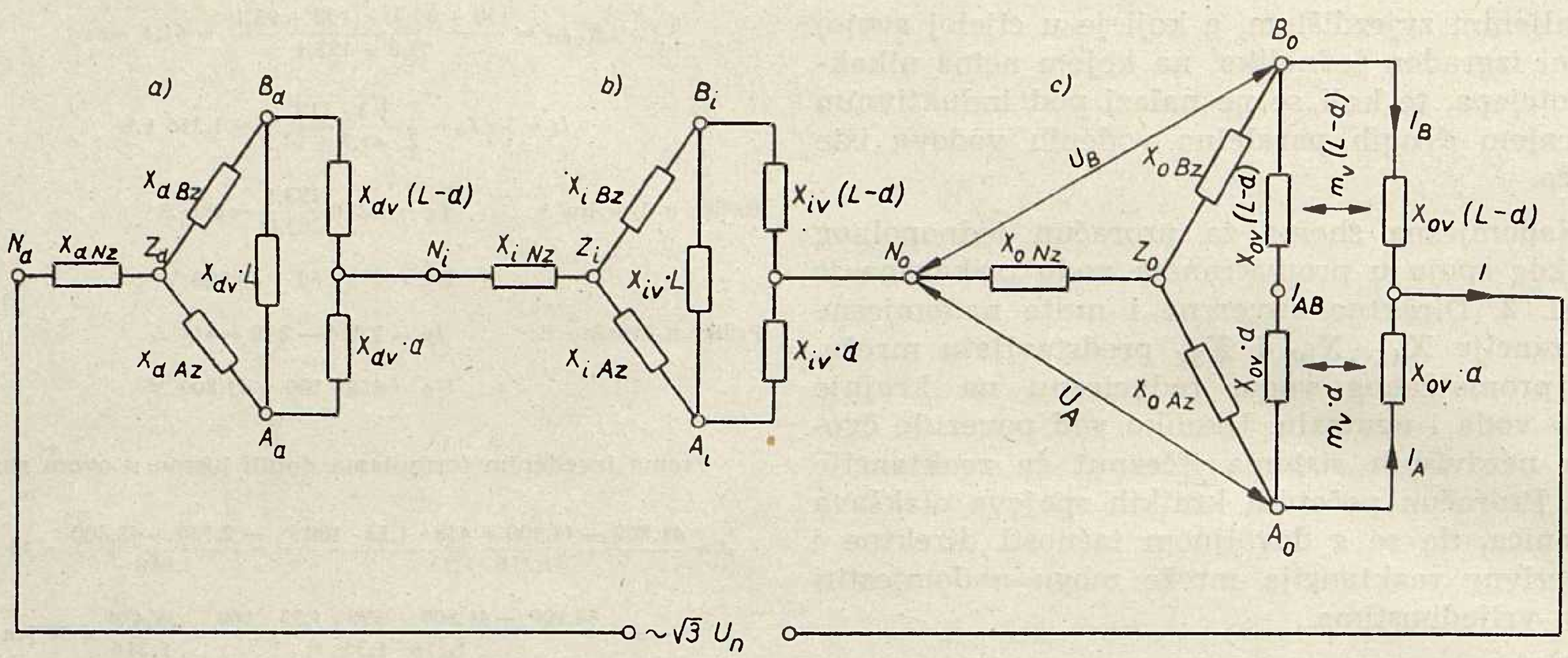
Kod paralelno vođenih vodova, a osobito kod paralelnih vodova na istim stupovima (dvostruki vodovi) ovisit će raspodjela nultih struja i napona kao i kod jednostrukih vodova o prilikama na krajevima voda, izvedbi voda i mjestu kvara, ali osim toga, još i o međuinduktivnom utjecaju oba voda za trajanja kvara. Kod simetričnih opterećenja i smetnji može se međuinduktivni utjecaj izbjeći vršenjem prepleta vodiča, ali kod nesimetričnih opterećenja i kvarova ovaj međinduktivni utjecaj je neizbježan i o njemu se mora voditi računa.

Nadomjesna shema za proračun jednopolnog kratkog spoja na jednoj trojci dvostrukog voda prikazana je na sl. 3. U promatranom slučaju možemo uz primjenu jednadžbi čvorišta i petlji na krajnje točke voda i mjesto kvara, slično kao i prije, postaviti slijedeće jednadžbe:



Sl. 2. Jednostruki homogeni vod — proračun jednopolnog kratkog spoja u vodu A — B na udaljenosti d od kraja A

a) direktne reaktancije
b) inverzne reaktancije
c) nulte reaktancije



Sl. 3. Dvostruki homogeni vod — proračun jednopolnog kratkog spoja na jednoj trojci voda A — B i udaljenosti d od kraja A

a) direktne reaktancije, b) inverzne reaktancije, c) nulte reaktancije

$$U_A + I_A x_o d + I_{AB} m_o d = U_B + I_B x_o (L - d) - I_{AB} m_o (L - d) \qquad 3.1.$$

$$U_A + I_{AB} x_o L + I_A m_o d - I_B m_o (L - d) - U_B = 0 \qquad 3.2.$$

$$I_{AB} x_o L + I_A m_o d - I_B m_o (L - d) + I_B x_o (L - d) - I_{AB} m_o (L - d) - I_A x_o d - I_{AB} m_o d = 0 \qquad 3.3.$$

koje za traženu udaljenost daju redom

$$d = \frac{U_B - U_A + I_B x_o L - I_{AB} m_o L}{(I_A + I_B) x_o} \qquad 3.4.$$

$$d = \frac{U_B - U_A + I_B m_o L - I_{AB} x_o L}{(I_A + I_B) x_o} \qquad 3.5.$$

$$d = \frac{I_B + I_{AB}}{I_A + I_B} L \qquad 3.6.$$

Izrazimo li pomoću jednadžbi (3. 4.) i (3. 5.) struju izjednačenja

$$I_{AB} = \frac{U_B - U_A}{(x_o + m_o) L} \qquad 3.7.$$

dobit ćemo nakon njezina uvrštenja u (3. 6.) izraz

$$d = \frac{U_B - U_A + I_B (x_o + m_o) L}{(I_A + I_B)(x_o + m_o)} \qquad 3.8.$$

koji u slučaju $m_o = 0$ poprima poznati oblik jednadžbe za jednostruke vodove.

Kod dvostrukih vodova, međutim, u praksi češće poznajemo nultu reaktanciju paralelne kombinacije $x_{o||}$, a rjeđe veličine x_o i m_o, između kojih vrijedi odnos

$$x_{o||} = \frac{x_o + m_o}{2} \qquad 3.9.$$

tako, da se onda možemo kod određivanja tražene udaljenosti koristiti također jednadžbom

$$d = \frac{U_B - U_A + I_B 2 x_{o||} L}{(I_A + I_B) 2 x_{o||}} \qquad 3.10.$$

koja je formalno analogna onoj kod jednostrukih vodova. Ako je jedna trojka izvan pogona s neuzemljenim vodičima, vrijedit će u promatranom slučaju i doslovno jednadžba (1. 1.), dok će kraj uzemljenih vodiča biti potrebno odrediti nultu reaktanciju jedne trojke za taj slučaj.

Primjer 2

Dodamo li vodu iz primjera 1 paralelni vod, dobit ćemo uz $m_o = 3 \times 0{,}3 = 0{,}9$ oma/km, nultu reaktanciju dvostrukog voda

$$x_{o||} = \frac{1{,}33 + 0{,}90}{2} = 1{,}11 \text{ oma/km}$$

i nadomjesne reaktancije mreže

$$X_{dAN} + X_{dBN} + X_{dAB} = 50 + 100 + 40 = 190 \text{ oma}$$

$$X_{dNZ} = \frac{50 \cdot 100}{190} = 26{,}3 \text{ oma}$$

$$X_{dAZ} = \frac{40 \cdot 50}{190} = 10{,}5 \text{ oma}$$

$$X_{dBz} = \frac{40 \cdot 100}{190} = 21{,}0 \text{ oma}$$

$$X_{dmr} = X_{imr} = \frac{(10{,}5 + 12{,}0) \cdot (21{,}0 + 28{,}0)}{22{,}5 + 49{,}0} + 26{,}3 = 41{,}7 \text{ oma}$$

$$X_{oAN} + X_{oBN} + X_{oAB} = 50 + 100 + 222 = 372 \text{ oma}$$

$$X_{oNZ} = \frac{50 \cdot 100}{372} = 13{,}4 \text{ oma}$$

$$X_{oAZ} = \frac{50 \cdot 222}{372} = 29{,}9 \text{ oma}$$

$$X_{oBZ} = \frac{100 \cdot 222}{372} = 59{,}8 \text{ oma}$$

$$X_{omr} = \frac{(29{,}9 + 66{,}6) \cdot (59{,}8 + 155{,}4)}{96{,}5 + 215{,}2} + 13{,}4 = 80{,}0 \text{ oma}$$

pa će struja jednopolnog kratkog spoja iznositi

$$I = \frac{\sqrt{3}\,110}{2 \cdot 41{,}7 + 80}\,10^3 = 1{,}166 \text{ A}$$

a trostruki nulti napon

$$U = 80 \cdot 1.166 = 93.280 \text{ V}$$

Prilike u čvorištu A: $I_A = 1.166 \dfrac{215{,}2}{311{,}7} = 805$ A

$$U_A = 93.280 - 805 \cdot 66{,}6 = 39.680 \text{ V}$$

Prilike u čvorištu B: $I_B = 1.166 - 805 = 361$ A

$$U_B = 93.280 - 361 \cdot 165{,}4 = 37.230 \text{ V}$$

Struja izjednačenja u zdravoj trojci

$$I_{AB} = -I_{BA} = \frac{37.230 - 39.680}{222} = -11 \text{ A}$$

Udaljenost mjesta kvara od čvorišta A

$$d = \frac{37.230 - 39.680 + 361 \cdot 222}{1.170 \cdot 2{,}22} = 30 \text{ km}$$

Udaljenost mjesta kvara od čvorišta B

$$L - d = \frac{39.680 - 37.230 + 805 \cdot 222}{1.170 \cdot 2{,}22} = 70 \text{ km}$$

Kontrola dužine voda 30 + 70 = 100 km, zadovoljava.

4. Rad lokatora na jednostrukim nehomogenim vodovima

Ako se na vod iz točke 2 priključi transformator nulte reaktancije X_{otr} putem otcjepa na udaljenosti a od čvorišta A, dobit ćemo nadomjesnu shemu prikazanu na sl. 4, a primjenom jednadžbi čvorišta i zamki u sučaju kvara $0 \leqq d \leqq a$ izraze

$$3\,U_0 = U_A + I_A\,x_0\,d \qquad 4.1.$$

$$3\,U_0 = U_B + I_B\,x_0\,(L - a) + (I_B + I_{tr})\,x_0\,(a - d) \qquad 4.2.$$

$$3\,U_0 = I_{tr}\,X_{otr} + (I_B + I_{tr})\,x_0\,(a - d) \qquad 4.3.$$

Pomoću jednadžbi (4. 1.) i (4. 2.) za traženu udaljenost možemo pisati

$$d = \frac{U_B - U_A + I_B\,x_0\,L + I_{tr}\,x_0\,a}{(I_A + I_B + I_{tr})\,x_0} \qquad 4.4.$$

a budući da se struja transformatora u našim mrežama ne registrira, to ćemo je odrediti pomoću jednadžbe (4. 2.) i (4. 3.) čime dolazimo do

$$I_{tr}\,X_{otr} = U_B + I_B\,x_0\,(L - a) \qquad 4.5.$$

U slučaju kvara $a \geqq d \geqq L$ došli bismo na analogan način do jednadžbe (4. 4.), dok jednadžba (4. 5.) poprima novi oblik

$$I_{tr}\,X_{otr} = U_A + I_A\,x_0\,a \qquad 4.6.$$

Budući da nam mjesto kvara nije unaprijed poznato, traženu udaljenost odredit ćemo pomoću jednadžbe (4. 4.) računajući struju I_{tr} pomoću jednadžbe (4. 5.) koja vrijedi kad je $d \leqq a$ i jednadžbe (4. 6.) koja vrijedi za $d \geqq a$, te kao valjane vrijednosti usvojiti one iznose struje i udaljenosti, koje zadovoljavaju navedeni kriterij. U svim slučajevima pokazat će se valjanim samo jedan par vrijednosti I_{tr} i d, s iznimkom kod $d = a$, kad odgovaraju oba para (u ovom slučaju identičnih) vrijednosti, a jednadžba (4. 4.) poprima oblik jednadžbe (1. 1.). To je također i onda kada zvjezdište transformatora nije uzemljeno, pa kroz njega ne može teći niti struja tj. $I_{tr} = 0$.

Ako je transformator priključen na otcjep putem kraćeg voda, tada treba nultu reaktanciju transformatora uvećati za iznos nulte reaktancije tog voda.

Primjer 3

Odrediti mjesto kvara kao i u prvom slučaju, ako je polovici voda priključen transformator 110/30 kV, 20 MVA, u spoju zvijezda-trokut s uzemljenim zvjezdištem, $u_k = 11$ %, i to preko 5 km dugog voda nulte reaktancije 1,2 oma/km, a instrumenti lokatora pokazuju:

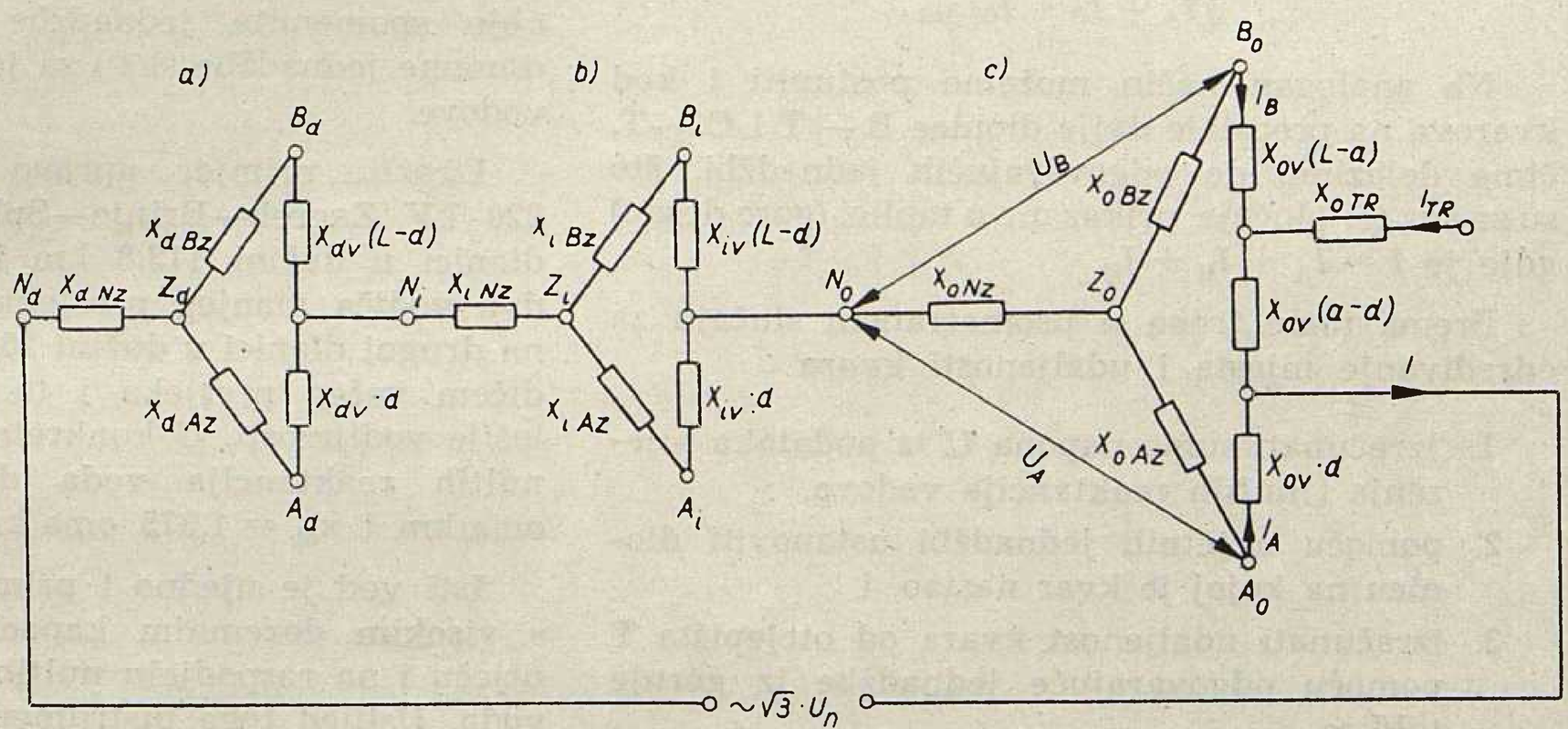
$I_A = 700$ A, $U_A = 35.000$ V, $I_B = 250$ A i $U_B = 25.000$ V.

Nulta nadomjesna reaktancija na mjestu priključka iznosi:

$$X_{tr} = \frac{110^2 \cdot 0{,}11}{20} + 5 \cdot 1{,}2 = 66{,}55 + 6{,}00 = 72{,}5 \text{ oma}$$

pa ćemo za struju transformatora dobiti

$$I_{tr} = \frac{25.000 + 250 \cdot 1{,}33 \cdot 50}{72{,}5} = 574 \text{ A uz uvjet } d \leqq a \text{ odn.}$$



Sl. 4. Jednostruki vod s otcjepom za transformatorsku stanicu na udaljenosti a od kraja A — proračun jednopolnog kratkog spoja u vodu A — B na udaljenosti $d < a$ od kraja A
a) direktne reaktancije,
b) inverzne reaktancije,
c) nulte reaktancije

$$I_{tr} = \frac{35.000 + 700 \cdot 1,33 \cdot 50}{72,5} = 1.125 \text{ A uz uvjet } d \geqq a$$

a za traženu udaljenost

$$d = \frac{25.000 - 35.000 + 250 \cdot 133 + 574 \cdot 66,5}{(700 + 250 + 574) \cdot 1,33} = 30$$

što je manje od 50 km.

$$d = \frac{25.000 - 35.000 + 250 \cdot 133 + 1.125 \cdot 66,5}{(700 + 250 + 1.125) \cdot 1,33} = 35,5$$

što ipak nije veće od 50 km.

Budući da je uvjetna jednadžba zadovoljena samo u prvom slučaju, znači, da je kvar udaljen 30 km od čvorišta A, odn. da struja transformatora stvarno iznosi 574 A.

Ukoliko je transformator priključen na otcjep putem dužeg voda, na čijem je kraju također priključen lokator, treba razmotriti mogućnost određivanja mjesta kvara i na tom vodu. U ovom slučaju nulte nadomjesne reaktancije vodova čine trokraku zvijezdu s vrhovima A, B i C u krajnjim tačkama voda i zvjezdištem T na mjestu njihovog otcjepa. Obilježimo li dužine pojedinih dionica sa: L_1 za dionicu A — T, sa L_2 za dionicu B — T i L_3 za dionicu C — T, te jedinične nulte reaktancije vodova redom sa: x_{01}, x_{02} i x_{03}, u slijedećem ćemo najprije postaviti uvjete za određivanje udaljenosti kvara d od otcjepa T na dionici A — T, a potom i na ostalim dionicama.

Kod kvara na dionici A — T vrijedit će jednadžbe:

$$3\,U_0 = U_A + I_A\,x_{01}\,(L_1 - d) \qquad 4.7.$$

$$3\,U_0 = U_B + I_B\,x_{02}\,L_2 + (I_B + I_C)\,x_{01}\,d \qquad 4.8.$$

$$3\,U_0 = U_C + I_C\,x_{03}\,L_3 + (I_B + I_C)\,x_{01}\,d \qquad 4.9.$$

od kojih potonje daju uvjetnu jednadžbu kvara na dionici A — T

$$U_B + I_B\,x_{02}\,L_2 = U_C + I_C\,x_{03}\,L_3 \qquad 4.10.$$

a u kombinaciji s jednadžbom 4. 7. za udaljenost kvara od otcjepišta

$$d = \frac{(U_A + I_A\,x_{01}\,L_1) - (U_B + I_B\,x_{02}\,L_2}{(I_A + I_B + I_C)\,x_{01}} = \frac{(U_A + I_A\,x_{01}\,L_1) - (U_C + I_C\,x_{02}\,L_2)}{(I_A + I_B + I_C)\,x_{01}} \qquad 4.11.$$

Na analogan način možemo postupiti i kod kvarova na preostale dvije dionice B — T i C — T, čime dolazimo do odgovarajućih jednadžbi, što su za sva tri slučaja prikazane u tablici (gore desno) gdje je $I = I_A + I_B + I_C$.

Prema tome treba u promatranom slučaju za određivanje mjesta i udaljenosti kvara

1. izračunati sume napona U iz podataka mjerenja i nultih reaktancija vodova,
2. pomoću uvjetnih jednadžbi ustanoviti dionicu na kojoj je kvar nastao, i
3. izračunati udaljenost kvara od otcjepišta T pomoću odgovarajuće jednadžbe iz gornje tablice.

Nehomogenost voda može nastupiti i uslijed nejednolike raspodjele jediničnih nultih konstanata duž voda, radi promjene izvedbe vodiča, broja zaštitnih užeta, specifičnog otpora tla i dr. Tada se mogu također razviti adekvatni izrazi dakako kompliciranijih oblika.

Ako je zadovoljen uvjet		
$\Sigma U_B = U_B + I_B x_{02} L_2 =$ $\Sigma U_C = U_C + I_C x_{03} L_3$	$\Sigma U_A = U_A + I_A x_{01} L_1 =$ $\Sigma U_C = U_C + I_C x_{03} L_3$	$\Sigma U_A = U_A + I_A x_{01} L_1 =$ $\Sigma U_B = U_B + I_B x_{02} L_2$
kvar se nalazi na dionici		
T — A	T — B	T — C
udaljen od otcjepišta T za d		
$\frac{\Sigma U_A - \Sigma U_B}{\Sigma I \cdot x_{01}}$	$\frac{\Sigma U_B - \Sigma U_C}{\Sigma I \cdot x_{02}}$	$\frac{\Sigma U_C - \Sigma U_A}{\Sigma I \cdot x_{03}}$

Tako npr., ako neki vod između čvorišta A i tačke T na dužini d ima jediničnu nultu reaktanciju x_{0a}, a između tačke T i čvorišta B na dužini $L - d$ reaktanciju x_{0b}, te ako kvar nastupi na dionici A — T u udaljenosti d od čvorišta A, imat ćemo jednadžbe

$$3\,U_0 = U_A + I_A\,x_{0a}\,d \qquad 4.12.$$

$$3\,U_0 = U_B + I_B\,[x_{0b}\,(L - a) + x_{0a}\,(a - d)] \qquad 4.13.$$

odnosno

$$d = \frac{U_B - U_A + I_B\,x_{0b}\,L + I_B\,(x_{0a} - x_{0b})\,a}{(I_A + I_B)\,x_{0a}} \qquad 4.14.$$

a kod kvara na dionici T — B

$$3\,U_0 = U_A + I_A\,[x_{0a} \cdot a + x_{0b}\,(d - a)] \qquad 4.15.$$

$$3\,U_0 = U_B + I_B\,x_{0b}\,(L - d) \qquad 4.16.$$

odnosno

$$d = \frac{U_B - U_A + I_B\,x_{0b}\,L - I_A\,(x_{0a} - x_{0b})\,a}{(I_A + I_B)\,x_{0b}} \qquad 4.17.$$

Jednadžba (4. 14.) vrijedi kad je $d \leqq a$, a jednadžba (4. 17.) za $d \geqq a$. U slučaju $x_{0a} = x_{0b} = x_0$ obje spomenute jednadžbe poprimit će oblik osnovne jednadžbe (1.1.) za jednostruke homogene vodove.

Izraziti primjer upravo opisanog, jest vod 220 kV Zagreb—Brinje—Split, koji je na prvoj dionici u dužini 113,8 km izgrađen kao vod sa dva vodiča manjeg presjeka u snopu po fazi, a na drugoj dionici u dužini 234,6 km sa jednim vodičem većeg presjeka i to na terenu relativno lošije vodljivosti. U konkretnom slučaju mjerenja nultih reaktancija voda dala su: $x_{0a} = 1,222$ oma/km i $x_{0b} = 1,375$ oma/km.

Isti vod je ujedno i primjer vrlo dugog voda s visokim dozemnim kapacitetima, koji dakako utječu i na raspodjelu nultih napona i struja duž voda. Uslijed toga instrumenti lokatora pokazuju

nešto niže iznose struja i nešto više iznose napona, nego što to odgovara izvedenim formulama, pa bi za preciznije određivanje mjesta kvara u takvim slučajevima trebalo uvažiti i te činjenice. Također ne treba smetnuti s uma, da smo izvodeći gornje formule postupali s naponima kao skalarnim veličinama zanemarujući utjecaj rezistencija uzdužnih grana nadomjesnih shema, što bi sve trebalo uvažiti kod sasvim preciznih računa osobito na dugim vodovima.

Zaključak

Kod određivanja mjesta jednopolnog kvara pomoću lokatora ugrađenih u naše mreže visokih napona treba svakako povesti računa i o eventualnom međuinduktivnom djelovanju vodova iste mreže, kao i o nehomogenostima uslijed otcjepa na vodovima ili nejednolikosti izvedbe duž voda.

U slučaju paralelnih dvostrukih vodova potrebno je kod upotrebe jednadžbe (1.1) umjesto nulte reaktancije jednog voda računati s dvostrukom nultom reaktancijom njihove paralelne kombinacije. Kod uklopnih stanja pak, kad se u pogonu nalazi samo jedna trojka dvostrukog voda, ima se koristiti spomenuta jednadžba u osnovnom obliku, vodeći računa o stanju uzemljenja vodiča trojke izvan pogona.

Kod nehomogenosti moraju se pak uzeti u obzir specifičnosti svakog pojedinog slučaja i formule za određivanje mjesta kvara prilagoditi konkretnim uvjetima.

Naslov pisca: Miroslav Jung, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

ZAŠTITA DISTRIBUTIVNE MREŽE 35 (30) kV U USLOVIMA UZEMLJENJA ZVJEZDIŠTA PREKO MALOG OTPORA

Velimir Hangi, Zagreb

U ovom radu se daje najprije prikaz zaštite radijalne mreže 35 kV za različiti tretman zvjezdišta 35 kV. Zatim se detaljno razrađuje zaštita za uvjete uzemljenja preko malog otpora, te brzo i sporo ponovno ukapčanje, koje aktivira ugrađena prekostrujna zaštita. Konačno se daje pregled zaštite i automatike po pojedinim elementima mreže 35 kV.

DK 621.316.9

1. Uvod

Još sredinom 1961. na savjetovanju Udruženih i distributivnih poduzeća u Zagrebu, koje je organizirala Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, postavljen je za rješavanje problem tretiranja zvjezdišta sistema 35 (30) kV. Na osnovu prethodne analize Zajednice, konzultacija s Institutom za elektroprivredu, Zagreb, i konačno diskusije na savjetovanju bio je dan načelni zaključak o uzemljenju zvjezdišta sistema 35 (30) kV na području Hrvatske. Prema tome zaključku uzemljenje zvjezdišta sistema 35 (30) provelo bi se preko malog djelatnog otpora i to na transformatorima u postrojenjima 110/35 kV koji napajaju mrežu 35 kV. Iako se je ovaj zaključak odnosio na cjelokupnu distributivnu mrežu, bila je predviđena mogućnost odstupanja od ovakvog rješenja, ako bi uslovi uzemljenja u dijelovima mreže 35 kV bili u tolikoj mjeri nepovoljni, da bi to činilo ozbiljnu poteškoću. Pri tome se mislilo na kraške terene, posebno na obalni pojas.

Na ovakove zaključke u velikoj je mjeri utjecalo rješenje koje se imalo primijeniti u kabelskoj mreži 35 kV Beograda koje se baziralo na francuskim iskustvima, a o čemu govori referat br. 403 s petog stručnog savjetovanja CIGRE, održanog 1960. u Ohridu, s time da je pomenuta odluka proširena i na nadzemnu mrežu 35 kV.

2. Općenito o štićenju mreže 35 kV uz različiti tretman zvjezdišta

2.1 Izolirana ili gašena mreža

Kod izolirane mreže ili gašene upotrebom Petersenovih prigušnica jednopolni dozemni spojevi ne dovode do proraćivanja zaštite od kratkog spoja, nego samo do signalizacije dozemnog spoja. Štaviše, ako je ovakova jednopolna smetnja prolaznog karaktera, ona će prestankom uzroka zbog kojeg je nastala prestati sama od sebe. Ovo naročito kod upotrebe Petersenovih prigušnica kojima je to i namjena. Prema tome, prolazne jednopolne smetnje treba da same prestanu, a kod trajnih ostavljalju vremena da se vod u kvaru odgovarajućim manevrima odnosno prekapčanjima u mreži iskopča u najpovoljnije vrijeme, bez posljedica ili uz minimalne štetne posljedice za potrošača. I zaista, učesnici spomenutog savjetovanja iznosili su slučajeve kada su dozemni spojevi u

mreži 35 kV potrajali dulje vremena, uz normalnu opskrbu potrošača električnom energijom (iskustva s izoliranom mrežom).

U takvim uvjetima normalno je bilo da se i zaštita od kratkih spojeva u mreži provodi samo za višepolne smetnje, što znači da bude dvopolne izvedbe, tj. da su dovoljni strujni transformatori samo u dvije faze.

Situacija u mreži 35 kV na području Hrvatske bila je, a još i sada je takova, da je mreža u cijelosti izolirana, dok se upravo vrše pripreme za prijelaz na uzemljenje preko malog otpora dijela kabelske mreže grada Zagreba (dio mreže koja se napaja iz TE-TO Zagreb) te na području Dalmacije (dio mreže koja se napaja iz TS Dugi Rat 110/30 kV). U novim postrojenjima projektanti predviđaju mogućnost naknadnog prijelaza na uzemljenje preko malog otpora. Dio kabelske mreže grada Zagreba bio je svojedobno kompenziran Petersonovom prigušnicom u staroj TE Zagreb, no zbog čestih promjena konfiguracije mreže (ukupne duljine vodova kompenzirane mreže) bilo je teškoća u pogonu, jer se nije vodilo dovoljno računa o potrebnim preudešenjima petersenke, pa je ova morala biti isključena, a kasnije povećanjem mreže postala je nedovoljna.

2.2 Mreža uzemljena preko malog otpora

U uvjetima pogona mreže sa zvjezdištem uzemljenim preko malog otpora, svaki jednopolni dozemni spoj predstavlja jednopolni kratki spoj, gdje struje kratkog spoja, iako ograničene otporom u zvjezdištu transformatora, postižu znatne iznose, tako da se dio mreže u kvaru mora odmah djelovanjem zaštitnih uređaja odvojiti od ostale »zdrave« mreže. Prolaznih jednopolnih smetnji (preko luka) koje bi preostale same od sebe nakon nestanka uzroka zbog koga su nastale, praktički nema, jer se luk podržava zbog razmjerno dosta visokih struja kratkog spoja, iako ove mogu biti znatno niže od pogonskih struja.

Odatle proizlazi da bi u uslovima uzemljenja mreže 35 kV preko malog otpora, situacija u pogledu učestalosti ispada odnosno prekida u snabdijevanju potrošača električnom energijom, bila bitno lošija nego u gašenoj mreži, gdje jednopolne prolazne smetnje koje su dominantne, ne dovode do iskapčanja vodova odnosno prekida pogona. Da bi se u tom pogledu situacija popravila, uvodi se nužno tropolno brzo ponovno ukapčanje kod jednopolnih smetnji radi sprečavanja ispada upravo kod jednopolnih prolaznih smetnji. Više će o tome biti govora u detaljnijoj razradi zaštite mreže 35 kV.

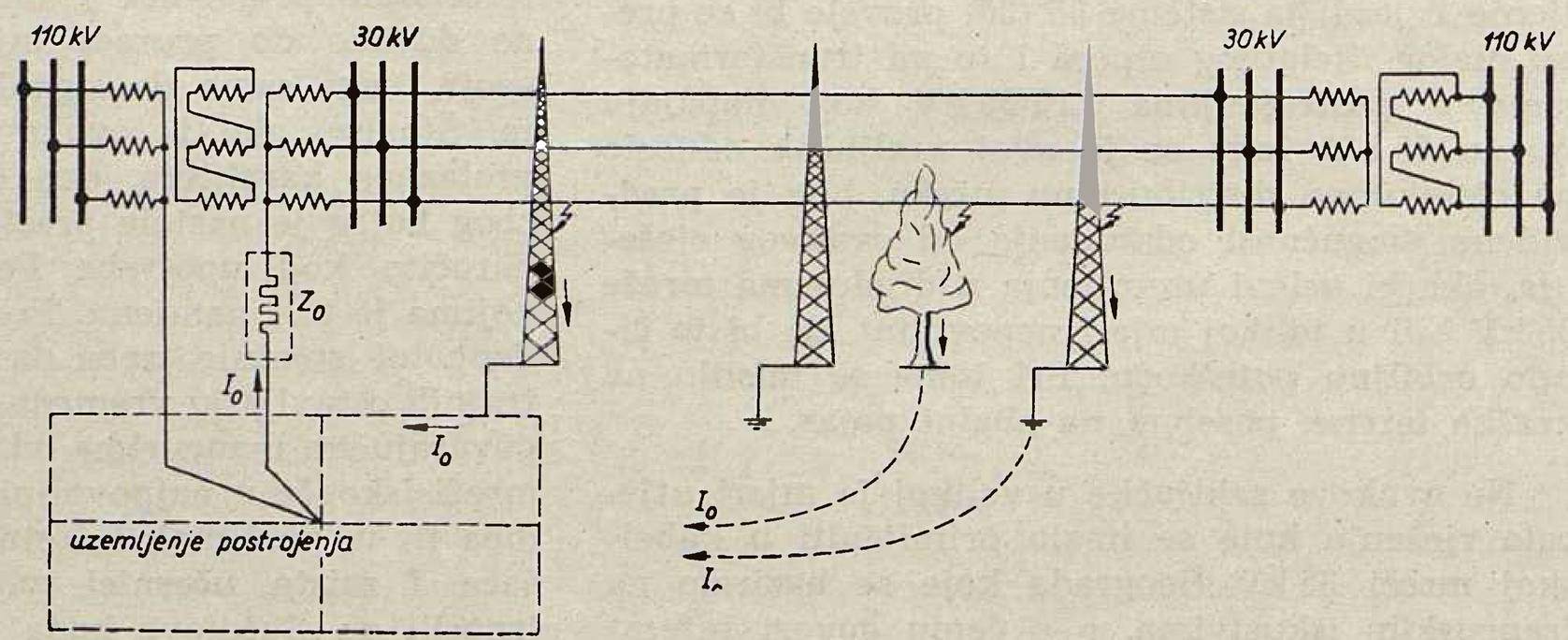
3. Zaštita mreže 35 kV kod uzemljenja zvjezdišta preko malog otpora

Prije svega treba naglasiti da je mreža 35 kV na području Hrvatske skoro potpuno radijalna, te će takova ostati i dalje se širiti. Pošto je takovom prihvaćena, to dovodi do značajnih ušteda u njenoj izgradnji. Tako nije potrebno opremati vodna polja 35 kV u postrojenjima 35/10 kV u smjeru postrojenja 110/35 kV koja ih napajaju. Time se smanjuju i zahtjevi u pogledu štićenja mreže pa je dovoljna prekostrujna zaštita umjesto distantne koja je nužna kod složenih uzamčenih mreža.

Ipak, uzemljenje preko malog otpora uz problem odabiranja optimalnog rješenja za sam otpornik postavlja i dodatne zahtjeve u pogledu prekostrujne zaštite u mreži i to iz slijedećih razloga.

Do sada je u uslovima izolirane mreže 35 kV bilo dovoljno ugraditi prekostrujnu zaštitu u dvije faze i time su bile obuhvaćene sve višepolne smetnje, koje su, kako je već spomenuto, jedino dovodile do prorađivanja prekostrujne zaštite i iskapčanja iz pogona odgovarajućeg dijela mreže, obuhvaćenog višepolnom smetnjom. Kod jednopolnih smetnji zaštita nije prorađivala, niti se je postavljao zahtjev da proradi, nego su ove samo signalizirane, a otklanjane su isključivo ručnim iskapčanjem dotičnog voda obuhvaćenog smetnjom.

U uslovima uzemljenja preko malog otpora nužno je, međutim, da se dijelovi postrojenja zaštite, kako od višepolnih tako i od jednopolnih smetnji. Međutim, iako se samo od sebe nameće, rješenje nije u jednostavnoj prekostrujnoj zaštiti tropolne izvedbe.



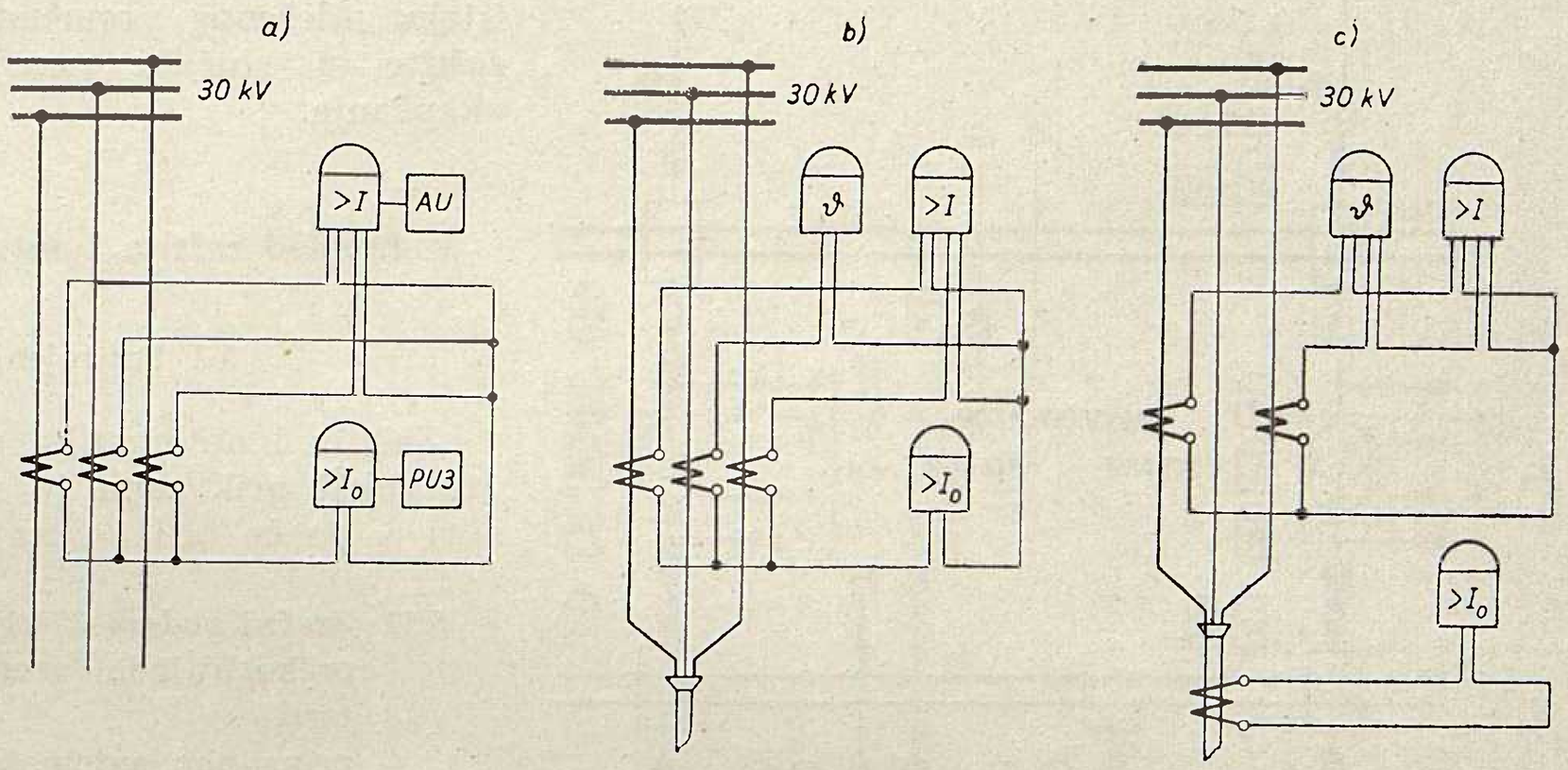
Sl. 1. Prikaz dozemnih spojeva u mreži 30 kV uzemljenoj preko malog otpora

Z_0 — mali otpor; I_0 — struja dozemnog spoja

Sl. 2. Načelna shema štićenja mreže 30 kV u uvjetima uzemljenja preko malog djelatnog otpora

a) zaštita zračnog voda;
b) zaštita kabelskog voda (strujni transformatori u sve 3 faze)
c) zaštita kabelskog voda (strujni transformatori u 2 faze i prstenasti sumarni transformator)

I — prekostrujna vremenska zaštita
I_0 — osjetljiva prekostrujna vremenska zaštita
ϑ — termička zaštita
PU3 — uređaj za tropolno brzo ponovno ukapčanje
AU — automatski uklopničar (tropolno sporoukapčanje)



Evo zašto! Strujni krugovi kod višepolnih smetnji su takovi da su njihove impedancije skoro potpuno definirane, a variraju u užim granicama ovisno o otporu luka. Strujni krug kod jednopolnih smetnji, međutim, takav je da impedancija, a time i struja jednopolnog kratkog spoja varira u širim okvirima. Maksimalne struje postižemo kod jednopolnih kratkih spojeva na strani 35 kV u postrojenju 110/35 kV i to između vodiča i uzemljenih dijelova. Ove maksimalne struje jednopolnog kratkog spoja ograničene su praktički samo otporom u zvjezdištu 35 kV namota transformatora 110/35 kV, što je i svrha ugrađenog otpornika. Znatno manje struje pa do minimalnih postižu se kod jednopolnih kratkih spojeva prema uzemljenim dijelovima stupova (pribrajanje otpora uzemljenja stupa), prema obližnjem stablu, kod pada prekinutog vodiča na suhu zemlju, žbunje itd. kako je to pokazano na priloženoj sl. 1.

Da bi se postiglo proraćivanje zaštite odnosno iskapčanje i onih jednopolnih smetnji, kod kojih struja ostane znatno ispod nazivne struje strujnih transformatora (odabranih prema prijenosnoj mogućnosti voda), ugrađuje se uz prekostrujnu vremensku zaštitu normalne izvedbe, osjetljiva prekostrujna vremenska zaštita jednofazne izvedbe, koja se priključuje u sumarnom strujnom krugu. Osjetljivi prekostrujni relej u sumarnom strujnom krugu ima odvojen vremenski član, što omogućuje kraća vremena iskopčanja jednopolnih smetnji, jer se vremensko stepenovanje ovih releja ne proteže na mrežu 10 kV. Za ovakav priključak zaštite potrebna su tri strujna transformatora po zračnom ili kabelskom odvodu, s time da je kod kabelskih odvoda moguća kombinacija sa strujnim transformatorima u dvije faze za priključak normalne prekostrujne zaštite u dvije faze, te obuhvatni strujni transformator na kabelskom odvodu za priključak osjetljivosti prekostrujne zaštite. Ove mogućnosti priključka dane su na sl. 2.

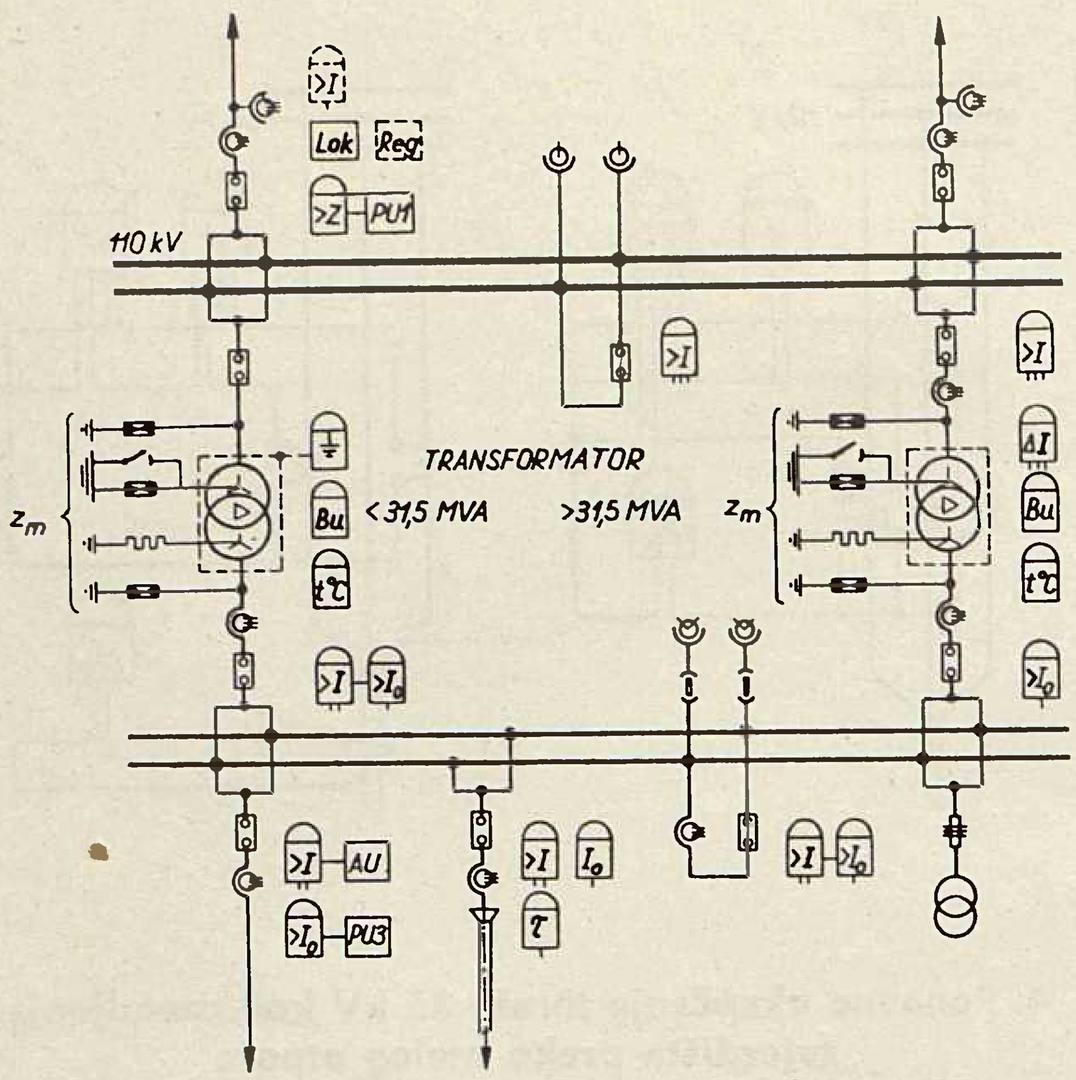
4. Ponovno ukapčanje mreže 35 kV kod uzemljenja zvjezdišta preko malog otpora

Ponovno ukapčanje u mreži 35 kV provodi se centralno tj. samo u postrojenjima 110/35 kV i to na vodovima 35 kV. Odnosi se naravno samo na nadzemne vodove odnosno mješovite (kabel — nadzemni vod), jer se na kabelima ne mogu očekivati prolazne smetnje. Odbačena je mogućnost da se ponovno ukapčanje vrši u transformatorskom polju 35 kV ili u spojnom polju 35 kV, jer bi zahvaćalo preširoko i dovodilo do suviše učestalog smetanja potrošača. Budući da se predviđa dvovrsno ponovno ukapčanje, to će biti opisano kako slijedi.

4.1 Tropolno brzo ponovno ukapčanje

Aktivira ga svojim proraćivanjem osjetljivi prekostrujni vremenski relej u sumarnom spoju, prema tome eliminira samo jednopolne prolazne smetnje. Funkcionira kako slijedi: kod svake jednopolne smetnje na dotičnom vodu, odnosno na vodovima koji se na njega nadovezuju, prekostrujni član svojim proraćivanjem momentano, ne čekajući da isteče udešeno vrijeme na vremenskom članu, aktivira iskapčanje učinske sklopke te uređaj za ponovno ukapčanje koji nakon beznaponske pauze od oko 0,5 sekunda ukapča sklopku. Ako je smetnja bila prolazna, ona je za vrijeme beznaponske pauze nestala, vod i svi potrošači na njemu ostaju u pogonu. Ukoliko je smetnja trajna, pa je ponovno ukapčanje ne eliminira, tada dolazi do definitivnog iskapčanja na potezu dotičnog odvoda, no ovog puta prema vremenskom stepenovanju ove zaštite, dakle ovisno o mjestu smetnje.

Normalna prekostrujna zaštita ne može aktivirati brzo ponovno ukapčanje zato, jer bi brojne višepolne smetnje u mreži 10 kV uzrokovale brzo ponovno ukapčanje vodnih polja 35 kV u postrojenjima 110/35 kV što bi nedopustivo uznemirivalo pogon.



Sl 3. Zaštita postrojenja 110/35 kV u uvjetima uzemljenja zvjezdišta sistema 35 kV preko malog otpora

Bu — Buchholzov relej
t° C — kontaktni termometar s dva kontakta
Z_m — zemljospojna zaštita transformatora
$> I$ — prekostrujna zaštita
$> I_0$ — osjetljiva prekostrujna zaštita u nultom spoju
ΔI — diferencijalna zaštita transformatora
τ — termička zaštita
$> Z$ — distantna zaštita
PU1 — jednopolno i tropolno ponovno ukapčanje
PU3 — tropolno ponovno ukapčanje
Lok — lokator smetnji
Reg — registrator smetnji
AU — automatski uklopničar

Ovdje se neće ulaziti u ocjenu optimalnog trajanja beznaponske pauze i potrebnih zahvata kod nekih potrošača, što je preduslov za provođenje brzog ponovnog ukapčanja. O tome je međutim bilo već govora u referatu br. 410 petog stručnog savjetovanja CIGRE održanog u Ohridu 1960.

4.2 Tropolno sporo ponovno ukapčanje ili tzv. »automatski uklopničar«

Nazvan je tako, jer provodi ponovno ukapčanje nakon 3 minute od momenta ispada sklopke. Ovaj uređaj aktivira normalna prekostrujna vremenska zaštita u dvije faze, pa prema tome otklanja višepolne smetnje. Uređaj se aktivira nakon isteka udešenog vremena na vremenskom članu, kada dolazi i do iskapčanja sklopke. Velika mu je prednost što se za takovo ponovno ukapčanje ne postavljaju nikakvi posebni zahtjevi na učinske sklopke. Predstavlja, uz jednopolno i tropolno ponovno ukapčanje vodova 110 kV i automatsku regulaciju napona na transformatorima 110/35 kV, bitan doprinos automatizaciji postrojenja 110/35 kV što je neobično važno u momentu prijelaza sa smjenske službe na takozvanu »prisutnost« u ovim postrojenjima. Do sada je ugrađeno u TS Međurić 110/35 kV i pokazalo je dobre rezultate u pogonu. Još će se razmotriti mogućnost i opravdanost da bude aktivirano po isteku udešenog vremena osjetljive prekostrujne zaštite u slučaju neuspjelog brzog ponovnog ukapčanja.

5. Pregled zaštite i automatike u mreži 35 kV

5.1 Postrojenja 110/35 kV

Zaštita i automatika dijela 35 kV postrojenja 110/35 kV prikazana je pregledno na priloženoj slici 3, pa će biti i ukratko opisana.

5.11 *Zračni vodovi 35 kV* opremljeni su:
prekostrujnom vremenskom zaštitom u dvije faze,
pripadnim automatskim uklopničarom,
osjetljivom prekostrujnom vremenskom zaštitom u sumarnom spoju,
primarnim uređajem za tropolno brzo ponovno ukapčanje.

5.12 *Kabelski vodovi 35 kV* opremljeni su:
prekostrujnom vremenskom zaštitom u dvije faze,
osjetljivom prekostrujnom vremenskom zaštitom u sumarnom spoju,
termičkom zaštitom u slobodnoj trećoj fazi,

5.13 *Spojno polje 35 kV* opremljeno je:
prekostrujnom vremenskom zašitom u dvije faze,
osjetljivom prekostrujnom vremenskom zaštitom u sumarnom spoju.

5.2 Postrojenja 35/10 kV

Zaštita 35 kV dijela postrojenja 35/10 kV treba biti provedena kako slijedi.

5.21 *Zračne vodove, transformatorska polja i spojno polje 35 kV* treba opremiti:
prekostrujnom vremenskom zaštitom u dvije faze,
osjetljivom prekostrujnom vremenskom zaštitom u sumornom spoju.

5.22 *Kabelske vodove 35 kV* treba opremiti:
prekostrujnom vremenskom zaštitom u dvije faze,
osjetljivom prekostrujnom vremenskom zaštitom u sumarnom spoju,
termičkom zaštitom u slobodnoj trećoj fazi.

6. Zaključno razmatranje

Ovdje je detaljnije obrađena zaštita i automatika dok se u ostalu problematiku, kako je već spomenuto, nije temeljitije ulazilo. Tako nije provedena ni kvantitativna analiza ograničenja struja, te izvedbe otpornika za uzemljenje. Ipak može se navesti da se zastupa rezistentno uzemljenje, pa za kabelsku mrežu dolaze prvenstveno u obzir elektrolitski otpornici. Jedan takav otpornik upravo se ugrađuje u TE-TO Zagreb.

Za nadzemne mreže dolaze u obzir eventualno žičani otpornici zbog jednostavnosti izrade. Kvantitativna analiza potrebnog ograničenja struja jednopolnog kratkog spoja u mreži 35 kV u uvjetima uzemljenja preko malog otpora naročito u pogledu utjecaja na linije TT razrađena je u upravo završenom elaboratu (april 1964) Instituta za elektroprivredu, Zagreb, pod naslovom *Utjecaj struje dozemnog spoja na liniji TT kod uzemljenja mreže 30 (35) kV preko niskonaponskog otpora.*

Konačno treba konstatirati da je domaća industrija ovladala proizvodnjom odgovarajućih sklopki 35 kV, sposobnih za brzo ponovno ukapčanje s vrlo kratkom beznaponskom pauzom, te odgovarajućih releja i automatike, što je osobito važno zbog velikog broja potrebnih uređaja. Isto tako se već isporučuju odgovarajući elektrolitski otpornici, a prema prethodnim dogovorima neće biti problema da se izradi i koja druga vrsta na traženje elektroprivrede.

U ovoj razradi nisu se iznosili specijalni problemi, koji će se postavljati s obzirom na konfiguraciju mreže, a rješavat će se od slučaja do slučaja, kao što je to slučaj paralelnih vodova dvostrukog napona itd., a što bi moglo dovesti do nejasnoća u osnovnim rješenjima.

Naslov pisca: Velimir Hangi, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

O UZEMLJENJU SREDNJENAPONSKIH MREŽA PREKO DJELATNOG I INDUKTIVNOG OTPORA

Srđan Babić, Željko Zlatar, Mirjana Urbiha-Feuerbach, Zagreb

U neuzemljenim mrežama srednjeg napona, naročito ako su one jako razgranate, sklapanje i intermitirani zemljospoj izaziva visoke prenapone. Krutim uzemljenjem prenaponi se znatno smanje, ali se mogu pojaviti neprilike radi velike struje jednopolnog kratkog spoja. Uzemljenjem preko ispravno odabranog djelatnog ili induktivnog otpora mogu se i prenaponi i struja jednopolnog kratkog spoja svesti na prihvatljive iznose. U članku je prikazano koliki se prenaponi mogu očekivati u mrežama koje su uzemljene preko djelatnog ili induktivnog otpora i koji su kriteriji za izbor ovih uzemljenja.

DK 621.316.99

Većina mreža srednjeg napona kod nas je neuzemljena. Dok takav način pogona ima i neke dobre strane, u mrežama s malom dužinom vodova i slabom razgranatošću, porastom mreža, naročito kabelskih, sve više dolaze do izražaja loše strane takvog pogona. Za dobru stranu smatra se mogućnost da se u nekim slučajevima dozemni kvar otkloni bez prekida pogona. Također, ako je struja zemljospoja na mjestu kvara manja od 10 A, luk u zraku ugasi se sam od sebe pa je tako i kvar eliminiran. U kabelskim mrežama ove prednosti nestaju, budući da se u njima dozemni kvar jedne faze najčešće razvije u kratki spoj između faza zbog termičkog djelovanja luka, pa se bolesni kabel svakako mora iskopčati. U današnjim gradskim mrežama s kabelskim i nadzemnim vodovima struja zemljospoja obično prelazi veličinu struje kod koje se luk sam od sebe ugasi, pa i tu kvar treba iskopčati. Tako je npr. 1961. struja zemljospoja u dijelu mreže oko transformatorske stanice Uklopna VI u Zagrebu iznosila oko 150 A.

Opasnost od visokih prenapona jedan je od najvećih nedostataka neuzemljenih mreža. Iskustvo je pokazalo da ovi prenaponi mogu uzrokovati proboj u izolaciji i na drugim mjestima u sistemu prije nego je prvobitni kvar odstranjen. To može imati za posljedicu prekid pogona u više krugova, a ne samo u jednom što povećava štetu. Kada visoki prenaponi i ne dovedu neposredno do proboja u izolaciji, ako se pojavljuju češće, skraćuju joj životnu dob. Za vrijeme dozemnog spoja na jednoj fazi, napon zdravih faza prema zemlji poraste na iznos linijskog napona. Ovaj napon narinut kroz duže vrijeme na oslabljenu izolaciju, može dovesti do proboja, pogotovo u težim uslovima pogona.

Ispravnim uzemljenjem neutralne tačke prijelazni prenaponi postižu znatno niže maksimalne iznose. Zbog toga će životna dob izolacije biti duža nego u izoliranim sistemima. Statistike kvarova pokazuju da su u uzemljenim sistemima višestruki kvarovi rijetki, a kvarovi uopće rjeđi nego u izoliranim sistemima, pa je pogon pouzdaniji.

S gledišta prenapona najpovoljnije je efikasno uzemljenje, jer su maksimalni prenaponi najniži. Međutim, ovdje se susrećemo s drugom neprilikom. Struja jednopolnog kratkog spoja u ovako uzemljenim sistemima može biti vrlo velika, pa i veća od struje tropolnog kratkog spoja, što zahtijeva primjenu sklopki veće rasklopne snage. Velika struja jednopolnog kratkog spoja može uzrokovati veću štetu na mjestu kvara kao što je npr. izgaranje željeza u statoru generatora ili oštećenje kabela ne samo zbog zagrijavanja vo-

diča već i zbog zagrijavanja kabelskog plašta kroz koji prolazi veliki dio povratne struje.

Uzemljenje električnih sistema preko impedancije u neku ruku je kompromis između izolirane neutralne tačke i efikasnog uzemljenja. Time se postiže ograničenje struje jednopolnog kratkog spoja i prijelaznih prenapona.

1. Uzemljenje električkih sistema preko djelatnog otpora

Uzemljenje preko djelatnog otpora danas se prvenstveno upotrebljava u kabelskim mrežama srednjih napona između 2 i 15 kV. Svrha takvog načina uzemljenja je ta, da se struja jednopolnog kratkog spoja ograniči na iznos koji je prilično manji od struje tropolnog kratkog spoja, te tako spriječe veće štete na mjestu kvara. S druge pak strane ova struja mora biti dovoljno velika da bude osiguran pouzdan rad relejne zaštite. Struja jednopolnog kratkog spoja ograničena je prema gore i zbog toga, što gubici snage u otporniku postanu toliki da on postane neekonomičan.

Djelatni otpor uzemljenja ima još jednu dobru stranu, a ta je, da smanjuje veličinu prijelaznih prenapona prema prenaponima u izoliranim sistemima.

U sistemima uzemljenim preko djelatnog otpora, za veličine koje se u praksi upotrebljavaju, povišenje napona pogonske frekvencije za vrijeme dozemnog kvara, približno je jednako kao i kod neuzemljenih sistema. Znači, da napon zdravih faza prema zemlji postane približno jednak linijskom naponu sistema. To uvjetuje da kabele, nadzemne vodove, aparate i ostalu opremu u sistemima uzemljenim preko djelatnog otpora treba dimenzionirati tako, da izdrže puni linijski napon sistema. Isto tako i odvodnici prenapona odabiru se prema linijskom naponu, (»odvodnici prenapona za pogon s neuzemljenom neutralnom tačkom«).

Povišenje napona pogonske frekvencije zdravih faza prema naponu koji je postojao prije nastanka dozemnog kvara, ovisi o odnosu komponenata impedancija sistema s obzirom na mjesto kvara. Ako se pretpostavi da je direktna impedancija $\overline{Z}_d$ s obzirom na mjesto kvara jednaka inverznoj $\overline{Z}_i$, a kvar se desio u fazi A, naponi zdravih faza B i C mogu se izračunati, uz zanemareni otpor kvara, pomoću izraza:

$$\overline{V}_B = \left(-1{,}5 \frac{\frac{R_o}{jX_d} + \frac{X_o}{X_d}}{2 + 2\frac{R_d}{jX_d} + \frac{R_o}{jX_d} + \frac{X_o}{X_d}} - j0{,}866 \right) \cdot \overline{V}_n$$

$$\overline{V}_C = \left(-1{,}5 \frac{\frac{R_o}{jX_d} + \frac{X_o}{X_d}}{2 + 2\frac{R_d}{jX_d} + \frac{R_o}{jX_d} + \frac{X_o}{X_d}} + j0{,}866 \right) \cdot \overline{V}_n$$

gdje je

R_d, R_o — direktna i nulta komponenta djelatnog otpora s obzirom na mjesto kvara

X_d, X_o — direktna i nulta komponenta reaktancije s obzirom na mjesto kvara

$\overline{V}_B$, $\overline{V}_C$ — povišeni napon pogonske frekvencije faza B i C na mjestu kvara

$\overline{V}_n$ — normalni fazni napon.

Ako se prijelazni otpor kvara R_k ne može zanemariti, napon bolesne faze A prema zemlji ($\overline{V}_A$) i naponi zdravih faza B i C ($\overline{V}_B$ i $\overline{V}_C$) prema zemlji na mjestu kvara jesu:

$$\overline{V}_A = \frac{3\frac{R_k}{jX_d}}{2 + 2\frac{R_d}{jX_d} + \frac{X_o}{X_d} + \frac{R_o}{jX_d} + 3\frac{R_k}{jX_d}} \cdot \overline{V}_n$$

$$\overline{V}_B = \left(-1{,}5 \frac{\frac{X_o}{X_d} + \frac{R_o}{jX_d} + \frac{R_k}{jX_d}}{2 + 2\frac{R_d}{jX_d} + \frac{X_o}{X_d} + \frac{R_o}{jX_d} + 3\frac{R_k}{jX_d}} - j0{,}866 \right) \cdot \overline{V}_n$$

$$\overline{V}_C = \left(-1{,}5 \frac{\frac{X_o}{X_d} + \frac{R_o}{jX_d} + \frac{R_k}{jX_d}}{2 + 2\frac{R_d}{jX_d} + \frac{X_o}{X_d} + \frac{R_o}{jX_d} + 3\frac{R_k}{jX_d}} - j0{,}866 \right) \cdot \overline{V}_n$$

Ovi izrazi također vrijede uz pretpostavku da je $\overline{Z}_d = \overline{Z}_i$.

Otpor kvara može utjecati na veličinu napona zdravih faza tako, da ih poveća prema naponima kada je taj otpor zanemariv, mada u većini slučajeva djeluje u smislu smanjenja napona.

Direktna komponenta djelatnog otpora R_d smanjuje napone zdravih faza. Što je omjer R_d/X_d veći, povećanje napona zdravih faza je manje, jer je ovaj omjer uvijek pozitivan (X_d je induktivno). Nulta komponenta djelatnog otpora R_o i reaktancija X_o ovise o načinu uzemljenja. U sistemima uzemljenim preko djelatnog otpora X_o može biti induktivno ili kapacitivno pa je omjer X_o/X_d pozitivan ili negativan. To ovisi o broju i smještaju uzemljenih neutralnih tačaka i o veličini priključenih vodova.

Nulta reaktancija X_o bit će redovito induktivna, a prema tome omjer X_o/X_d pozitivan, ako je djelatni otpor uzemljenja malen. U tom slučaju povišeni napon pogonske frekvencije između zdravih faza i zemlje u slučaju jednopolnog kratkog spoja neće biti viši od normalnog linijskog napona, a napon između neutralne tačke i zemlje od normalnog faznog napona.

Ako je djelatni otpor uzemljenja velik, može se desiti da nulta reaktancija reducirana na mjesto kvara bude kapacitivna. U tom slučaju omjer X_o/X_d je negativan. Tada u slučaju jednopolnog kratkog spoja napon pogonske frekvencije između zdravih faza i zemlje može porasti iznad veličine normalnog linijskog napona, a napon između neutralne tačke i zemlje iznad normalnog faznog napona.

Prenaponi pogonske frekvencije u slučaju dozemnoga kvara u sistemima koji su uzemljeni preko djelatnog otpora, približno su jednaki po veličini onima u izoliranim sistemima. S druge strane, međutim, iskustvo je pokazalo da su maksi-

malni iznosi prijelaznih prenapona (koji su frekvencije više od pogonske), u sistemima uzemljenim preko djelatnog otpora mnogo manji nego u izoliranim sistemima. Pri tom, što je djelatni otpor uzemljenja manji, bit će manje i amplitude prijelaznih prenapona. Poželjno je, da se otpor uzemljenja, ukoliko je to moguće, odabere tako da amplituda prijelaznih prenapona bude niža od proradnog napona odvodnika prenapona.

Prijelazni prenaponi javljaju se kao posljedica sklapanja i intermitiranog zemljospoja. Visoki iznosi prenapona sklapanja mogu se naročito očekivati, ako u sklopkama prilikom isklapanja dolazi do povratnih paljenja. Djelatni otpor između neutralne tačke i zemlje smanjuje mogućnost nastanka višestrukih povratnih paljenja. Ako su struja i napon u fazi, njihove momentane vrijednosti istovremeno imaju iznos nula, pa se luk u sklopci ugasi bez ponovnih paljenja, jer ne postoji napon koji bi izazvao oscilacije. Budući da djelatni otpor u krugu čini da je kut između napona i struje u slučaju dozemnoga kvara malen, u trenutku prolaza struje kroz nulu momentana vrijednost napona je obično dovoljno malena, pa u sklopci ne dolazi do povratnog paljenja. Ako do njih i dođe, gubici u djelatnom otporu ograničavaju amplitude prijelaznih prenapona.

Djelatni otpor između neutralne tačke i zemlje smanjuje i veličinu prenapona kojima je uzrok intermitirani luk između jedne faze i zemlje. U izoliranim sistemima su maksimalni prenaponi pri intermitiranom zemljospoju jedne faze do 5,5 puta viši od maksimalne vrijednosti normalnog faznog napona. U sistemima uzemljenim preko djelatnog otpora bit će viši samo 2,5 puta. Ovaj broj dobiven teoretskim putem dobro se slaže s rezultatima mjerenja na modelu [4].

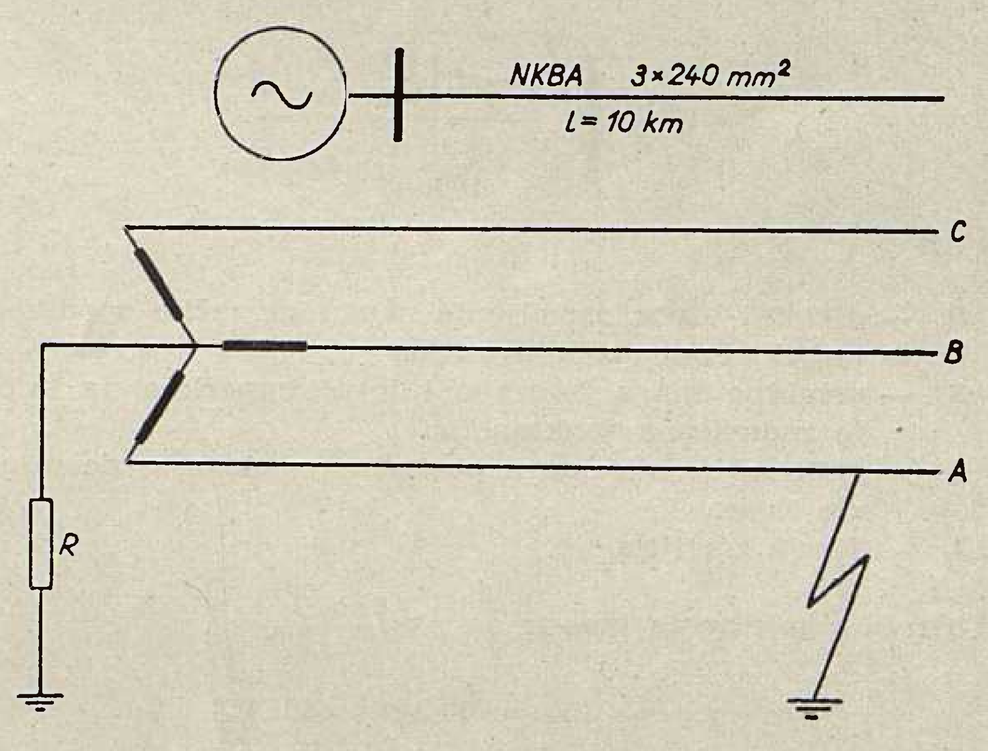
Pri odabiranju veličine djelatnog otpora uzemljenja trebaju biti zadovoljena dva suprotna zahtjeva. Dok s jedne strane djelatni otpor uzemljenja treba biti toliko malen da struja jednopolnog kratkog spoja bude dovoljno velika za sigurno djelovanje zaštite i da veličina prijelaznih prenapona ne bude opasna po izolaciju, s druge pak strane mora biti dovoljno velik da ova struja ne bude u stanju da učini ozbiljne štete na mjestu kvara (npr. izgaranje željeza statora u generatoru). Da ovi zahtjevi budu ispunjeni, prema američkim je iskustvima u većini slučajeva dovoljno da se struja jednopolnog kratkog spoja ograniči djelatnim otporom između neutralne tačke i zemlje tako, da iznosi između 5 % i 25 % struje tropolnog kratkog spoja. Za veće generatore struja kroz djelatni otpor uzemljenja obično je između 100 A i 1,5 puta nazivna struja generatora.

Može se postaviti pitanje, koliki smije biti maksimalni otpor uzemljenja da prijelazni prenaponi ne postanu opasno visoki. Predložene su formule (Petersen, Clem, Clarke) prema kojima se za dani sistem može odrediti maksimalna dozvoljena vrijednost otpora uzemljenja. Međutim, budući da su izvedene uz različite pretpostavke, ove formule mogu dati bitno različite rezultate. Pri tom se redovito najveća vrijednost djelatnog otpora dobije po formuli Petersena.

Preveliki djelatni otpor između neutralne tačke i zemlje može dovesti do toga, da struja jednopolnog kratkog spoja nije dovoljno velika za siguran rad zaštite. Radi toga najprije treba izabrati ovu struju, a tada provjeriti pomoću jednadžbe Petersena ne postoji li opasnost od prevelikih prijelaznih prenapona. Veoma je povoljno, ako uz to djelatni otpor uzemljenja ima iznos koji se dobije pomoću jednadžbe E. Clarke, jer je u tom slučaju znatno smanjena opasnost od intermitiranog luka pri zemljospoju.

Primjer

Uzmimo za ilustraciju sistem koji se sastoji od 10 kilometara dugog kabelskog voda priključenog na generator (sl. 1).



Sl. 1. $U_n = 6$ kV $S_u = 5$ MVA $X''_d = 12\%$ $X'_i = 12\%$ $X'_o = 4\%$

Generator je nazivne snage $S_n = 5$ MVA, napona 6 kV, $X_d = 12\%$, $X_i = 12\%$, $X_o = 4\%$. Kabel NKBA 3 × 240 mm² dugačak je 10 km. Konstante su mu: $R_d = R_i = 0{,}087$ oma/km, $X_{Ld} = X_{Li} = 0{,}085$ oma/km, $R_o = 1{,}73$ oma/km, $X_{LO} = 0{,}134$ oma/km, $C_o = 0{,}40$ F/km. Nazivna struja generatora je:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 480 \text{ A}$$

a) Ako se kvar desi na kraju kabela, struja tropolnog kratkog spoja iznosi

$$I_{III} = \frac{6000/\sqrt{3}}{0{,}87 + j(0{,}85 + 0{,}95)} = 1730 \text{ A}$$

Ako je minimalna odabrana struja jednopolnog kratkog spoja, koja je dovoljna za proradu relejne zaštite 200 A (što je između 5 % i 25 % struje tropolnog kratkog spoja), djelatni otpor uzemljenja dobije se iz izraza za izračunavanje ove struje.

$$I_I = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n}{3R + Z_O + Z_I + Z_d}$$

Za zadani primjer može se napisati

$$I_I \approx \frac{\sqrt{3} \cdot U_n}{3R + R_o}$$

Odavde je

$$R = \frac{\sqrt{3}\, U_n}{3 \cdot I_I} - \frac{R_o}{3} = \frac{U_f}{I_I} - \frac{R_o}{3}$$

gdje je

R — djelatni otpor uzemljenja
U_f — fazni napon generatora
I_I — odabrana minimalna struja jednopolnog kratkog spoja
R_o — nulta komponenta djelatnog otpora s obzirom na mjesto kvara.

Ako je I_I = 200 A dobije se za djelatni otpor uzemljenja:

$$R = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 200} - \frac{17{,}3}{3} = 11{,}5 \text{ oma.}$$

b) Provjerimo pomoću formule Petersena, da li će ovaj iznos otpora uzemljenja zadovoljiti s obzirom na veličinu prijelaznih prenapona:

$$R = \frac{1}{\omega (C_A + C_B + C_C)}$$

C_A, C_B, C_C — dozemni kapacitet faza A, B i C.
Uvrštenjem se dobije R = 266 oma,
Budući da je otpor dobiven formulom Petersena veći od 11,5 oma, ne postoji opasnost od previsokih prijelaznih prenapona.

c) Izračunajmo koliki se djelatni otpor uzemljenja dobije pomoću formule E. Clarke. Ova formula ima oblik:

$$R = 10 \frac{U^2}{S} \sqrt{\frac{x - x^2 \left(\frac{\sqrt{3}}{100} \cdot \frac{U}{S} I_Z\right)}{\frac{\sqrt{3}}{100} \cdot \frac{U}{S} \cdot I_Z}}$$

gdje je

R — djelatni otpor uzemljenja neutralne tačke u omima
U — linijski napon u kilovoltima
S — prividna snaga izvora u kilovoltamperima na koju je reducirana reaktancija
x — reaktancija sistema u postocima s obzirom na mjesto kvara
I_Z — struja zemljospoja.

Struja zemljospoja iznosi:

$$I_Z = \sqrt{3} \cdot U \cdot C_Z \cdot \omega \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 13 \text{ A}.$$

Ako se promatra slučaj kada se jednopolni kratki spoj desi na priključnicama generatora, reducirana impedancija s obzirom na mjesto kvara je:

$$Z = 3R + j(12 + 12 + 4) = 3R + j\,28$$

Djelatni otpor uzemljenja iznosi:

$$R = 10 \cdot \frac{6^2}{5000} \sqrt{\frac{9{,}3 - 9{,}3^2 \left(\frac{\sqrt{3}}{100} \cdot \frac{6 \cdot 13}{5000}\right)}{\frac{\sqrt{3}}{100} \frac{6 \cdot 13}{5000}}} = 13{,}3 \text{ oma}$$

$$R = 185\,\%$$

Uz ovu vrijednost djelatnog otpora imat će struja jednopolnog kratkog spoja na mjestu kvara samo djelatnu komponentu, jer je na tom mjestu induktivna komponenta struje jednopolnog kratkog spoja jednaka kapacitivnoj struji zemljospoja.

Struja jednopolnog kratkog spoja iznosi:

$$I_I = \frac{100 \cdot I_n}{R + j \cdot \frac{X}{3}} = 260 \text{ A}$$

Induktivna komponenta struje kratkog spoja je I_{ind} = 13 A, a tolika je i izračunana kapacitivna struja zemljospoja.

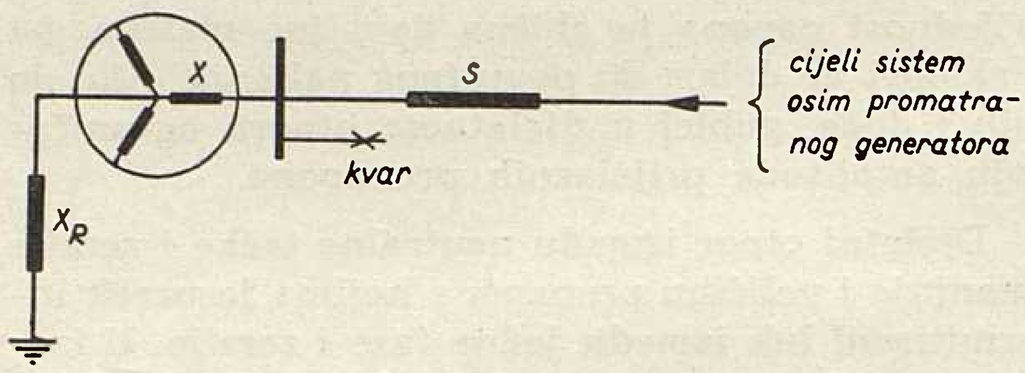
Ako se jednopolni kratki spoj dogodi na kraju kabela, struja jednopolnog kratkog spoja na mjestu kvara bit će djelatna, ako je otpor uzemljenja 14,7 oma.

Prema kriteriju E. Clarke maksimalna dozvoljena vrijednost otpora je u našem primjeru 13,3 oma, jer je tada u slučaju jednopolnog kratkog spoja na bilo kojem mjestu, struja kvara ili čista djelatna ili induktivna. Za komplicirane mreže bilo bi potrebno izvršiti račun za slučaj kratkog spoja u raznim tačkama sistema pa dobivenu minimalnu vrijednost djelatnog otpora smatrati maksimalno dozvoljenom.

Prema tome otpor uzemljenja od 11,5 oma dobiven na način pod a) zadovoljava kriterij E. Clarke.

2. Uzemljenje preko induktivnog otpora

Uzemljenje preko induktivnog otpora obično se upotrebljava u sistemima s naponom preko 15 kV. Ako je struja jednopolnog kratkog spoja veća od 25 % struje tropolnog kratkog spoja, uzemljenje preko djelatnog otpora postaje nepovoljno, jer veliki gubici snage u otporniku dovode do toga da otpornik postane skuplji od prigušnice. Radi toga se za ograničenje struje jednopolnog kratkog spoja na iznos između 25 % struje tropolnog kratkog spoja i punog iznosa struje tropolnog kratkog spoja, upotrebljava uzemljenje preko prigušnice. Ograničenje struje jednopolnog kratkog spoja na veličinu manju od 25 % struje tropolnog kratkog spoja nije preporučljivo zbog opasnosti od previsokih prijelaznih prenapona.



Slika 2

U sistemima koji su uzemljeni preko prigušnice čiji induktivni otpor je manji od induktivnog otpora rezonantne prigušnice, nulta komponenta reaktancije s obzirom na mjesto kvara uvijek je induktivna, pa je omjer X_0/X_d uvijek pozitivan. Omjer R_0/X_d relativno je malen. Budući da struji jednopolnog kratkog spoja, koja je jednaka 25 % struje tropolnog kratkog spoja, odgovara približno omjer X_0/X_d = 10, a struji jednopolnog kratkog spoja jednakoj 100 % struje tropolnog kratkog spoja omjer X_0/X_d = 1, znači da u sistemima uzemljenim preko prigušnice omjer X_0/X_d leži između 1 i 10. Sistem se smatra uspješno uzemljen, ako je za svaki dio mreže i za cijelu mrežu ispunjen uvjet $X_0/X_d < 3$ i $R_0/X_d < 1$, pa u nekim slučajevima sistem uzemljen preko prigušnice može biti uspješno uzemljen. Uz omjer X_0/X_d = 3 struja jednopolnog kratkog spoja približno je jednaka 60 % struje tropolnog kratkog spoja.

Ako su u slučaju uzemljenja preko prigušnice ispunjeni omjeri $X_0/X_d < 3$ i $R_0/X_d < 1$, napon zdravih faza u slučaju jednopolnog kratkog spoja neće biti viši od 140 % normalnog faznog napona. U tom slučaju mogu se upotrijebiti odvodnici prenapona za uspješno uzemljeni sistem. Ako je $X_0/X_0 > 3$, naponi zdravih faza prema zemlji za vrijeme kvara leže između 140 % i 173 % nor-

malnog faznog napona. Tada je potrebno odabrati odvodnike prenapona za neuzemljene sisteme.

Smatra se da je sa stanovišta prijelaznih prenapona uzemljenje preko djelatnog otpora povoljnije od uzemljenja preko induktivnog otpora, osim ako je induktivni otpor prigušnice tako malen da se sistem može smatrati uspješno uzemljen.

Umetanjem prigušnice između neutralne tačke i zemlje, induktivni otpor prigušnice pribraja se u slučaju dozemnog kvara induktivnom otporu sistema, što ima za posljedicu veliki kut između struje jednopolnog kratkog spoja i napona. U trenutku naime kad je momentana vrijednost struje jednaka nuli, momentana vrijednost napona je blizu maksimalne vrijednosti, pa pri iskapčanju kratkog spoja dolazi do visokih prenapona. Istraživanja na modelima pokazala su da uz omjer $X_0/X_d < 3$ amplituda prijelaznih prenapona ne prelazi 250 % amplitude normalnog faznog napona. Povećanjem reaktancije prigušnice, odnosno omjera X_0/X_d, rastu i amplitude prenapona. Smatra se, da s obzirom na veličinu prijelaznih prenapona nije dozvoljeno da omjer X_0/X_d prijeđe 10. Već uz omjer $X_0/X_d = 12$ dobiveni su na modelu prenaponi kojima je amplituda bila 460 % amplitude normalnog faznog napona [4].

Induktivni otpor prigušnice za uzemljenje odabire se prema željenoj struji jednopolnog kratkog spoja. Ako se uzemljuje generator, pretpostavlja se, da se kratki spoj desio na priključnicama generatora. Pri tom struju jednopolnog kratkog spoja treba ograničiti između 25 % i 100 % struje tropolnog kratkog spoja.

Ako struju jednopolnog kratkog spoja želimo ograničiti na iznos struje tropolnog kratkog spoja, a djelatne otpore u sistemu zanemarimo, može se, poznavajući direktnu inverznu i nultu reaktanciju otpora generatora i preostalog dijela sistema (sl. 2), odrediti induktivni otpor prigušnice u postocima, pomoću izraza:

$$X_R = \frac{S_0 (X_d X_i + 2 X_d S_i - X_i S_i) + X_0 (X_d S_i - X_i S_i - X_i S_0 - S_0 S_i)}{3 (X_i S_0 + X_i S_i - X_d S_i + S_0 S_i)}$$

gdje je

X_d, X_i, X_0 — direktna, inverzna i nulta reaktancija promatranog generatora

S_d, S_i, S_0 — direktna, inverzna i nulta reaktancija preostalog dijela sistema

X_R — induktivni otpor prigušnice za uzemljenje

Uzmimo kao primjer sistem na sl. 1. Budući da je $S_0 = \infty$, a $X_d = X_i$, uvrštenjem u gornju jednadžbu dobije se induktivni otpor uzemljenja:

$$X_R = \frac{X_d - X_0}{3} = 2{,}7\ \% = 0{,}2 \text{ oma}$$

Literatura

[1] L. J. Carpenter, L. G. Levoy, *System Grounding*, Industrial Power Systems Handbook, New York 1955

[2] AIEE Committee Report, *Application Guide for the Grounding of Synchronous Generator Systems*, AIEE Trasactions, juni 1953.

[3] AIEE Committee Report, *Application Guide on Methods of Neutral Grounding of Transmission Systems*, AIEE Transactions, august 1953

[4] R. L. Witzke, *Power System Voltages and Currents During Abnormal Conditions*, Electrical Transmission and Distribution Reference Book, 1950

[5] E. Clerke, S. B. Crary, H. A. Peterson. *Overvoltages During Power System Faults*, AIEE Transactions, 1939

[6] W. W. Lewis, *Grounding the Neutral Through Resistance or Reactance*, General Electric Review, 1929

[7] Noverino Faletti, *Il collegamento a terra del neutro nelle reti di distribuzione a media tensione*, L'Energia elettrica, maj 1957

Naslovi pisaca: Srđan Babić, dipl. ing., Željko Zlatar, dipl. ing., Mirjana Urbiha-Feuerbach, dipl. ing., Zavod za visoki napon Elektrotehničkog fakulteta Zagreb

ANALIZA PRIMJENE I PONAŠANJA ODVODNIKA PRENAPONA U PRIJENOSNIM I DISTRIBUTIVNM MREŽAMA SR HRVATSKE

Ivo H r s, Zagreb

Analizirana je primjena odvodnika prenapona u mreži 110 kV, te dijelu mreže 30 (35) kV i 10 kV. Praćenje kvarova na odvodnicima u periodu od 5 godina pokazuje, da u mreži 30 (35) kV treba odabrati odvodnike klase 10 kA, koji su se pokazali vrlo sigurnima u pogonu. Primjena odvodnika klase 5 kA, međutim u mreži 10 kV potpuno je ekonomski opravdana. U mreži 110 kV u promatranom periodu odvodnici prenapona rade pod lakšim uvjetima (nazivna struja je redovito 10 kA, a vodovi su zaštićeni zaštitnim užetom), no bez obzira na to pokazali su vrlo dobre rezultate.

DK 621.316.1 : 621.316.933

Uvod

Odvodnik prenapona igra nesumnjivo ogromnu ulogu u ekonomici elektroprivrede. Njegova je dužnost ne dozvoliti da naponski valovi visoke amplitude, uzrokovani atmosferskim pražnjenjima, prodru u transformatore i ostale skupe uređaje postrojenja. Na primjedbe, koje se mogu čuti u našoj zemlji, a koje osporavaju veliku zaštitnu vrijednost odvodnika prenapona, može se odgovoriti slijedećom tabelom o brojevima kvarova u zaštićenim i nezaštićenim transformatorskim stanicima u jednom dijelu Njemačke [6].

Napon	Broj promatranih stanica		Broj olujnih smetnja u stanicama		Broj šteta uslijed olujnih smetnja u stanicama	
kV	zaštićenih	nezaštićenih	zaštićenim	nezaštićenim	zaštićenim	nezaštićenim
10	3657	4132	38 (1,0)*	198 (4,8)	36 (1,0)	184 (4,5)
20	7830	9675	118 (1,5)	476 (4,9)	75 (1,0)	249 (2,6)

* Brojevi u zagradi odnose se na 100 stanica.

Odnos kvarova ~ 1 : 3 u zaštićenim i nezaštićenim stanicama svakako opravdava upotrebu odvodnika prenapona, kod nas posebno zbog toga, što su naša postrojenja i vodovi izloženi nešto većim atmosferskim neprilikama, većem broju grmljavinskih dana (inače su izokerauničke karte Njemačke i Jugoslavije prilično slične).

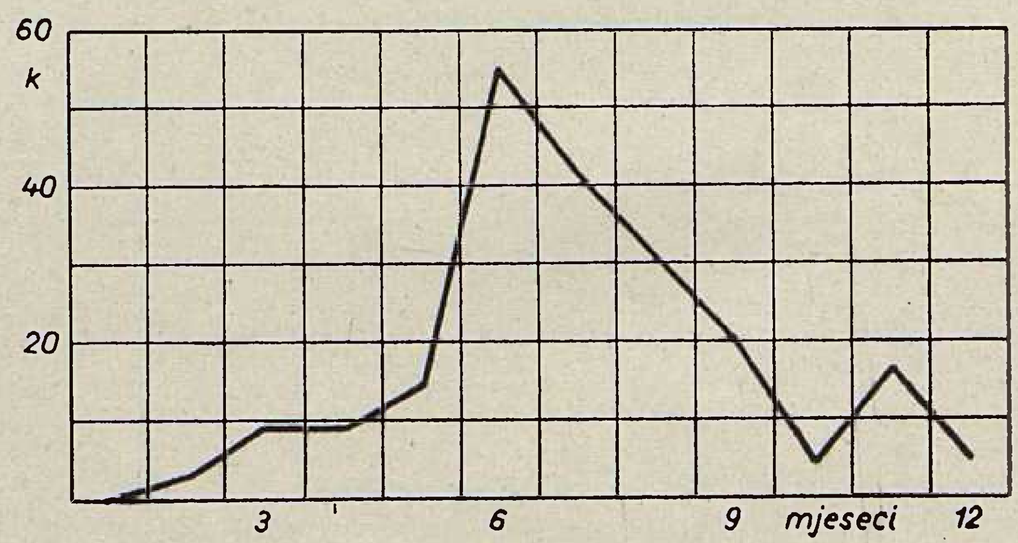
Visoka zaštitna vrijednost, međutim, zavisi prije prije svega od pravilnog izbora nazivnih vrijednosti odvodnika prenapona. S druge strane, i sami odvodnici prenapona izloženi su naprezanjima uslijed atmosferskih pražnjenja i drugih nenormalnih prilika. Ventilni odvodnici prenapona ne mogu se baš pohvaliti jeftinoćom, ali su uvijek i za svaki naponski nivo daleko jeftiniji od štićene opreme. Ipak, ekonomika zahtijeva da o kvarovima i uzrocima kvarova na odvodnicima treba voditi brigu. Ovo posebno zbog toga, što kvar na odvodniku može izazvati ispad čitavog sistema. Tako je, na primjer, od svih ispada prijenosnih sistema u Jugoslaviji prosječno 2 % uzrokovano kvarom na odvodniku prenapona, a u distributivnim mrežama 3,5 %. Precizna statistika kvarova odvodnika i stručna procjena uzroka svakog pojedinog kvara, može presudno pomoći pri otkrivanju prevladavajućeg uzroka kvarova i time omogućiti sagledavanje mjera za borbu protiv uzroka kvarova.

Ovdje je prikazana primjena i ponašanje u pogonu odvodnika prenapona u cjelokupnoj mreži 110 kV SR Hrvatske, te u jednom dijelu mreže 30 (35) i 10 kV, u periodu od 1. 1. 1959. do 31. 12. 1963. dakle ukupno 5 godina. Zahvaljujemo poduzećima »Elektroprenos« Zagreb, »Elektroprenos«, Split, »Elektroslavonija«, Osijek i »Elektra«, Zagreb, koji su svojom saradnjom na prikupljanju podataka i stručnoj procjeni uzroka svakog kvara mnogo pomogli u ovom poslu.

1. Mreža nazivnog napona 10 kV

Ovdje je bilo najteže doći do vjerodostojnih podataka o primjeni i kvarovima odvodnika prenapona. Posebno je bilo nemoguće ustanoviti, da li je izbor nazivnih vrijednosti bio pravilan, jer o tome ne postoji nikakva evidencija. Mreža je izolirana, i nazivni napon odvodnika smije biti najmanje 12 kV, a ocjenjuje se da je to redovito slučaj. Nazivna struja je izabrana 5 kA u većini slučajeva, što je u redu, iako u velikom broju slučajeva nastupaju struje groma znatno više od 5 kA. No, primjena odvodnika najviše klase (10 kA) ovdje sasvim sigurno ne bi bila ekonomična.

Jedini podaci, koji su sasvim pouzdani su broj postavljenih odvodnika na promatranom području (Zagreb i okolica, Osijek i okolica), i broj kvarova na tim odvodnicima u promatranom periodu (ovdje je taj period 4 godine, od 1. 1. 1960. — 31. 12. 1963. jer za 1959. nije bilo moguće sakupiti



Sl. 1. Dijagram raspodjele broja kvarova (k) po mjesecima u promatranoj mreži 10 kV

podatke). Procjena uzroka kvarova također se mora primiti s rezervom, jer takve procjene je vršilo nedovoljno stručno osoblje. Naime, od ukupno 213 kvarova u promatranom području i periodu, svi su proglašeni oštećenima uslijed atmosferskog prenapona. To je malo vjerojatno, iako je sasvim sigurno da veliku većinu kvarova uzrokuju atmosferski prenaponi i struje veće od odvodne moći odvodnika.

U slijedećoj tabeli i u dijagramu na slici 1 prikazano je kretanje kvarova po mjesecima i godinama:

Godina	Mjeseci												Ukupno	Broj promatranih odvodnika
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1960	0	0	0	0	2	17	3	3	13	1	4	3	46	1587
1961	0	1	0	0	4	21	12	4	1	2	6	0	51	1716
1962	0	0	5	5	0	15	16	7	0	0	8	0	56	1845
1963	0	1	5	5	11	1	10	17	7	1	0	2	60	1974
Ukupno	0	2	10	10	17	54	41	31	21	4	18	5	213	

Raspodjela kvarova po mjesecima daje naslutiti da se radi o kvarovima uslijed atmosferskih prenapona, jer je velika većina kvarova nastupila u ljetnom periodu, ali se ne može dokazati da su svi kvarovi nastali od napona atmosferskog porijekla.

Interesantan je podatak o specifičnom broju kvarova na postavljenih 100 odvodnika, koji se može izračunati iz broja kvarova i broja postavljenih odvodnika:

1960	1961	1962	1963	god. prosječno
2,9 %	2,97 %	3,04 %	3,04 %	3 %

što znači da se godišnje na 100 postavljenih odvodnika kvare 3 odvodnika. Ovaj broj na prvi pogled ne izgleda visok, ali treba istaći da u njemačkim mrežama takvog nazivnog napona ovaj specifični broj šteta iznosi svega ~ 0,5 %! [1 . . . 6]. Velika razlika može se djelomično opravdati većim brojem grmljavinskih dana i većim strujama rasterećenja u nas, odnosno većim brojem postavljenih odvodnika u našim trafostanicama. Naime, u promatranom području sve su zračne stanice 10 kV i svi izvodi 10 kV iz stanica 30/10 kV zaštićeni odvodnicima prenapona, dok je u njemačkim mrežama dio stanica zaštićen cijevnim odvodnicima prenapona, koji nisu obuhvaćeni u ovih 0,5 %, a osim toga dio stanica uopće nije zaštićen odvodnicima prenapona. Zbog takve veće »gustoće« ventilnih odvodnika u nas od jednog udarca groma mogu stradati istovremeno dva ili više odvodnika.

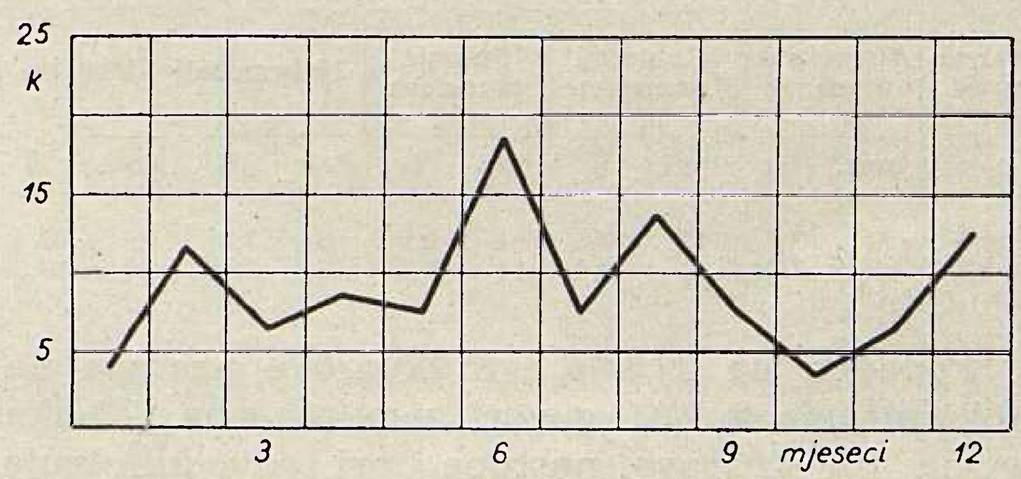
2. Mreža nazivnog napona 30 (35) kV

Promatrani su odvodnici prenapona u vodovima i stanicama 30 i 35 kV koje uzdržavaju »Elektroprenos«, Zagreb, »Elektroprenos«, Split, »Elektroslavonija«, Osijek i »Elektra«, Zagreb. Period promatranja je 5 godina (1. 1. 1959 do 31. 12. 1963).

Najprije ćemo prikazati frekvenciju kvarova po mjesecima i godinama u slijedećoj tabeli u pripadnom dijagramu na sl. 2.

Godina	Mjeseci												Ukupno	Broj promatranih odvodnika
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1959	0	1	0	4	4	2	3	2	0	0	0	1	17	379
1960	1	1	1	0	0	1	1	2	7	3	1	8	26	430
1961	0	2	0	1	2	12	2	0	1	1	0	4	25	445
1962	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	4	0	8	471
1963	3	7	4	4	2	4	2	10	0	0	1	0	37	495
Ukupno	4	12	6	9	8	20	8	15	8	4	6	13	113	

Primjećuje se sasvim drugačija razdioba kvarova tokom godine, pa bi se na prvi pogled moglo zaključiti da ovdje ne prevladavaju kvarovi uslijed atmosferskih prenapona. Međutim, treba uzeti



Sl 2. Dijagram raspodjele broja kvarova (k) po mjesecima u promatranoj mreži 30 (35) kV

u obzir činjenicu, da je jedan dio odvodnika prenapona promatran u dalmatinskom području, gdje se grmljavinske oluje pojavljuju tokom cijele godine, a ne samo u ljetnom periodu. U narednoj tabeli prikazani su kvarovi raspodijeljeni prema uzrocima kvarova (ove procjene vršilo je stručno osoblje i možemo ih smatrati pouzdanima):

Uzroci kvarova									
Atmosferski prenaponi		Unutarnji prenaponi		Pucanje porculana		Nepoznato		Ukupno	
broj kvarova	%	broj kvarova	%	broj kvarova	%	broj kvarova	%	broj kvarova	%
75	66,4	13	11,5	12	10,6	13	11,5	113	100

Atmosferski prenaponi uzrokuju i ovdje veliku većinu kvarova odvodnika. Ovo dovodi do pomisli da nije dobro izabrana nazivna struja odvodnika. S druge strane, priličan broj kvarova uslijed unutarnjih prenapona navodi na pomisao o neispravno izabranom nazivnom naponu odvodnika. O tome će malo kasnije biti više riječi.

10,6 % od svih kvarova čine lomovi porcelanskog kućišta, i to redovito donje ili gornje metalne kape. Svi ovi kvarovi nastali su zimi, dakle kod vrlo niskih temperatura.

Računaju li se brojevi kvarova na 100 odvodnika dobivaju se iznenađujuće visoki procenti:

1959	1960	1961	1962	1963	god. prosječno
4,48 %	6,04 %	5,6 %	1,7 %	7,48 %	5,06 %

Pet kvarova godišnje na 100 postavljenih odvodnika je znatno viši postotak nego u mreži, 10 kV, a pogotovo znatno viši od postotka u takvim njemačkim mrežama, koji iznosi samo ~ 0,65 %! Zbog toga je ovdje potrebna dublja analiza uzroka ovako visokog broja kvarova odvodnika prenapona.

U promatranoj mreži primjenjivani su odvodnici nazivnih struja 5 kA i 10 kA. U početku promatranog perioda znatno su prevladavali odvodnici 5 kA, dok je na kraju perioda veći broj ugrađenih odvodnika 10 kA. Grubo se može reći da su obje klase odvodnika u prosjeku primjenjivane u podjednakom broju. Međutim, velika većina kvarova nastaje na odvodnicima klase 5 kA, kao što se to vidi iz slijedeće tabele:

Nazivna struja	Uzroci kvarova									
	Atmosferski prenapon		Unutarnji prenapon		Pucanje porculana		Nepoznato		Ukupno	
	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%
5 kA	71	63	12	10,6	1	0,9	9	7,8	93	82,3
10 kA	4	3,55	1	0,9	11	9,7	4	3,55	20	17,7

Podatak, da 82,3 % svih kvarova nastupa na odvodnicama 5 kA, govori sam za sebe. Velika većina tih kvarova nastupa pri odvodu struje groma veće od odvodne moći odvodnika. Očito su odvodnici 5 kA preslabi u odnosu na struje groma, koje se na promatranom području pojavljuju. Ovo pogotovo zbog toga, što je samo cca 15 % promatranih vodova štićeno zaštitnim užetom, pa je velika većina vodova izložena direktnom udaru groma. Primjećuje se da su na odvodnicima 10 kA nastala u 5 godina samo 4 kvara od atmosferskih napona, što znači da oni uspješno podnose radne uslove. Dalje, kvarovi uslijed unutarnjih prenapona (uzroci su uglavnom prenaponi sklapanja), nastali su, s jednom iznimkom, svi na odvodnicima 5 kA. Oni imaju nešto niži proradni izmjenični napon nego odvodnici 10 kA, a osim toga i znatno manju vodljivost otpornih elemenata, pa ne mogu izdržati odvod velike energije, koja tom prilikom prolazi kroz odvodnik. Veći broj mehaničkih lomova porculana na odvodnicima 10 kA teško je komentirati, a vjerojatno nastaju zbog proizvodnih grešaka na vezivu između porculana i metalnih kapa.

Specifični broj šteta sasvim je različit za odvodnike 5 kA i 10 kA. Sada će biti pokazani specifični brojevi šteta za obje vrste odvodnika, i to za posljednje tri godine promatranog perioda (za 1959. i 1960. nije se pouzdano mogao ustanoviti udio odvodnika 5 kA i 10 kA u ukupnom broju postavljenih odvodnika).

Specifični broj kvarova za odvodnike 5 kA:

	1961	1962	1963	prosječno
Broj postavljenih odvodnika	241	225	235	
Broj kvarova	22	6	22	
Broj kvarova na 100 odvodnika	9,13 %	2,67 %	9,37 %	7,06 %

Specifični broj kvarova za odvodnike 10 kA:

	1961	1962	1963	prosječno
Broj postavljenih odvodnika	204	246	260	
Broj kvarova	3	2	15	
Broj kvarova na 100 odvodnika	1,47 %	0,813 %	5,77 %	2,7 %

Sada se može provesti ekonomska analiza. Cijene odvodnika klase 5 kA i onih klase 10 kA (domaće proizvodnje) stoje otprilike u omjeru 1 : 2. Pretpostavi li se da vijek trajanja odvodnika iznosi 10 godina, to se mora umjesto 100 odvodnika 5 kA nabaviti 171, odnosno umjesto 100 odvodnika 10 kA, 127. Odnos cijena je sada 1,71 : 2,54 ili 1 : 1,5. Odbace li se još mehaničke greške pucanja porculana na odvodnicima 10 kA koje su nastale u izuzetno jakoj zimi 1962/63. dobit ćemo odnos cijena 1 : 1,33, što znači da su odvodnici 10 kA samo 33 % skuplji od onih klase 5 kA. Po ovoj računici izlazi da su odvodnici 5 kA još uvijek ekonomičniji od onih 10 kA, no to je samo prividno. Znatno veći broj kvarova na odvodnicima 5 kA znači istovremeno i znatno veći broj ispada vodova, koji mogu nastupiti zbog kvara na odvodniku.

Sve ovo govori u prilog primjeni odvodnika klase 10 kA u našim mrežama 30 (35) kV.

Za izbor nazivnih napona odvodnika može se reći, da je uglavnom ispravan. Za mrežu 30 i 35 kV maksimalni je pogonski napon 38 kV, a nazivni napon odvodnika, s obzirom da je mreža izolirana, treba iznositi najmanje 38 kV.

Međutim, u mreži 30 kV najviši pogonski napon ne dosiže 38 kV, pa je nazivni napon sa 37 kV ili 37,5 kV dobro određen. Ipak je bilo grešaka: pri prijelazu nekih mreža sa 30 na 35 kV, odvodnici se nisu mijenjali, a u tom slučaju je nazivni napon 37 ili 37,5 kV sasvim sigurno prenizak. Ove greške uočene su i u takvim mrežama vrši se izmjena postojećih odvodnika sa odvodnicima višeg reda.

3. Mreža nazivnog napona 110 kV

S odvodnicima u mreži 110 kV zaista nema problema. Promatrana je u periodu od 5 godina čitava mreža 110 kV SR Hrvatske, i u čitavom tom periodu registrirano je samo 5 kvarova odvodnika prenapona. Ukupno je postavljeno 159 odvodnika, a od toga 15 u nul-tačkama transformatora. Od registriranih 5 kvarova ni jedan nije nastupio uslijed atmosferskih prenapona. Tome pogoduju činjenice da su svi odvodnici klase 10 kA, a osim toga 90 % vodova opremljeno je zaštitnim užetom. Tri kvara nastala su zimi, a manifestirali su se pucanjem porculana na spoju s metalnom obujmicom. Preostala 2 kvara uzrokovana su vjerojatno unutarnjim prenaponom, jer je došlo do rasprsnuća odvodnika za lijepog vremena (jedan sasvim sigurno, jer mu je nazivni napon bio 80 (!) kV).

Primijećena je velika šarolikost nazivnih napona promatranih odvodnika. Evo kako to izgleda koncem promatranog perioda:

Nazivni napon kV	127	126,5	126	121	112,5	105	80
Ugrađenih odvodnika	33	9	27	9	3	59	4

Odvodnici nazivnog napona 121 kV i više preostali su u mreži još iz perioda dok je mreža radila sa kompenziranom strujom zemljospoja (sada je mreža kruto uzemljena). Međutim, jer je oprema u ovoj mreži građena za puni nivo izolacije, ovi odvodnici i dalje zadovoljavaju. U slučaju primjene opreme sa smanjenim nivoom izolacije ovi odvodnici ne bi više zadovoljavali uslove koordinacije izolacije. Pronađena 4 odvodnika s nazivnim naponom 80 kV dokaz su da se često zaštita od prenapona vrši vrlo površno. Ovi odvodnici su sigurno bili namijenjeni za ugradnju u nul-tačke transformatora za vrijeme rada mreže sa uzemljenjem preko prigušnica, no nemarno su ugrađeni u fazne vodiče. Takve odvodnike mora razoriti prvi veći unutarnji prenapon (jedan od njih je tako i stradao).

U nul-tačkama ugrađeno je 15 odvodnika slijedećih nazivnih napona:

Nazivni napon kV	52,5	58,5	70
Ugrađenih odvodnika	11	2	2

Nazivni napon 52,5 kV je dobro izabran, budući da prema IEC preporukama on mora biti u kruto uzemljenim mrežama najmanje 0,4 × najviši pogonski napon mreže. Nazivni napon 70 kV također je zaostatak iz doba uzemljenja preko prigušnice, kada je nazivni napon morao biti 0,6 × najviši pogonski napon.

Zaključci

Iz navedene analize jasno proizlaze zaključci:

U mreži 10 kV treba postavljati odvodnike 12 kV a u slučajevima izolirane ili indirektno uzemljene mreže i 5 kA. Odvodnici klase 10 kA ovdje ne bi bili ekonomični, a osim toga u našoj zemlji se ne proizvode za te nazivne napone. Broj kvarova godišnje za naše prilike nije pretjerano visok i ponašanje odvodnika klase 5 kA može se ocijeniti zadovoljavajućim.

U mreži 30 (35) kV statistika kvarova ukazuje na potrebu primjene odvodnika najviše klase, 10 kA. Izvanredno visok broj kvarova na odvodnicima 5 kA znatno smanjuje njihovu prednost pred odvodnicima 10 kA u pogledu jeftinoće. Odvodnici klase 5 kA mogu ovdje naći svoje mjesto jedino u postrojenjima uspješno zaštićenim od direktnog udara groma. Prilikom izbora nazivnog napona treba ovaj biti veći od maksimalnog pogonskog napona, koji se može pojaviti u mreži (u slučaju izolirane ili indirektno uzemljene mreže). Čak je dobro, iz razloga sigurnosti rada odvodnika, ako to dozvoljava faktor koordinacije izolacije, ići i na viši nazivni napon od minimalno dozvoljenog.

Odvodnici u mreži 110 kV, vidi se, dobro rade i praktički se ne kvare.

U ovoj analizi, međutim, nije obuhvaćen problem slabljenja zaštitnih svojstava odvodnika prenapona tokom vremena. Ispitivanja su pokazala, da se nakon niza reagiranja proradni napon odvodnika mijenja, u većini slučajeva se smanjuje. Naime, velike struje oštećuju iskrište odvodnika, elektrode se tope, i time se smanjuje njihov razmak i proradni napon. Zbog toga je potrebno vršiti u redovnim vremenskim razmacima kontrolna ispitivanja odvodnika prenapona, u kojima bi trebalo obuhvatiti mjerenje proradnog izmjeničnog napona i 100 % proradnog udarnog napona sa valom 1,2/50. Ovakva kontrolna ispitivanja u nas se provode vrlo rijetko i u sasvim nejednakim i velikim vremenskim razmacima. Praktički i ne postoje propisi koji zahtijevaju takva ispitivanja. Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja (Sl. list FNRJ od 6. 2. 1957.) propisuju doduše jednom godišnje kontrolu odvodnika prenapona, ali nije jasno što se pod tim razumijeva. »Elektroprenos« — Zagreb, npr., ima interni propis prema kojem treba dati na ispitivanje odvodnike svake tri godine, što predstavlja samo njihovu ocjenu a ne neki obavezni propis. Interesantni su rezultati tih ispitivanja: od 34 ispitana odvodnika iz mreže 110 kV, 12 je imalo prenizak proradni izmjenični napon, a 1 previsok proradni udarni napon. Dakle, skoro 40 % od ispitanih odvodnika trebalo je odbaciti! Ne zna se, međutim, kako dugo su ti odvodnici eksploatirani. Ispitan je također 141 odvodnik iz mreže 30 kV, koji su pokazali bolje rezultate: odbačeno je zbog neispravnosti 19 odvodnika ili 13,5 %. Također nije poznata duljina eksploatacije.

Teško je ocijeniti najpovoljniji vremenski period, nakon kojeg odvodnike treba podvrgnuti kontrolnim ispitivanjima. Skorašnje VII. stručno savjetovanje elektroenergetičara povoljna je prilika da se to pitanje raščisti.

Literatura

[1] W. Zimmermann, *Ergebnis der Störungs- und Schadenstatistik 1950 der Hochspannungsfreileitungs- und Kabelnetze.* Elektrizitätwirtschaft 1953, br. 12.

[2] W. Zimmermann, *Isto za godinu 1951.* Elektrizitätwirtschaft 1953, br. 23.

[3] W. Zimmermann, *Ito za godinu 1952.* Elektrizitätwirtschaft 1954, br. 18.

[4] W. Zimmermann, *Isto za godinu 1953.* Elektrizitätwirtschaft 1955, br. 15.

[5] W. Zimmermann, *Isto za godinu 1954. i 1955.* Elektrizitätwirtschaft, 1957, br. 13.

[6] Erich Waste. *Auswertund der Störungs- und Schadenstatistik 1957 in Bezug auf die Überspanungsschutzgeräte.* Elektrizitätwirtschaft 1960, br. 24.

Naslov pisca: Ivo Hrs, dipl. ing., Zavod za visoki napon Elektrotehničkog fakulteta, Zagreb, Unska b. b.

POSLJEDICE POTRESA U TS 110/30 kV PODVINJE KOD SLAV. BRODA

Dana 13. travnja 1964. u 9.30 h katastrofalni potres zahvatio je područje istočne Slavonije. Prema podacima iz dnevne štampe epicentar potresa nalazio se je nedaleko od Slav. Broda na južnim obroncima planine Dilj između sela Podvinje, Bukovlje, Vranovci i Kindrovo, sa jačinom od 8 stupnjeva u epicentralnom području. Pretpostavlja se, da je žarište potresa bilo na dubini od 50—60 km i da je potresom oslobođena energija bila nekoliko desetaka puta veća od one u potresu u Skoplju, međutim zbog velike dubine žarišta, sama razaranja u epicentralnom području bila su relativno manja, no zato se je potres jako osjetio na udaljenostima od 200 i više kilometara (Beograd, Zagreb). Šteta od potresa na teritoriju općine Slavonski Brod procijenjena je na cca 9 milijardi dinara, a cjelokupna šteta na oko 11,5 milijardi dinara, no izgleda, da u tim iznosima nije obuhvaćena cijela šteta.

TS 110/30 kV Podvinje kod Slav. Broda (»Elektroprenos« Zagreb) smještena je između sela Podvinje i Bukovlje i prema tome se je našla u užem epicentralnom području. Međutim, zbog solidne izvedbe većine građevinskih objekata a možda i zbog toga što je zemljište na kome je građena stanica naplavinskog karaktera, pa prema tome manje sposobno za prijenos udara i vibracija, šteta je na građevinskim objektima i elektrostrojarskom dijelu TS 110/30 kV Podvinje relativno mala, što je vidljivo iz činjenice da je stanica ušla u normalan pogon već u 11.15 h istog dana.

Kod potresa je zapaženo nekoliko primjera interesantnog ponašanja elektrostrojarskog i građevinskog dijela postrojenja 110 i 30 kV, što bi bilo od interesa analizirati i kod izgradnje novih objekata naći druga, povoljnija rješenja, tim više, što cijena izgradnje povoljnije (za potres) varijante neće biti osjetno viša od obične izvedbe. Međutim, primijećena su i neka pozitivna vladanja izvjesnih uređaja za vrijeme potresa, što se a prirori nije moglo očekivati.

Građevinski dio. Građevinski dio TS 110/30 kV Podvinje sastoji se od zgrade komande (2 etaže), odvojene zgrade rasklopnog postrojenja 30 kV (2 etaže), zgrade montažnog tornja uz koju su prigrađene zgrade skladišta, radione sa sanitarnim prostorijama i garaže s tri boksa te stambeno-upravne zgrade (dvije etaže). Vodni i sabirnički portali izvedeni su od centrifugiranog betona; postolja za rasklopne aparate 110 kV su betonska. Svi vodovi 110 i 30 kV koji su priključeni na TS 110/30 kV Podvinje (osim DV 30 kV Bosanski Brod) izvedeni su na betonskim stupovima i to: vodovi 110 kV na stupovima tipa »Šperac«, a vodovi 30 kV na centrifugiranim betonskim stupovima.

Na građevinskom dijelu došlo je do slijedećih oštećenja:

Većina stakala na zgradama komande, montažnog tornja i rasklopnog postrojenja 30 kV u okvirima koji su bili direktno ugrađeni u zgrade (betonski ili željezni) su porazbijana. Interesantno je međutim da nijedno staklo u prozorskim ili vratnim okvirima, bilo drvenim ili željeznim, nije puklo.

U zgradama sa armirano-betonskim kosturom (sve zgrade osim stambeno-upravne) došlo je do manjih pukotina (do 5 mm) na mjestima ispune okvira opekom kao i na dilatacijama između dijelova zgrada. Takove su pukotine nastale i u zgradi rasklopnog postrojenja 30 kV na spojevima okvirne konstrukcije i pregradnih manier-zidova, te na oba bočna zida boksa učinskog transformatora 110/30 kV.

Na stambeno-upravnoj zgradi koja je izvedena bez armiranobetonske okvirne konstrukcije (normalno zidana jednokatnica) došlo je do pojave više pukotina raznih dimenzija, koje su najveće na jugozapadnom uglu zgrade u prizemlju (do 1 cm).

Najviše je stradala zgrada komande, čije je sjeverno (veće) krilo izvedeno okvirnom konstrukcijom a južno (manje) krilo normalno zidano. Dok na sjevernom dijelu skoro da nema nikakovih tragova potresa, na južnom dijelu došlo je do velikih pukotina na zidovima (do 35 mm) te naprskanja i izbacivanja uglova zgrade u prizemlju za 15—20 mm. Kako se u tom dijelu zgrade nalaze važni pomoćni uređaji (u prizemlju dva kompresora, na prvom katu VFT uređaji), te kako je postojala bojazan da ne dođe do još većih pukotina i eventualnog rušenja uslijed naknadnih potresa kao i od vibracija uslijed rada kompresora, to je taj dio zgrade osiguran od rušenja podbočivanjem.

Na svim je zgradama u većoj ili manjoj mjeri došlo do otpadanja žbuke sa zidova, no najviše u zgradi komande i zgradi rasklopnog postrojenja 30 kV.

Na portalima i postoljima aparata u postrojenju 110 kV te na stupovima okolnih vodova nisu primijećena nikakva oštećenja.

Rasklopno postrojenje 110 kV. Tokom potresa došlo je do loma 3 komada odvodnika prenapona proizvodnje AEG tipa SAWFH koji se sastoje od 5 članaka 20 kV i jednog članka 10 kV. Kako je TS Podvinje starije izvedbe, to su navedeni odvodnici prenapona bili montirani u vodnim poljima DV Doboj i Osijek. Tu možda i leži uzrok pucanja dvaju odvodnika, jer je spoj na VF kondenzator bio izveden sa odvodnika pomoću Cu užeta 50 mm² a ne direktno sa voda kako je običajno. Kako je u momentu potresa došlo do njihanja i odvodnika prenapona i postolja sa VF kondenzatorom te do napinjanja spojnog užeta, moralo je doći do pucanja na mjestu najvećeg naprezanja a to je srećom bio odvodnik prenapona (visina oko 3 m) a ne VF kondenzator. U polju DV Osijek puknuti odvodnik bio se nagnuo i napravio dvopolni kratki spoj na susjednom ispravnom odvodniku.

Rasklopno postrojenje 30 kV. U mjernoj ćeliji sistema II došlo je do malog zakretanja naponskih mjernih transformatora tipe VKU-1-30 (izvedba sa uljem) ali bez ikakovih oštećenja. Inače je u sve ćelije na I katu palo dosta žbuke, razbitog stakla i prašine, što međutim nije prouzrokovalo nikakovu štetu. Naknadno je primijećeno, da je došlo do pucanja nekoliko odvodnika prenapona 30—35 kV tipe VOP proizvodnje »Elektrosrbija« Ripanj. Tako je pri-

mijećeno da je na izvodu 30 kV DV Nova Kapela pukao jedan odvodnik VOP-37 a u TS 110/35/10 kV Vinkovci dva odvodnika VOP-42, koji su bili montirani uz kabelsku glavu 35 kV na učinskom transformatoru 110/35 kV. To međutim ne znači da su ti odvodnici pukli uslijed potresa, jer oni uopće imaju izrazitu jaku naklonost za pucanje porculanskog tijela oko prirubnica i onda kada nema potresa, nego postoji mogućnost da je pukotina uslijed potresa postala vidljivija.

Akumulatorska baterija. Na akumulatorskoj bateriji 220 V koja je postavljena u prizemlju zgrade komande (armirani dio zgrade) a koja je izvedena u dvije etaže jedna iznad druge, došlo je do izvrtanja izvjesnog broja posuda na gornjoj etaži. Na sreću elektrode i spojevi zadržali su posude da ne padnu, tako da je baterija ostala stalno u pogonu i time omogućila pravilan rad zaštitnih uređaja i napajanje motorgeneratora za nužno napajanje VFT uređaja. Međutim neugodno je to, što je u posude palo dosta žbuke i prašine i što su se ploče pokretale, tako da će se baterija već ove godine morati podvrgnuti temeljitoj reviziji (izmjena svih elemenata osim posuda).

Zaštitni uređaji. Mada je rad zaštitnih uređaja često izložen kritikama da je bio nepravilan, da je dolazilo do prorada kada nije trebalo, da nije došlo do prorada kada se je to očekivalo i sl. zaštitni uređaji u TS Podvinju za vrijeme potresa radili su potpuno pravilno, što nije bilo očekivati od tako osjetljivih uređaja u navedenim uslovima rada.

Uslijed talasanja ulja u učinskom transformatoru i njegovom strujanju kroz cijev za konzervator došlo je do aktiviranja Bucholzova releja te do signalizacije i isključenja obih transformatorskih sklopki. Na taj je način cijelo konzumno područje TS Podvinja (Slav. Brod, Slav. Požega, Bos. Brod, Derventa i Đakovo) ostalo bez napona i time su spriječene moguće nesreće od rušenja električkih vodova pod naponom. Interesantno je napomenuti da je i učinski transformator u TS 110/35/10 kV Vinkovci isto bio isključen djelovanjem zaštite Bucholz, mada udaljenost te TS od epicentralnog područja iznosi cca 60 km, dok istovremeno zaštita na transformatorima u TS 110/30 kV Brijest kod Osijeka, koja je isto toliko udaljena od epicentra potresa, nije reaginala. To bi bio dokaz da se je udarni val od epicentra kretao kroz stijene duž obronaka Dilja na obronke Fruške gore i dalje (smjer Slav. Brod—Đakovo—Vinkovci—Vukovar), a da je bio prigušivan na naplavinskim područjima prema Osijeku i Županji.

Distantna zaštita na DV 110 kV Osijek (na kome je došlo do dvopolnog kratkog spoja uslijed pada odvodnika prenapona), a koja je tipe L3wyaS proizvodnje BBC izvršila je signaliziranje djelovanjem članova PAR, PAS, PSW, PSII, PSIII, ali nije isključila sklopku. To se međutim ne može smatrati većom neispravnošću, jer je kratki spoj bio vrlo blizu mjernih transformatora, a u tom području distantni relej radi nesigurno.

Distantna zaštita na DV 110 Doboj koja je istog tipa kao i prethodna pravilno je registrirala prorade članova PAS, PAT, PSW, PSII, PSIII, ali nije isključila sklopku jer je smjer energije bio protivan smjeru orijentacije releja.

Osciloperturbograf koji je montiran na relejnoj ploči DV Doboj (tip S, proizvodnje Sadir-Carpentier) pravilno je registrirao sve prorade. Taj snimak, koji je prilično umrljan tintom iz uređaja koja se je izlila od trešnje, čuva se kao raritetan primjerak u Odsjeku za zaštitu i mjerenja »Elektroprenosa« Zagreb.

Uslijed kratkog spoja u polju DV Osijek, te nepostojanja zaštitnih uređaja na drugoj strani voda Brod—Osijek u TS Brijestu, došlo je do ispada sklopki u TS Lukavcu i Zenici te do nestanka napona u cijeloj istočnoj Slavoniji. Međutim TS Vinkovci i Brijest dobile su napon već u 9.47 h preko DV Lukavac—Brčko—Vinkovci—Osijek i mogle nakon toga normalno napajati svoja konzumna područja.

Interesantno je napomenuti, da su sve sklopke u TS 30/10 kV Slav. Brod u momentu potresa bile ispale. No to izgleda nije bilo isključivanje zaštitom, nego kao posljedica trešnje, budući da je poznato da su okidači tih sklopki (Magrini—Elektrosrbija) jako osjetljivi na udarce.

Telekomunikacija. Zahvaljujući već spomenutoj činjenici da je akumulatorska baterija ostala ispravna i bila u stanju da napaja motorgenerator za nužno napajanje VFT uređaja kao i činjenici da su sami uređaji dobro izdržali potres, bili smo u stanju da se koristimo sa 2 od 3 uređaja i to smjer Osijek (BBC—RIZ) i smjer Zenica (Telekomunikacije) dok je uređaj u smjeru Međurić i dalje Zagreb bio neispravan. Kako su navedene dvije veze bile ispravne one su se mogle koristiti za davanje naloga za uzemljivanje vodova Brod—Osijek i Brod—Doboj te za obaviještavanje dispečerskog centra Zagreb i uprave poduzeća u Zagrebu o događajima u TS Podvinju. Obje žičane veze koje TS Podvinje povezuju sa ATC Slav. Brod bile su van pogona, no jedna je ušla u pogon oko 11 h, a druga oko 14 h istog dana. Kvar na VFT uređaju smjer Međurić bio je neznatan (otpojio se jedan priključak na jednom selenskom ispravljaču) te je ta veza proradila oko 14 h kada su u TS Podvinje stigli radnici Odsjeka za telekomunikacije »Elektroprenosa« Zagreb.

Odmah nakon prestanka potresa i smirivanja ljudi prišlo se je utvrđivanju obima kvarova. Nakon što se je vidio obim kvara u rasklopnom postrojenju 110 kV i utvrdilo da se u zgradi komande može biti bez opasnosti po život, pristupilo se je najvažnijim zahvatima kako bi stanica mogla primiti napon. To je bilo olakšano time što su se ubrzo nakon potresa sabrali svi radnici, koji su toga dana bili slobodni, da pomognu u radovima. Tu činjenicu treba spomenuti kao visok nivo radne svijesti radnika TS Podvinja, jer svi oni stanuju u neposrednoj blizini, uglavnom u selu Podvinju i svima su kuće bile više ili manje oštećene, a porodice uplašene. Zahvaljujući takovoj radnoj ekipi bili smo u mogućnosti da demontiramo dva odvodnika prenapona (treći napukli ostavili smo da stoji), da se očiste ćelije i rasklopni aparati 30 kV, da se podignu i malo poravnaju izvrnute posude aku-

mulatorske baterije te da TS bude sposobna da primi napon već oko 11.05 h. Napon je primljen od DV Doboja u 11.15 h kada je uključen i učinski transformator 110/30 kV, vodovi 30 kV (osim DV Slav. Brod) uključeni su u 11.16 h, DV 30 kV Slav. Brod u 11.39 h, a DV 110 kV Osijek u 11.40 h kada je uspostavljeno normalno pogonsko stanje.

Idućeg dana 14. travnja demontiran je treći napukli odvodnik prenapona na DV Doboj, od tri demontirana odvodnika sastavljena su dva ispravna i montirani na DV Doboj tako da su samo na DV Osijek ostala dva odvodnika. Naručeno je i izvedeno ustaklivanje najkritičnijih prozora (komanda i postrojenje 30 kV). Slijedećih dana izvršeno je osiguranje južnog krila zgrade komande i detaljan pregled i popravak akumulatorske baterije.

Kako su skoro svi radnici pretrpjeli veće štete na svojim kućama i bili pod psihičkim utiskom katastrofe, to je normalan rad u radionici nastavljen tek 20. IV, nedjelju dana nakon potresa. Međutim smjenska služba u uklopnici TS Podvinja odvijala se je redovito.

Ukoliko bi htjeli da izvučemo neka iskustva o djelovanju potresa na građevinske i elektrostrojarske elemente rasklopnih postrojenja, onda bi to moglo biti slijedeće:

1. Zgrade izvoditi po mogućnosti okvirnom armirano-betonskom konstrukcijom ili solidne izvedbe opekom i jakim međuspratnim konstrukcijama. Kombinirane zgrade vladaju se kod potresa vrlo loše i treba ih izbjegavati.

2. Na svim zgradama u kojima borave ljudi (stalno ili povremeno) treba izvesti na svim etažama (prizemlja i katovi) izlaze i ljestve za slučaj nužde.

3. Po mogućnosti izbjegavati međusobna spajanja užetima aparata sa vitkim porculanskim tijelima, osobito ako su udaljenosti navedenih aparata veće. Bolje je izvesti priključak na aparate odozgo.

4. Akumulatorsku bateriju treba postaviti na niske police u prizemnim prostorijama i to samo u jednoj etaži.

Božidar Radmilović, dipl. ing.

NEKE SPECIFIČNE KARAKTERISTIKE JUGOSLAVENSKIH PRIRODNIH VODA ZA NAPAJANJE KOTLOVA I ZA INDUSTRIJSKE POTREBE

1. Uvod

Uslijed ubrzane industrijalizacije, problem snabdijevanja vodom za industrijske, energetske i proizvodne potrebe dobiva sve veću važnost. Snabdijevanje sirovom vodom za ove potrebe skopčano je s nizom teškoća, uglavnom zbog slabog kvaliteta, zbog nedostatka dovoljnih količina, a u posljednje vrijeme sve češće i zbog zagađenosti jezera i riječnih tokova.

Industrijska voda pretežno se upotrebljava u energetskim pogonima u procesima pretvaranja termičke energije, goriva, u mehaničku i u druge vrsti energije. Pored toga u industriji se voda upotrebljava kod izrade celuloze, papira, tekstila, kemikalija, prerade drveta itd.

Budući da prirodne sirove vode nisu skoro nikada u potpuno upotrebljivom obliku, moraju se pripremati na odgovarajući način, postupcima čišćenja, taloženja, filtriranja, razbistravanja, demineralizacije, otplinjavanja itd.

Za potrebe energetike najčešće voda služi za napajanje kotlova i priključnih uređaja.

Pojna kotlovska voda mora se uvijek pripremati na dva osnovna načina:

1) tehnološkim postupcima omekšavanja i čišćenja,

2) kemijskim postupcima demineralizacije.

S obzirom na potrebu stalne pripreme kotlovskih voda, često se postavlja pitanje kvaliteta naših podzemnih i površinskih voda koje služe za napajanje kotlova. Ponekad se smatra da unutar određenih užih topografskih i širih geografskih područja može doći do izvjesnih tipskih nalazišta prirodne sirove vode. Posebna disciplina nauke, tzv. tipologija prirodnih sirovih voda proučava rasprostranjenost, svojstva i karakteristike raznih prirodnih sirovih voda.

U ovom referatu pokušat ćemo da na temelju mnogobrojnih izvršenih analiza naših prirodnih sirovih voda i objavljenih podataka damo prikaz osnovnih karakteristika tih voda, kako bismo mogli uočiti i eventualne zakonitosti u tipološkom sastavu voda pojedinih područja. Smatramo da je ovaj rad za sada samo orijentacioni, jer nam nedostaju sistemaski uži pregledi unutar mikrorajona pojedinih bazena i područja. Za ovu svrhu bit će potrebne posebne studije i niz novih detaljnijih uzimanja uzoraka vode i njihovih analiza. Za niz dobivenih podataka zahvaljujemo naročito i laboratoriju Željezničkog instituta u Beogradu, a višem tehničaru Milanu Vasiću za prikupljanje i obradu podataka.

2. Karakteristike prirodnih sirovih voda i pojne kotlovske vode

Prirodne sirove vode mogu se razvrstati u više skupina, i to:

a) u podzemne prirodne vode,

b) u površinske stajaće vode (jezera, bazeni, kanalske vode itd.),
c) površinske tekuće vode (rijeke, potoci itd.)

Podzemne prirodne vode se odlikuju

a) stalnim sastavom mineralnih komponenata,
b) stalnom temperaturom,
c) uvijek su čiste (jer se filtriraju kroz slojeve zemlje),
d) velikom ukupnom tvrdoćom.

Površinske stajaće vode imaju

a) nestalni sastav mineralnih komponenata,
b) nestalne temperature,
c) velik sadržaj organskih nečistoća.

Površinske tekuće vode imaju

a) srednje promjenljivi sadržaj mineralnih komponeta (ovisno o godišnjem doba, oborinama itd.),
b) nestalne temperature,
c) veliki sadržaj mineralnih i organskih zagađenja.

Prema količini otopljenih soli (mineralnih sastojaka prirodne sirovine vode dijele se, prema ukupnoj tvrdoći, na:

meke prirodne vode	0 do 8⁰ nj.
srednje tvrde vode	8 do 12⁰ nj.
tvrde prirodne vode	12 do 30⁰ nj.
vrlo tvrde vode	iznad 30⁰ nj.

Tvrdoću vode čine pretežno kalcijeve, magnezijeve soli kao i kremična kiselina (silicijev dioksid). Kalcijeve i magnezijeve soli se isparavanjem talože u kotlu u obliku kotlovskog kamenca (talog). Kremična kiselina dolazi u vodama kao rastopljena (u obliku soli ili dioksida), ali najčešće kao koloidalna kiselina. Ova kiselina daje sirovim vodama vrlo nepoželjna svojstva teškog odvajanja iz kamenca (teško se kemijski rastapa tj. isparuje se zajedno s vodenom parom uslijed čega dolazi do tzv. zasoljavanja lopatica parnih turbina).

Da bi se prirodna voda mogla upotrijebiti u svojstvu normalne vode za parne kotlove, treba zadovoljavati slijedeće uslove:

1) Voda mora biti potpuno bistra, slobodna od disperzaida i po mogućnosti bezbojna.

2) Pojna voda mora biti mekana s maksimalnom tvrdoćom do 0,5⁰ nj. za kotlove niskog pritiska a 0,2⁰ nj. za kotlove visokog pritiska.

3) Ne smije sadržavati kisika više 0,02 mg/1, jer se on pri zagrijavanju napojne vode izdvaja na kotlovskim limovima izazivajući koroziju materijala. Zbog toga se kisik mora odstraniti iz pojne vode bilo termičkim putem, što je dovoljno jedino za kotlove niskog pritiska, ili kemijskim putem dodavanjem sulfita (Na_2SO_3) ili hidrazina (N_2H_4). Hidrazin ima prednost pred sulfitom, jer brže reagira s kisikom i ne ostavlja nusprodukte. Sulfit međutim povećava koncentraciju soli u vodi, a pored toga rado se prokrada u paru i zasoljava turbine.

4) Slobodna ugljična kiselina (CO_2) također je nepoželjna u pojnoj vodi, jer snižava vrijednost pH i agresivna je u prisutnosti kisika.

5) Vrijednost pH pojne vode za kotlove niskog pritiska leži između 8 i 9, dok je prema najnovijim mjerenjima ustanovljeno da je za kotlove visokog pritiska najpogodnije pH = 9,6, jer je pri toj vrijednosti pH gubitak željeza najmanji. Poznato je da disocijacija molekula raste s porastom temperature svih rastopina. Kod vode također raste koncentracija iona s porastom temperature. Konstantna disocijacija vode postaje veća, a time se vrijednost pH smanjuje. Budući da je ipak priraštaj iona H i OH jednoličan, ostaje voda i dalje neutralna, no koroziono djelovanje se ipak znatno povisuje uslijed apsolutnog povećanja vodikovih iona i pojačanog kretanja iona. Koncentracija vodikovih iona mora se ovdje potiskivati dodatkom natrijevog hidroksida, amonijaka, amina, hidrazina ili trinatrijevog fosfata.

6) Pojna voda ne smije sadržavati ni kremičnu kiselinu, jer ona stvara čvrst kamenac koji se teško uklanja, a kod kotlova s pritiskom većim od 80 at postoji mogućnost stvaranja teško rastopivog obloga, koji sadrži silicijev dioksid na lopaticama turbina. Uzrok otparavanja SiO_2 kod pritisaka većih od 80 at treba tražiti u razaranju karbonata, pri čemu se oslobađa ugljična kiselina koja kao jača, istjeruje kremičnu kiselinu iz natrijevog silikata (Na_2SiO_3).

7) Organske materije pomažu pjenušanje vode u kotlu, te su stoga štetne. Njihova prisutnost se utvrđuje titracijom s kalijevim permanganatom. Za kotlove visokog pritiska mora utrošak n-100 rastopine kalijevog permanganata ležati ispod 20.

8) Voda za napajanje kotlova ne smije sadržavati ulje, jer se ono pod utjecajem pritiska i temperature pretvara u neporoznu tamnu koru koja se prilijepi uz kotlovske limove. Ova kora je veoma slab vodič topline, te se limovi koji su njome prekriveni pri velikom toplinskom opterećenju suviše zagrijavaju, pa se ispupče a često i usiju.

9) Voda, konačno, ne smije sadržavati ni željeza ni bakra, koji dovodi do značajne elektrolitičke korozije u prisutnosti vodika ili kisika.

Prirodne sirove vode ne zadovoljavaju ove uslove. Čak i najčistija prirodna voda, kišnica, sadrži izvjesne primjese koje apsorbira na svom putu kao: ugljični dioksid, prašinu, kisik. Pri poniranju kroz zemlju ona prima veće količine humusne i ugljične kiseline, što joj omogućuje rastapanje raznih minerala kao vapnenca, dolomita, stijena sadre ili silikatnih stijena kao i raznih metala. Rastopljene soli kalcija i magnezija stvaraju tvrdoću vode. Prema tome u kakvom se obliku nalaze te soli u vodi razlikuje se: karbonatna tvrdoća koja potječe od prisutnosti bikarbonata, kalcija i magnezija i nekarbonatna koju čine sulfati, klorid, nitrati i druge soli kalcija i magnezija. Zbroj ovih dviju tvrdoća daje ukupnu tvrdoću vode.

Tvrdoća vode se izražava stupnjevima tvrdoće pri čemu su u upotrebi njemački, francuski i engleski stupnjevi tvrdoće. Jedan njemački stupanj tvrdoće predstavlja 10 mg kalcijevog oksida na 1 litru vode, francuski 10 mg kalcijevog karbonata na 1 litru vode i engleski 10 mg kalcijevog karbonata na 0,7 litara vode. Kod nas se tvrdoća vode izražava obično njemačkim stupnjevima tvrdoće (⁰ nj.).

3. Opći pregled

3.1. Opća podjela vode prema stupnjevima tvrdoće

Prema objavljenim podacima, Savezna Republika Njemačka ima kotlovske pojne vode ove tvrdoće:

60 % voda	1 — 20° nj.
20 % voda	20 — 30° nj.
20 % voda	iznad 30° nj.

Prema podacima može se proračunavati ova približna raspodjela napojne vode u našoj zemlji:

20 % voda	0 — 10° nj.
56 % voda	10 — 20° nj.
14 % voda	20 — 30° nj.
7 % voda	30 — 50° nj.
3 % voda	iznad 50° nj.

3.2 Amplitude nekih karakteristika naših prirodnih voda

U slijedećem pregledu navedene su neke od do sada nađenih maksimalnih i minimalnih vrijednosti za pojedine komponente kotlovske vode.

a) Ukupna tvrdoća

Minimalna ukupna tvrdoća od 0,84° nj. nađena je u mjestu Laze (NR Slovenija), a maksimalna od 80,8° nj. tvrdoće zabilježena je u Ratkovu (AP Vojvodina).

b) Stalna tvrdoća

Minimum: Subotica 0° nj.
Obrenovac 0° nj.
Štip 0° nj.

Maksimum: Ratkovo (APV) 82,5° nj.
Kukunjevac 48,07° nj.

c) Sadržaj sulfata u mg po litri

Minimum: Peć 1,2 mg/l
Maksimum: Senta 1469,0 mg/l

d) Sadržaj klorida

Minimum: Tetovo 2,5 mg/l
Maksimum: Vršac 493,00 mg/l

Zaključak

Iz analiza naših prirodnih sirovih voda po republikama i nekim bazenima i slivovima nisu se mogle uočiti nikakve posebne zakonitosti i geografske pravilnosti raspodjele pojedinih komponenata u vodama.

Iz ukupnog pregleda vidi se da 56 % naših pojnih voda ima ukupnu tvrdoću između 10—20° nj., što ukazuje na to da se problemu njihovog omekšavanja i pripreme mora posvetiti veća pažnja.

Literatura

1. Podaci Laboratorija Željezničkog instituta u Beogradu (više izdanja).
2. Ljubomir Jankov, *Problem snabdijevanja vodom*, Glasnik Hig. instituta 1956, br. 4.
3. G. Bether, *Praktikum za kemijsko ispitivanje vode*, Beograd 1953.
4. *Komunalna higijena*, Izd. Medicinska knjiga 1953.
5. *Omekšavanje kotlovskih voda*, VI Zbornik, referata Udruž. jug. konzervatora, Beograd 1960.
6. M. Kopta i F. Podbrežnik, *Priprema napojnih kotlovskih voda i primjena protukotlovca*, II Zbornik referata Udruž. jug. konzervatora, Beograd 1960.

Dr ing. Fran Podbrežnik

ENERGETSKO KORIŠTENJE DUNAVA U AUSTRIJI*

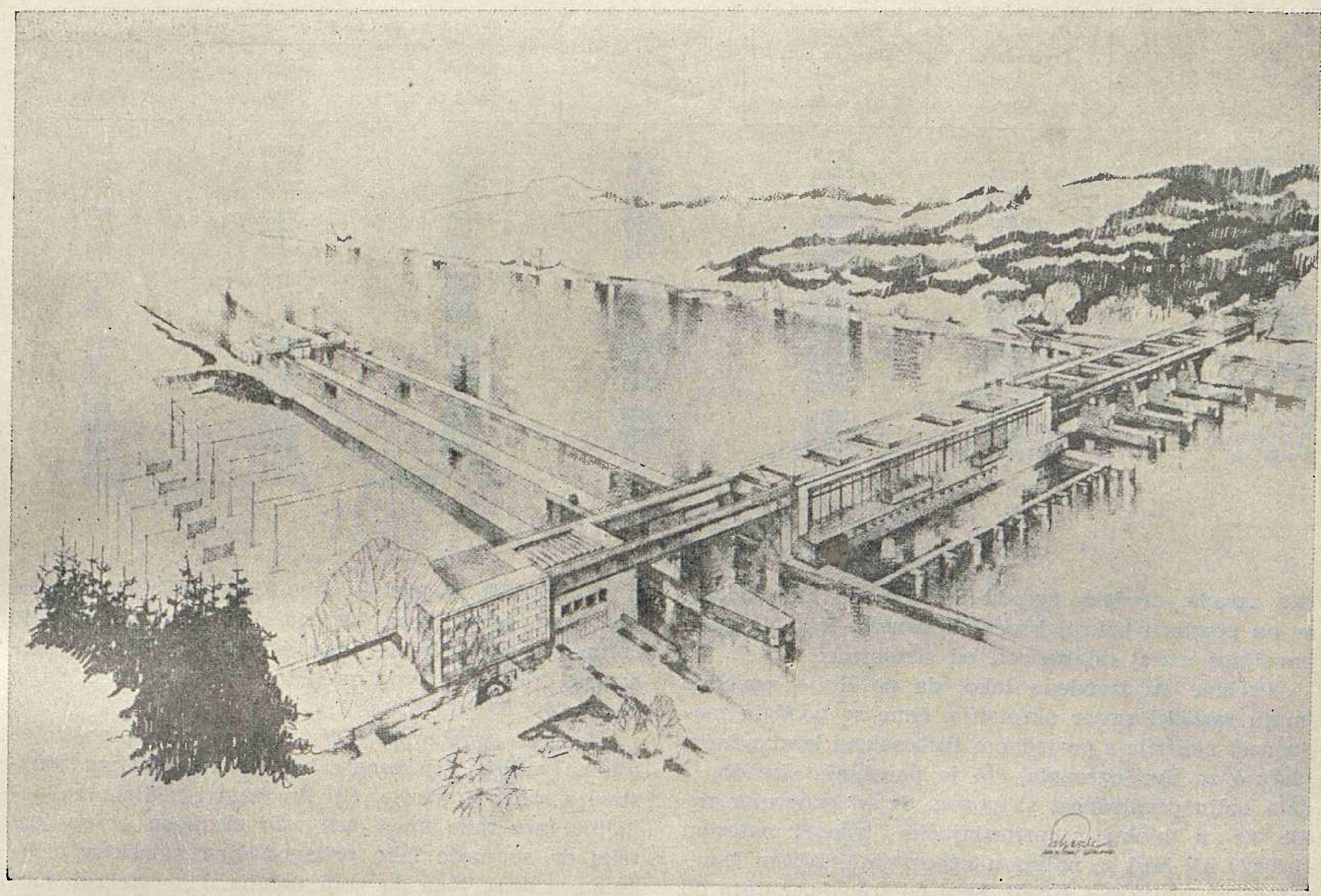
Među vodnim snagama Austrije, koje se mogu ekonomski koristiti za proizvodnju električne energije, rijeka Dunav svakako je najjači nosilac energetskog potencijala vodnih snaga te zemlje. Na približno 350 km dugom toku kroz Austriju od Passaua do Wolfsthala ima ova rijeka ukupan pad od 160 m, tj. oko 50 cm prosječno po kilometru, što joj daje karakter gorske rijeke. Njeno oborinsko područje te povoljni ujednačeni protjecajni uslovi sa oko 43 % zimskog i 57 % ljetnog protjecaja ukupnih vodnih količina, dali su povoda da se već odavna radilo na projektima za energetsko korištenje te rijeke. No svi raniji projekti rješavali su samo pojedinačne objekte, koji promatrani sami za sebe nisu dali takve rezultate da bi nijhovo građenje bilo ekonomski opravdano. Tek pošto se u sklopu rješavanja evropskog vodenog plovnog puta Rajna—Majna—Dunav, tok Dunava kroz Austriju morao promatrati cjelovito, pokazalo se, da je u kombinaciji s plovidbom, zaštitom od poplave i melioracijama tla, ekonomsko korištenje hidroenergetskog potencijala moguće. Osnovano je posebno poduzeće »Österreichische Donaukraftwerke AG« sa svrhom da vrši studijske i projektne radove i nakon toga izgrađuje pojedine dunavske hidroelektrane.

Provedene studije pokazale su da je, vodeći računa o svim faktorima, potrebno izgraditi lanac od ukupno 15 hidroelektrana, od čega 13 čisto austrijskih, a 2 pogranične — početna i krajnja — zajedničke su sa susjednim državama. Prema toj studiji iznosila bi ukupna godišnja proizvodnja svih ovih hidroelektrana blizu 14 milijarda kWh, pri čemu su pogranične uzete u račun s polovicom proizvodnje. Instalirana snaga bila bi ukupno 2113 MW.

Predviđa se izgradnja elektrana navedenih u tablici na str. 120 (podaci prema idejnom projektu).

Prva hidroelektrana koja je izgrađena na austrijskom dijelu Dunava bila je

* Slike, a djelomično i podaci iz publikacije *Stufe Aschach*, Österreichische Donaukraftwerke AG, 1961.



Sl. 1. Projektna skica HE Aschach

HE Jochenstein

Do izgradnje ove elektrane došlo je na temelju ugovora sklopljenog 1952. između vlada Austrije i Zapadne Njemačke. Elektrana je izgrađena u razdoblju od 1952. do 1955. s time, da su troškove izgradnje snosili po polovici obje zemlje, a proizvodnja se također dijeli po polovici.

U elektrani je montirano 5 agregata po 28 MW svaki, tako da je ukupna snaga 140 MW. Ukupna godišnja proizvodnja iznosi 940 GWh, od toga zimi 413 GWh, a ljeti 527 GWh. Odmah nakon izgradnje pokazale su se velike koristi koje je ovaj objekt donio brodarstvu na Dunavu, jer su sve dotadašnje prepreke za nesmetanu plovidbu na potezu od Jochensteina uzvodno do Passaua bile eliminirane.

Još za vrijeme građenja HE Jochenstein pristupilo se izgradnji slijedeće planirane hidroelektrane

HE Ybbs - Persenbeug

Za početak izgradnje ove elektrane već su tokom 2. svjetskog rata započeli pripremni radovi, ali su još za vrijeme rata bili prekinuti. Građenje je nastavljeno 1953. Značajno je za ovo postrojenje da ima dvije strojarnice, jednu na desnoj, a drugu na lijevoj polovini brane, dok se u sredini nalaze preljevna polja, a uz lijevu obalu dvije brodske ustave. U svakoj strojarnici montirana su po 3 agregata po 34 MW, tako da cijela elektrana ima instaliranu snagu od 204 MW. Desna strojarnica puštena je u pogon 1957. a lijeva 1959. Ukupna proizvodnja iznosi 1274 GWh, od toga 550 GWh zimi, a ljeti 724 GWh.

Nakon dovršetka izgradnje HE Ybbs-Persenbeug pristupilo se 1959. izgradnji treće dunavske hidroelektrane

HE Aschach

Ova elektrana je najveća od svih predviđenih elektrana na austrijskom dijelu Dunava. Postrojenje je predviđeno s akumulacijom na uzvodnom dijelu, tako da usporeni dio rijeke u dužini od 40,6 km dosiže sve do HE Jochenstein. Glavna građevina sastoji se od brane sa 5 zaporničkih polja, svako širine 24 m, strojarnice i dvije brodske ustave. U strojarnici će se postaviti 4 agregata po 72 MW. Kod punog pogona s 4 turbine ukupna snaga bit će nešto manja od četverostruke snage pojedinih agregata, jer će tada uslijed velikih vodnih količina nešto porasti razina donje vode, što ima za posljedicu smanjenje korisnog pada, tako da u tom slučaju ukupna snaga iznosi 282 MW.

Da bi se dobila predodžba velikih razmjera tog postrojenja, valja spomenuti da promjer turbinskog kola Kaplanove turbine iznosi oko 8,4 m. Na desnoj obali nalaze se dvije brodske ustave dužine 230 m i širine 24 m. Vanjsko rasklopno postrojenje, pogon-

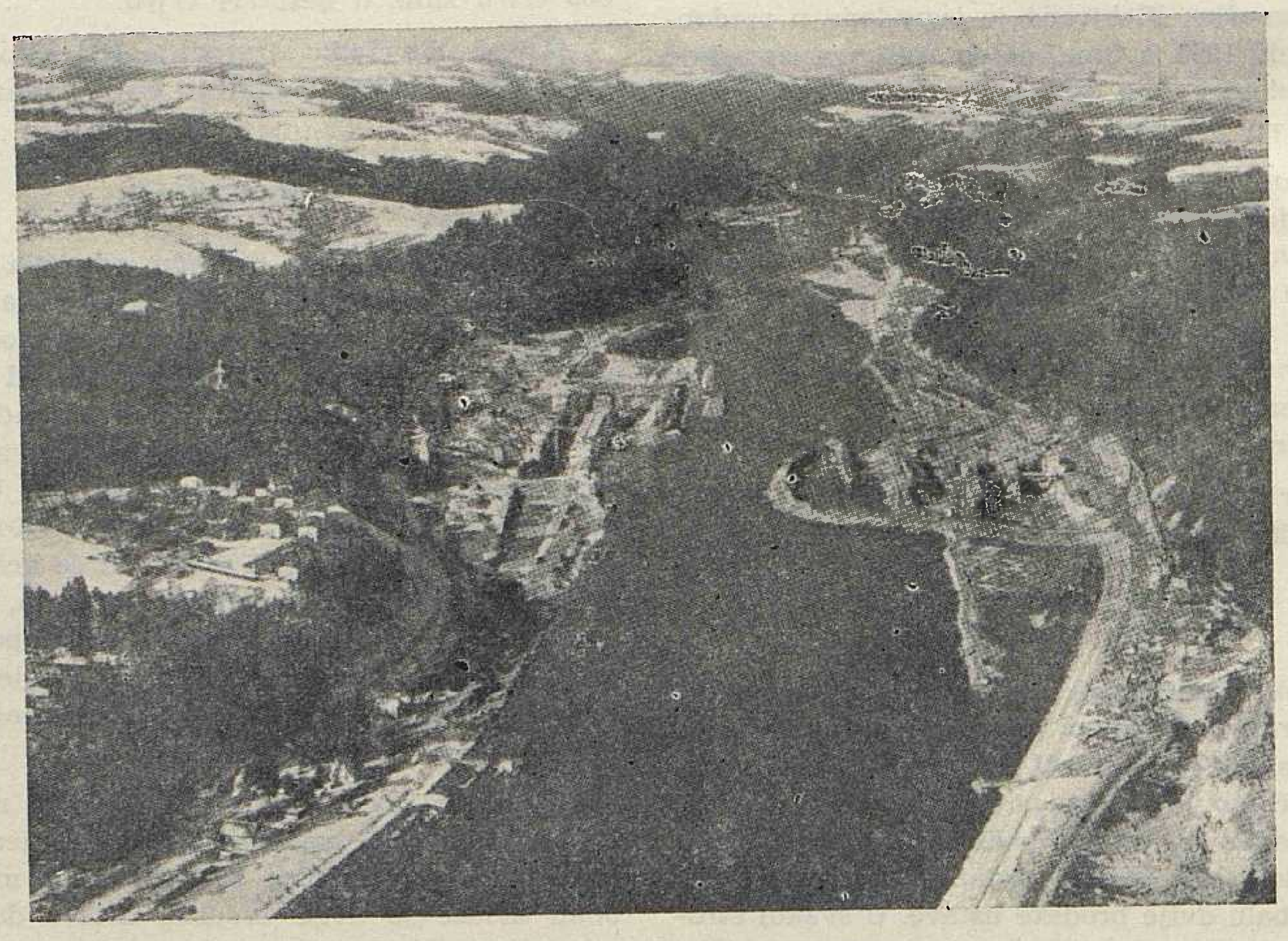
Elektrana	Pregrada na km	Usporna kota m n. m.	Pad m	Instalirani protok m³/s	Instalirani snaga MW	Godišnja proizvodnja GWh
Jochenstein	2203,3	290,3	10,15	1750	140,0	940
Aschach	2162,7	280,0	15,40	2040	258,0	1553
Ottenstein	2145,5	264,0	8.44	1750	120,0	750
Linz	2132,0	254,5	5,68	1750	79,5	507
Mauthausen	2113,0	247,0	6,17	1800	89,6	574
Walsee	2094,0	239,5	9,19	2000	146,9	992
Ybbs-Persenbeug	2060,4	226,2	11,03	2100	189,3	1252
Melk	2034,8	213,5	8,12	2150	136,5	907
Rossatz	2010,2	203,0	7,47	2150	126,0	838
Grafenwörth	1984,9	194,0	10.72	2150	181,6	1203
Tulln	1965,9	182,0	8,14	2250	142,5	952
Klosterneuburg	1939,0	171,8	10,06	2300	181,3	1206
Wien	1920,8	159,8	6,35	2200	120,0	636
Petronell	1890,0	152,0	10,40	2300	193,0	1280
Wolfsthal	1873,3	141,5	9,80	2640	194,0	1300
			Ukupno	2113,2		13770

ska zgrada, uredska zgrada i montažna hala nalaze se na prostoru pokraj brodskih ustava, tako da su u povoljnoj maloj udaljenosti od strojarnice.

Turbine su izvedene tako, da po dvije susjedne imaju različiti smjer okretanja, čime se postigla mogućnost rješenja s po jednom turbinskom komandnom pločom za dva agregata, što je pojeftinilo izvedbu i dalo bolju preglednost za pogon. Svaki generator radit će u bloku s pripadajućim transformatorom 10,5/220 kV koji se nalazi u neposrednoj blizini generatora na nizvodnoj strani. Spoj od transformatora do vanjskog rasklopnog postrojenja izvest će se jednofaznim uljnim kabelima.

Teoretska količina vode koju mogu preraditi sva četiri agregata iznosi 2040 m³/s. Odabrana je tako, da se u prosječnoj hidrološkoj godini samo kroz 60 dana u godini predviđa preljev. Oko 95 % godišnjeg protoka propuštat će se kroz turbine. Pri tome se očekuje srednja godišnja proizvodnja od 1680 GWh na generatoru, od čega otpada na ljetne mjesece 988 GWh, a na zimske 652 GWh.

Naročiti problem kod izgradnje ovakvih postrojenja na velikim rijekama s brodskim prometom predstavlja samo građenje, čiji program i podjela na pojedine faze rada mora biti vrlo elastično postavljen, tako da se može lako prilagoditi vremenskim prilikama, a osim toga da vodi računa i o stalnoj mogućnosti brodskog prometa. Raspodjela na pojedine građevne faze mora biti takva, da pomoćnim zagatima omeđena gradilišta suviše ne suzuju prostor za protok rijeke i da ne otežavaju brodski promet. Tim uvjetima je kod građenja HE Aschach bilo na vrlo



Sl. 2. Stanje gradnje u siječnju 1961.

dobar način udovoljeno, tako da s te strane nije bilo nikakovih naročitih poteškoća. U stadiju gradnje, kakva je bila početkom lipnja 1963. više nije bilo problema te vrsti, jer su već bili dovršeni svi glavni građevinski radovi na protočnim poljima, jedna brodska ustava bila je već potpuno gotova, a druga pred završetkom. Montirale su se zapornica i započeta je bila montaža prva dva agregata.

Dosta poteškoća bilo je s temeljenjem, jer se čvrsta stijena nalazi tek na dubini od 7—8 metara ispod šljunka u koritu Dunava, što je uzrokovalo vrlo duboke betonske građevine. Kod betonskih radova vršeni su pokusi s primješavanjem pepela iz termoelektrane St. Andrä, no izvođači nisu s time imali najbolja iskustva, jer pepeo nije redovito stizao na gradilište.

Na građenju ove elektrane sudjeluje ukupno 12 građevinskih i montažnih poduzeća, koja su osnovala posebnu radnu zajednicu preko koje, u suradnji sa investitorom, koordiniraju sve radove. Kod gradnje ima dosta poteškoća uslijed pomanjkanja radne snage. U kesonima većinom rade inozemni radnici. Radovi unatoč raznim teškoćama dobro napreduju. Maksimalan broj istodobno zaposlenih radnika na gradilištu bio je 2400, dok je kod gradnje HE Ybbs-Persenbeug taj broj iznosio 3600.

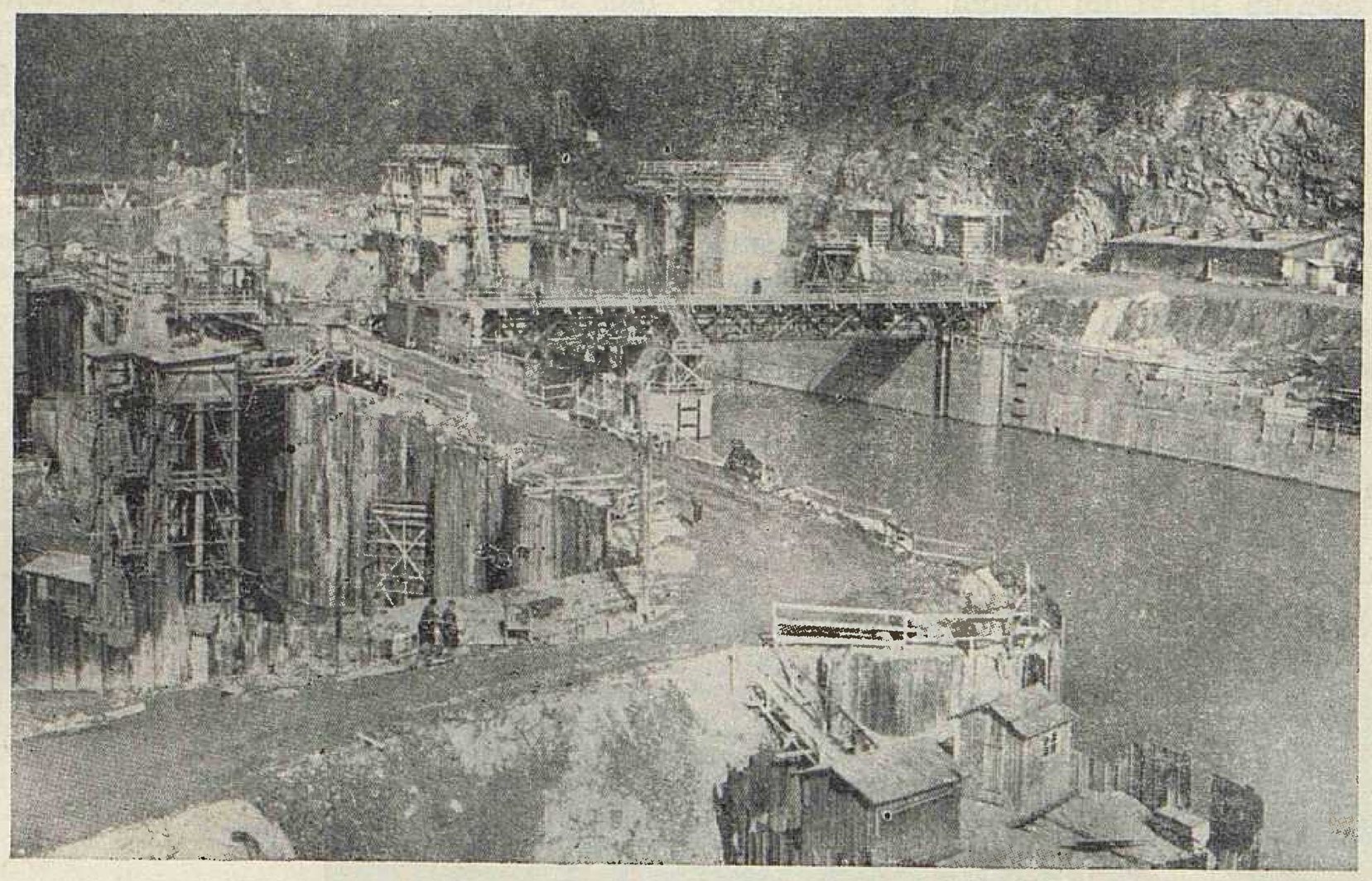
Bilo je predviđeno, da će se prvi agregat staviti u pogon nakon ukupno 54 mjeseca rada, no zalaganjem graditelja uspjelo je potrebne radove dovršiti u skraćenom roku od 47 mjeseci, tako da je prvi agregat pušten u pogon 24. 9. 1963. Ostali agregati slijedit će ga tokom prvog polugodišta 1964.

Ukupni troškovi građenja HE Aschach iznosit će predvidivo 3.500 milijuna austrijskih šilinga. Uzevši tu svotu kao bazu dobiva se da troškovi instaliranog kilovata iznose 12.411 a. š. ili 359.928 dinara, a specifična cijena je 2,08 a. š. ili 60,32 Din po kWh/god.

Kod toga treba svakako uzeti u obzir, da su u cijeni i tim iznosima sadržani i troškovi brodskih ustava, što u priličnoj mjeri poskupljuje objekt, ako ukupne njegove troškove građenja svedemo na električne jedinice.

Kako se saznaje, investitor je zatražio provedbu postupka za dobivanje građevne dozvole za izgradnju slijedeće dunavske hidroelektrane HE Walsee, sa snagom od 200 MW i 1225 GWh godišnje proizvodnje.

Vinko Horvat, dipl. ing.



Sl. 3. Gradilište u ožujku 1961.

Svečanost u »Elektroprimorju« 30. IV 1964.

Kad se govori o gradu Rijeci i o njenoj privredi, bez obzira o kojem se i o kakvom poduzeću radilo, neće biti nikad na odmet, ako se ponegdje podsjeti na stanovite historijske činjenice, jer se tek iz njihove perspektive može koješta sagledati i ispravnije ocijeniti.

U konkretnom se slučaju radi tek o jednom skromnom jubileju, o — da se tako izrazimo — kućnoj proslavi jednog ne, doduše, gigantskog, nego primjerenog, srednjeg, kolektiva — kolektiva elektroprivrednog distributivnog poduzeća »Elektroprimorje«.

Dana 30. travnja ove godine, uoči prvomajskih praznika, radni je kolektiv, koji broji oko 650 ljudi, odlučio da oda priznanje svim onim drugovima, koji neprekidno rade u poduzeću 10 i više godina.

U našoj su se dvakodnevnoj praksi uobičajila dva, po našem mišljenju ne dovoljno efikasna, načina odavanja priznanja zaslužnim drugovima i trudbenicima: jedan kada ih već umorne i dotrajale s nekoliko lijepih riječi, s manjim ili većim darom, uz obligatnu drugarsku »veselicu« upućujemo u »zasluženo stanje mira« i — drugi, kada ih već sasvim iscrpljene i bolešću shrvane otpraćujemo na groblje, da bacimo za njima tko veću, tko manju grudu zemlje.

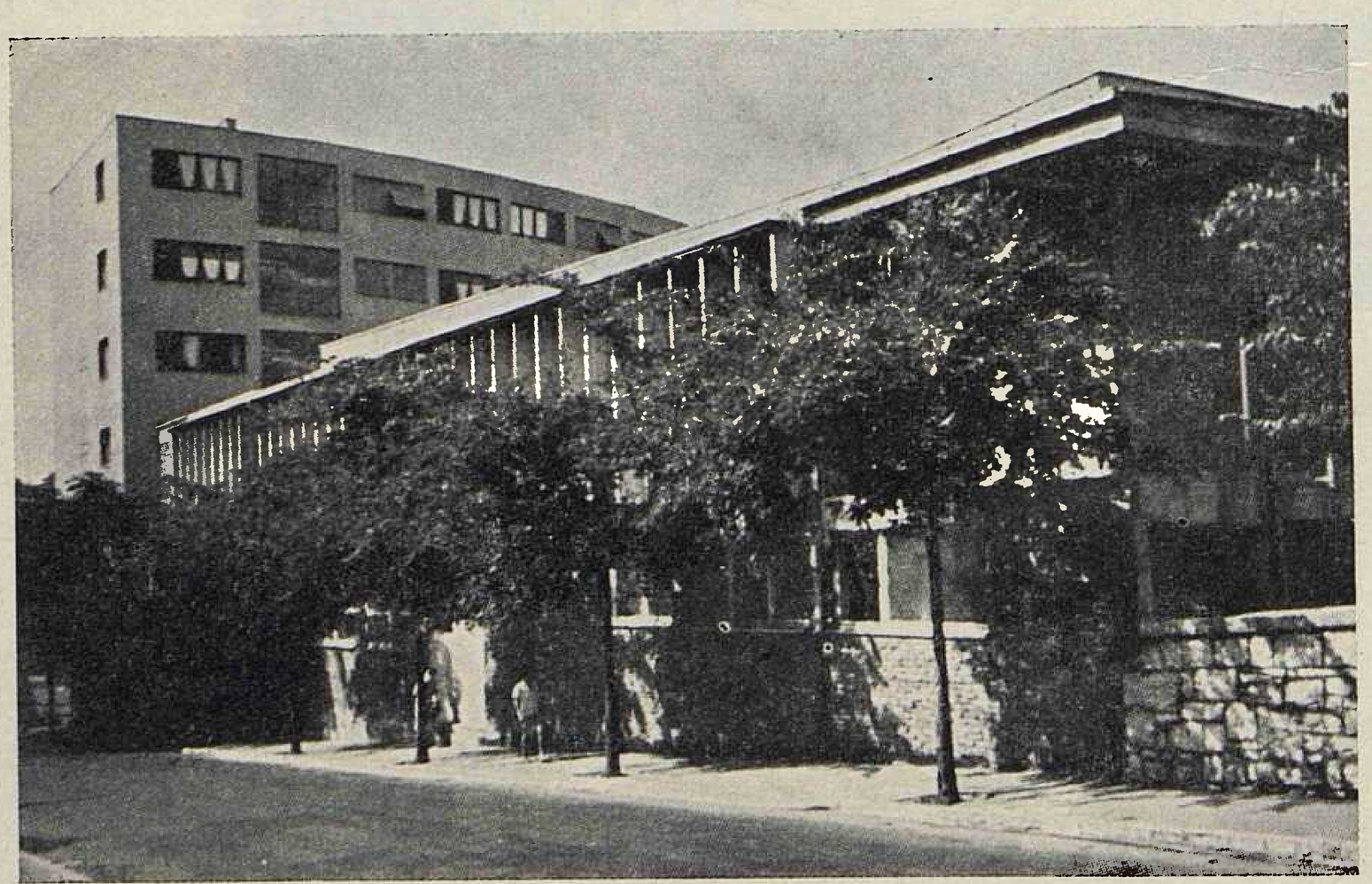
Onome koga smo ispratili na konvencionalni »posljednji počinak«, zaista je sasvim svejedno da li smo mu bacili na lijes jedan ili deset vijenaca, održali kratak i statistički suhoparan ili topao i blistav nadgrobni govor, odnosno napisali mu dulji ili kraći nekrolog. O tome govore i eventualno u njemu uživaju samo njegovi bliži ili daljnji rođaci. Njemu samom nije time odano nikakvo priznanje.

Priznanje treba odati živom čovjeku u naponu stvaralačke snage, jer to je njemu satisfakcija za napore koje ulaže i podstrek za daljnje još intenzivnije zalaganje.

Kolektiv »Elektroprimorja« je u ovom slučaju na ovogodišnjoj intimnoj proslavi tako postupio. Približio se svome radniku drugarski i ljudski. Sjetio ga se i lijepom riječi i, manje više, skromnim darom odavši mu iskreno priznanje za deset, dvanaest,, četrnaest i više godina neprekidnog rada u poduzeću, u kome je — kako lijepo reče u svom govoru direktor Marušić — svaki od njih »ugrađivao sebe sama, svoju ljubav, svoju snagu i svoj zanos«.

I zaista, raditi u elektroprivrednom poduzeću u Rijeci, odnosno u riječkom području, u uvjetima koji su bili neuporedivo teži nego u drugim poduzećima, značilo je ponekad pravi heroizam. Novija pokoljenja, koja danas istom stupaju na pozornicu života, ni ne slute kakvo su stanje zatekli ovi njihovi prethodnici u Rijeci i užem riječkom području, neposredno iza rata i prvih poratnih godina, nakon užasnih razaranja i bjesomučnog uništavanja svega što je na tom području predstavljalo ma kakvu vrednotu. (Potanje o tome stanju vidi u »Energiji« br. 9—10/1959 na str. 322 i dalje).

Odavajući priznanje drugovima zaslužnim za razvoj i napredak poduzeća direktor Marušić, i sam sin toga kraja, toplim je i iskrenim riječima evocirao dane, kada su praćeni neimaštinom, s oskudnim materijalom bez pravog alata i zaštitnih sredstava, po buri, snijegu i kiši, otklanjali kvarove na Plasama, u Bakarcu, Zlobinu i drugud, da bi osigurali nesmetanu



Sl. 1. Upravno-pogonska i stambena zgrada »Elektroprimorja« na Rijeci, pogled s Ulice 1. maja

opskrbu električnom energijom, riječke industrije, brodogradilišta, luke i lučkih postrojenja i da bi svaka kuća, svačiji dom na prostranom području od Škrada do vrha Učke, imao barem neophodno mu potrebnu rasvjetu.

Da bi bolje ilustrirao stanje elektrifikacije na riječkom području nekada i danas, drug Marušić je povukao nekoliko usporedbi koje i mi zbog njihove karakterističnosti ovdje iznosimo:

Poduzeće je imalo:

	Godina	1951.	1953.	1963,
zračnih vodova od 1—35 kV	km		1180	2.230
dalekovoda 30 i 35 kV	km		52	216
kabelskih vodova 1—35 kV	km		145	280
transform. stanica	kom		182	491
ukupna snaga	kVA		76.059	142.168
potrošača		34.619		69.417
prodano potrošačima	MWh	44.223		241.629
aktivnih osnov. sredstava	10^3 Din	40.546		5,718.685
vlastit. obrt. sredstva	10^3 Din	11.928		686.151
poslovni fond	10^3 Din	52.474		4,032.544
ukupni prihod	10^3 Din	146.728		3,487.301
dohodak	10^3 Din	37.018		749.952
broj radnika		389		636

Dodamo li k tome, da su samo od 1957. do danas izgrađena, kupljena ili adaptirana 82 stana, čime je svaki sedmi član kolektiva dobio od poduzeća stan, te da je u izgradnju raznih pogonskih i upravnih prostorija uloženo preko 500 milijuna dinara — da je, uz pomoć poduzeća, steklo visoku kvalifikaciju 50, kvalifikaciju 80, polukvalifikaciju 80 radnika, te da je stipendirano na tehničkom fakultetu 8, a na tehničkoj školi 7 stipendista — shvatit ćemo, kolik je trud uložio radni kolektiv za napredak, razvoj i prosperitet svoga poduzeća.

Nije stoga pretjerao onaj govornik, koji je rekao na toj svečanosti. da radnici svaki uspjeh svog poduzeća smatraju svojim vlastitim uspjehom, svaku slabost ili neuspjeh, kao svoju ličnu slabost ili lični neuspjeh, svaki napad ili uvredu poduzeća kao lični napad i ličnu uvredu.

A da su glavni teret ponijeli na svojim leđima baš oni kojima je 30. IV odano priznanje, nije potrebno posebno isticati. Smatramo stoga da je uputno sve nagrađene drugove i poimenično navesti. To su, alfabetskim redom, s naznakom godine dolaska u poduzeće:

Rijeka

Uprava

1 Alt Marica (1947)
2 Balas Vinko (1947)
3 Beleni Albert (1947)
4 Benzan Oskar (1949)
5 Bernes Petar (1947)
6 Borozan Ida (1948)
7 Bruketa Franjo (1952)
8 Double Anica (1947)
9 Dovolić Anđela (1951)
10 Dukić Marijan (1947)
11 Franki Bosiljka (1953)
12 Gligora Ivan (1947)
13 Grlaš Stanko (1953)
14 Hautz Anton (1947)
15 Juršinović Franjo (1953)
16 Kamenar Ivan (1947)
17 Košuta Blaženka (1951)
18 Logar Nedeljko (1947)
19 Lončar Branko (1951)
20 Mance Josip (1953)
21 Marić Edica (1950)
22 Markota Alojz (1950)
23 Markota Nevenka (1947)
24 Marot Cili (1947)
25 Matković Slavko (1947)
26 Mavrinac Ivan (1953)
27 Mavrinac Vlado (1947)
28 Miphaze Lila (1947)
29 Mičetić Franjo (1947)
30 Mihaljević Anka (1951)
31 Miloš Ivan (1948)
32 Mrakovčić ing. Branko (1947)
33 Pavešić Zdravko (1948)
34 Pavletić Ivan (1954)
35 Perić Branka (1951)
36 Pintarić Marija (1948)
37 Rodić Vida (1947)
38 Ružić Ivan (1947)
39 Sindičić Anton (1953)
40 Sinožić Josip (1947)
41 Smokvina Jovanka (1950)
42 Stilinović Zora (1952)
43 Stupar Anton (1949)
44 Sušić Drago (1948)
45 Šepić Milutin (1947)
46 Šepić Vlado (1950)
47 Štefan Bazilija (1948)
48 Užičanin Mušan (1950)
49 Vanić Zvonko (1947)
50 Vičić Cvjetana (1953)
51 Viola Vilma (1947)
52 Volf ing. Ivan (1950)
53 Zavidić Anica (1949)
54 Žic Tonica (1950)

Sl. 2. Za vrijeme svečanosti u poduzeću »Elektroprimorje«

Sl. 3. Prilikom predaje dara u poduzeću »Elektroprimorje«

Pogon (EJ*. 101)

55 Blažević Anđelko (1952)
56 Brnelić Milan (1953)
57 Brnelić Tomislav (1951)
58 Čargonja August (1950)
59 Fosser Jordano (1948)
60 Francetić Mario (1947)
61 Gomizelj Vjekoslav (1950)
62 Grgurić Mirko (1947)
63 Gržetić Milivoj (1951)
64 Haramija Milan (1950)
65 Kiselić Ivan (1948)
66 Klobučar Anton (1947)
67 Kopp Franjo (1947)
68 Kružić Franjo (1953)
69 Martinčić Anton (1947)
70 Matić Franjo (1949)
71 Mičetić Josip (1951)
72 Mijatov Vlado (1953)
73 Miloš Tomislav (1949)
74 Perčić Ivan (1947)
75 Perušić Lovorka (1949)
76 Pilepić Petar
77 Polić Milan (1947)
78 Puškarić Josip (1948)
79 Rožić Petar (1947)
80 Ružić Josip (1947)
81 Ružić Karlo (1950)
82 Ružić Stanko (1947)
83 Sam Branko (1949)
84 Skender Matija (1947)
85 Skvaža Vinko (1947)
86 Sušanj Joakim (1948)
87 Štrek Vlado (1948)
88 Šuperina Josip (1947)
89 Tadej Dragutin (1948)
90 Tijan Stanko (1950)
91 Tomazini Josip (1947)
92 Trinajstić Milivoj (1951)
93 Tušek Marijan (1953)
94 Valković Petar (1953)
95 Volarić Mate (1954)
96 Volf Rude (1951)
97 Zlatić Franjo (1947)

* EJ = ekonomska jedinica

Projektni biro (EJ 107)

98 Gulan Slavko (1954)
99 Kinkela Ivan (1953)
100 Primožić ing. Mate (1953)

Izgradnja (EJ 108)

101 Baričević Srećko (1948)
102 Crnjar Milan (1953)
103 Rakamarić Josip (1947)
104 Šubat Milan (1951)
105 Šubat Franjo (1951)
106 Tkalec ing. Josip (1953)

Transf. radiona (EJ 109)

107 Bertossi Gerardo (1947)
108 Čohar Silvio (1947)
109 Dobrila Franjo (1950)
110 Kamenar Anton (1948)
111 Kamenar Ireneo (1950)
112 Kamenar Zdenka (1948)
113 Kogoj Drago (1952)
114 Maračić Rude (1947)
115 Miculinić Franjo (1948)
116 Mičetić Tomo (1951)
117 Milih Marica (1948)
118 Sišul Rude (1947)
119 Starac Ranko (1947)
120 Švast Rudolf (1950)
121 Žuljević Stjepan (1954)

Baždarnica (EJ 110)

122 Bogdan Ana (1948)
123 Marčac Anton (1953)
124 Marčac Josipa (1950)
125 Srdoč Veljko (1953)
126 Šikić Tihomil (1954)
127 Vukčević Zora (1949)
128 Zubović Miroslav (1947)

Servis (EJ 112)

129 Frlan Dušan (1947)
130 Kralj Josip (1952)
131 Kraljić Srećko (1947)
132 Linić Josip (1953)
133 Mohorović Milan (1947)
134 Škunca Ivan (1954)

Skrad (EJ 102)

135 Abramović Ivka (1948)
136 Andlar Petar (1945)
137 Crnković Petar (1951)
138 Crnković Zdravko (1953)
139 Delač Branko (1954)
140 Farkaš Josip (1951)
141 Forenbaher Josip (1953)
142 Grenko Matija (1945)
143 Grgurić A. Matija (1952)
144 Grgurić M. Matija (1953)
145 Ivanković Matija (1951)
146 Jakovac Zvonko (1953)
147 Jazbec Josip (1953)
148 Kauzlarić Vinko (1954)
149 Klauzberger Miro (1950)
150 Lisac Antonija (1945)
151 Mance Josip (1946)
152 Matković Slavko (1953)
153 Mulc Matija (1952)
154 Pintar Vjekoslav (1953)
155 Piršl Josip (1951)
156 Pleše Josip (1952)
157 Pleše Vinko (1950)
158 Podnar Matija (1954)
159 Porpeš Matija (1954)
160 Radunović Nada (1946)
161 Tušek Branko (1951)

Crikvenica (EJ 103)

162 Bedenik Marica (1954)
163 Car Ivan st. (1948)
164 Domijan Josip (1947)
165 Đorđević Jevstatije (1949)
166 Gašparović Josip (1954)
167 Host Marijan (1947)
168 Ivančić Orfeo (1947)
169 Jadro Viktor (1949)
170 Kružić Bogumil (1947)
171 Mahmutović Anica (1948)
172 Manestar Albin (1947)
173 Pajdaš Ivan (1951)
174 Piškulić Rude (1949)
175 Ropac Mate (1948)
176 Stojčić Ivanko (1950)
177 Varga Ludvig (1947)
178 Zgombić Ivan (1947)
179 Župan Velimir (1952)

Opatija (EJ 104)

180 Ćiković Anton (1947)
181 Dukić Radovan (1954)
182 Fućak Ivan (1949)
183 Grizafuli Atilio (1953)
184 Gruden Fritz (1948)
185 Jakotić Anton (1947)
186 Lipovšek Feliks (1947)
187 Požarić Franjo (1949)
188 Rubeša August (1947)
189 Rubeša August (1948)
190 Zrinšćak Jakov (1947)

Lošinj (EJ 105)

191 Baričević Anton (1947)
192 Marinculić Pavao (1951)
193 Nikolić Nikola (1951)
194 Rottensteiner Karlo (1951)
195 Sever Josip (1953)
196 Vidić Josip (1951)

Rab (EJ 106)

197 Frankić Dinko (1951)
198 Mlacović Ante (1947)
199 Ribarić Josip (1950)
200 Vidas Josip (1951)

Čestitkama, koje je svojim vrijednim i zaslužnim drugovima uputio radni kolektiv »Elektroprimorja«, pridružuje se i

Uredništvo »Energije«

Beogradski sajam

Osmi *međunarodni sajam tehnike* tradicionalna je i najveća priredba Beogradskog sajma. Iako je po svom osnovnom i prvenstvenom zadatku poslovno-stručni sastanak, ove godine ima dva značajna obilježja: pada u dane proslave 20-godišnjice oslobođenja Beograda i početka novog sedmogodišnjeg plana Jugoslavije, pa je sadašnji stepen razvoja naše industrije koji se na sajmu prikazuje — zapravo slika startne baze sa koje ulazimo u taj plan.

Na ovogodišnjem Međunarodnom sajmu tehnike učestvuju 42 poduzeća iz Jugoslavije i 476 firmi iz 27 zemalja to jest ukupno 1168 izlagača. Najbrojniji su izlagači iz metalne industrije, a prevladavaju mašinogradnja i industrija transportnih sredstava. U elektroindustriji zstupljeni su proizvođači uređaja i opreme za proizvodnju, prijenos i korištenje električne energije.

Jugoslavensku tehniku predstavljaju sva značajnija industrijska poduzeća iz grana koje ulaze u program Sajma tehnike. Tu su npr. sve željezare, fabrike kabela, industrije motora i motornih vozila, elektronska industrija, proizvođači alatnih strojeva itd.

Strani izlagači učestvuju na sajmu tehnike na više načina: pojedinačno i samostalno, u okviru grupnih izlaganja ili preko svojih jugoslavenskih zastupnika.

Kao i uvijek među stranim izlagačima prevladavaju proizvođači investicione opreme i preciznih uređaja. Prateći razvoj jugoslavenske industrije, oni nastoje da izlože ono, što ona još ne proizvodi ili što je potrebno za njeno daljnje usavršavanje, dakle tehničku robu za koju mogu naći plasman.

Zajedno sa savremenom tehnikom na sajmu je izložena i tehnička literatura, jer se unapređivanje proizvodnje danas ne može zamisliti bez međunarodne razmjene iskustava putem štampane riječi. Na ovogodišnjem sajmu održava se komercijalna izložba tehničke literature iz SSSR, SAD, Engleske i Zapadne Njemačke. Među izlagačima nalaze se najpoznatije izdavačke kuće.

Tri velika jugoslavenska proizvođača elektronske industrije »Iskra«, Kranj — »Riz«, Zagreb i »Rudi Čajavec« iz Banja Luke, izlažu zajednički, a izjavljuju da će se i u buduće zajednički pojavljivati na domaćim i stranim tržištima.

Zanimljivi su sastanci banaka i uvoznika radi odobravanja sredstava za nabavku investicione opreme i opreme za naučno-istraživačke institute.

Konferencije za štampu izlagača iz pojedinih država veoma su poučne. One pridonose upoznavanju namjera i mogućnosti produbljivavanja i jačanja privrednih odnosa između njihovih zemalja i naše zemlje. Na tim konferencijama najistaknutiji predstavnici pojednih zemalja i izlagača daju najmjerodavnije perspektivne linije daljnje privredne suradnje i razvoja ekonomskih odnosa obiju zemalja.

Dade li se opća ocjena jugoslavenske industrije s obzirom na eksponate koje prikazuje, može se reći da je ovdje predstavljeno ono najbolje što je postignuto i što može izići i na domaće i na svjetsko tržište kao roba visokog kvaliteta. Sajam je dakle reprezentativna ponuda jugoslavenske tehnike domaćim i stranim kupcima.

Izložba o razvitku elektroprivrede

Ekonomski fakultet u Zagrebu organizirao je stalnu izložbu o razvitku naše privrede. Zamišljeno je da se eksponati na izložbi mijenjaju dva puta godišnje. Privredne organizacije, instituti i naučne ustanove u nizu grafikona, maketa i drugih eksponata prikazuju svoj razvitak, proizvodnju i osvajanje novih proizvoda.

Na slobodnom prostoru u fakultetskoj zgradi s eksponatima zastupljene su sve industrijske grupe. Naročito su detaljno obrađene ključne industrijske grane: elektroprivreda, elektroindustrija, strojogradnja, proizvodnja čelika, bakra, aluminija i dr. Sve ove grane obrađene su ne samo s tehničkog, nego i s ekonomskog gledišta.

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske prikazala je proizvodnju i potrošak električne energije u SR Hrvatskoj. Obrađeno je razdoblje od 1945. godine do danas, te sedmogodišnji plan, kao i perspektivni plan do 1985. godine. Posebno je na zoran način prikazan princip proizvodnje električne energije u hidro i termoelektranama, kao i prijenos od izvora do potrošača.

I. R.

Seminar i izložba »JUREME«

U okviru Zagrebačkog proljetnog velesajma organiziran je od 20. do 25. travnja »IX jugoslavenski seminar i izložba za regulaciju, mjerenje i automatiza-

ciju *Jurema*« pod pokroviteljstvom Privredne komore SRH, Savjeta za naučni rad SRH i Sekretarijata za industriju Izvršnog vijeća SRH. Glavni organizator ove značajne tehničke manifestacije je Savezni stručni odbor za automatizaciju jugoslavenskog komiteta za ETAN.

Ovogodišnji održani seminar i izložba JUREME pokazali su značajan napredak u odnosu na ranije ovakve manifestacije, i to u pogledu svoga opsega i širine. Na seminaru i izložbi sudjelovalo je 13 zemalja, te se može zaključiti da JUREMA pored općejugoslavenskog, ima i široko međunarodno značenje.

To je najbolje pokazao i broj stranih predavača. Ukupno su na seminaru održana 53 stručna referata od čega na strane predavače otpadaju 22. Inozemne referate i predavanja održali su naučni radnici i stručnjaci iz Austrije, Bugarske, Čehoslovačke, Holandije, Italije, Mađarske, Demokratske Republike Njemačke, Rumunjske, SSSR i Švicarske. Struktura referata prilagođena je nastojanjima JUREME, koja želi posebno naglasiti praktičnu, odnosno industrijsku, problematiku automatizacije. Tako su 33 referata obuhvatila teme iz industrije, od čega 18 domaćih. Najveći broj referata obradio je problematiku automatske regulacije, zatim elemente za automatizaciju, kao i mjerenje i mjerne uređaje.

Izložba JUREME koja je sastavni dio seminara, najveća je dosadašnja održana izložba ove vrste u našoj zemlji. Pored Jugoslavije na izložbi su bili zastupljeni raznim eksponatima proizvođači iz Austrije, Čehoslovačke, Italije, Mađarske, NjDR, SR Njemačke i Švicarske. Najveći izložbeni prostor zauzeli su eksponati što su ih izložile Njemačka Demokratska Republika i Čehoslovačka.

Kao posebnu značajku ovogodišnje kvalitete izložbe treba istaći relativno veliko učešće jugoslavenskih proizvođača uređaja za automatizaciju.

I. R.

Registracija »Elektroprojekta« kod Tehničke pomoći OUN

Početkom travnja ove godine izvršena je službena registracija poduzeća »Elektroprojekt« iz Zagreba kod Specijalnog fonda Ujedinjenih Nacija, čime je poduzeću priznato pravo vršenja konzultantskih i inženjerskih usluga na poslovima investicione izgradnje zemalja u razvoju, koje u fazi studija financira Specijalni fond OUN, a u fazi izgradnje Međunarodna banka za razvoj i obnovu.

»Elektroprojekt«, poduzeće specijalizirano za projektiranje energetskih postrojenja i svih vrsta vodogradnje, nastupalo je uspješno ne samo kod kuće već i u nizu drugih zemalja — Burmi, Indiji, Etiopiji, UAR-u, Iranu itd. Registracija kod Ujedinjenih Nacija predstavlja još jedno zasluženo priznanje za postignute uspjehe u dosadašnjem radu. Ujedno je time ovome poduzeću pružena mogućnost za postizavanje još veće afirmacije, a prema tome i afirmacije naših stručnjaka u inozemstvu.

Za dobivanje službene potvrde o sposobnosti poduzeća za učestvovanje na poslovima iz programa Specijalnog fonda OUN bilo je potrebno pripremiti, na osnovu upitnika Organizacije specijalnog fonda i Međunarodne banke, tehničke poslovne reference o radu i aktivnosti poduzeća, sastav stručnog kadra, te podatke o ekonomsko-financijskim sposobnostima poduzeća.

Kako ni jedna svjetska tvrtka ne može učestvovati na odgovarajućim licitacijama za izvođenje ovih radova u pojedinim zemljama ako nema prethodnu registraciju i ocjenu sposobnosti od strane organa specijalnog fonda, jasno je da je ovim činom »Elektroprojekt-u« otvoren put za učešće u investicionoj izgradnji u svim zemljama u kojima se ta izgradnja financira iz fondova Organizacije Ujedinjenih Nacija.

I. R.

IN MEMORIAM

Umro je ing. Jerko Jerić

U Zagrebu je nakon dužeg poboljevanja dne 24. IV 1964. u starosti od 76 godina preminuo jedan od naših poznatih i renomiranih elektroprivrednih stručnjaka, ing. Jerko Jerić.

On je, doduše, kao član Instituta za elektroprivredu u Zagrebu bio umirovljen još 31. X 1962, no njegova aktivnost nije time prestala. I kao umirovljenik ing. Jerić se, kao vanjski suradnik Instituta, bavio rješavanjem elektroprivrednih problema tako reći do zadnjega dana života, te je i umro dovršavajući jedan od povjerenih mu zadataka. Posljednjih mjeseci nije uopće izlazio iz kuće, jer je uslijed bolesti bio fizički oslabio. Duh mu je međutim bio do zadnjega časa živahan i svjež, pa si je dao kući donositi stručnu literaturu, kojom se, uz bogatu praksu i životno iskustvo, služio pri razradi pojedinih elaborata.

Ing. Jerko Jerić rodio se je 8. VI. 1888. u Metkoviću, gdje je polazio osnovnu školu. Srednju školu (realku) svršio je u Splitu, gdje mu je među ostalima

bio profesorom tada još mladi hrvatski književnik Milan Begović, s kojim je i kasnije, u zrelijim godinama mnogo prijateljevao. Do zadnjega se dana družio i s Marinom Begom, također jednim od književnika i predstavnika hrvatske proze između 1900—1930.

Nakon mature otišao je u Švicarsku na Visoku tehničku školu u Zürichu, na kojoj je diplomirao godine 1911. i vratio se u domovinu kao elektromašinski inženjer. Ing. Jerić nije bio samo tehnički stručnjak nego i čovjek velike inteligencije, načitan, svestrano naobražen i vrlo široke kulture. S njime se moglo raspravljati o problemima sa svih područja čovječjeg znanja i umijeća.

Ing. Jerić bio je jedan od graditelja hidroelektrane u Kraljevcu, jedne od prvih hidroelektrana u našoj zemlji. Na tamošnjem je radilištu bio od ožujka 1912 do ožujka 1913., kad je prešao firmi AEG Union u Beču, gdje je radio kao montažni inženjer. Od 1. rujna 1914. pa do kraja Prvog svjetskog rata (mobiliziran je bio vrlo kratko vrijeme) radio je kao pogonski inženjer tvornice cementa »Split« Majdan. Dana 1. listopada 1919. dolazi u Električna poduzeća Split, u svojstvu direktora sa zadatkom da provede organizaciju poduzeća i elektrifikaciju grada Splita i okolice, što je on uspješno i sproveo, dovevši u Split i u splitski industrijski bazen električnu energiju iz Kraljevca.

Na mjestu direktora Električnih poduzeća u Splitu (koja su bila vlasništvo splitske općine sa 60 % te Tvornice Sufid i Tvornice cementa Split sa 40 %) proveo je punih 20 godina, učinivši poduzeće jednim od najrentabilnijih električnih poduzeća u predratnoj Jugoslaviji. Kada je u Zagrebu 1940. osnovano Banovinsko električno poduzeće »BEP«, dolazi 1. VI 1940. iz Splita u Zagreb u svojstvu ravnatelja toga poduzeća. Tu djeluje do 31. V 1941. Za vrijeme okupacije ostaje bez namještenja i bavi se privatnim poslovima sve do oslobođenja. Dne 15. VII 1945. pozvan je u Beograd u Ministarstvo industrije, da radi na planu elektrifikacije zemlje. 1947. vraća se iz Beograda u UPEL u Zagreb, zatim ponovno u Minel u Beograd, pa opet u Zagreb u poduzeće Elektrozapad, zatim u Generalnu direkciju elektroprivrede Hrvatske, a odatle prelazi u Institut za elektroprivredu, u kom ostaje do svog umirovljenja, odnosno i dalje kao njegov suradnik do svoje smrti.

Ing. Jerić ostavio je u elektroprivredi Hrvatske i Jugoslavije vidne rezultate svoga svestranog, plodnog i naučnog stručnog rada. Od značajnijih njegovih radova i studija vrijedno je spomenuti barem neke. To su:

Plan elektrifikacije Federativne Narodne Republike Jugoslavije, u tri dijela. Izdanje Ministarstva industrije FNRJ, Beograd 1946.

Plan elektrifikacije Jugoslavije u knjizi: »*Razvoj elektroprivrede Jugoslavije 1945—1955*«. Izdanje Zajednice Jugoslavenske elektroprivrede, Beograd 1957.

Energy Resources and Power Development, Paper 13/A. Izvještaj IV. Svjetskoj konferenciji za energiju (WPC), London 1950.

Perspektivno planiranje proizvodnje i potrošnje električne energije (Analitičko-grafička metoda za izradu elektroenergetskih bilanca). »Elektroprivreda«, Beograd 1952.

Vodne snage NR Hrvatske. Izdanje Instituta za elektroprivredu, Zagreb, 1952.

Prilog izučavanju elektroenergetskih problema u Dalmaciji (uz studiju: »Problemi privrednog razvoja sjeverne i srednje Dalmacije i dijela zapadne Bosne«). Izdanje Ekonomskog instituta NRH, Zagreb, 1956.

Osim toga objavio je razne članke o primjeni statističko-matematskih metoda u elektroprivredi, u časopisima ENERGIJA Zagreb i ELEKTROPRIVREDA Beograd.

Ing. Jerko Jerić bio je i jedan od vrlo cijenjenih suradnika našeg časopisa. Za njegov plodan i nesebičan rad na unapređenju naše elektroprivrede Institut za elektroprivredu dao mu je naročito priznanje i nagradu prigodom njegove 70-godišnjice života, kao i prigodom umirovljenja.

Kao radnik bio je neumoran, vrlo marljiv i pedantan, pa je kao takav dobio i niz priznanja i pohvala. Uvijek željan znanja i progresa, on se nije ustručavao da i kao sedamdesetgodišnjak sjedne ponovno u školske klupe da sluša kurs visoke matematike prof. dra Blanuše.

Kao drug bio je srdačan i nadasve susretljiv, naročito prema mlađim suradnicima, kojima je nesebično i uvijek spremno znao priskočiti u pomoć svojim znanjem i bogatim stručnim iskustvom. I kasnije, kad u zadnje vrijeme nije mogao napuštati kuću, njegov je dom bio uvijek otvoren drugovima i suradnicima, koji su bili svaki put srdačno i toplo dočekani.

Pokopan je u Zagrebu na Mirogoju uz sudjelovanje velikog broja prijatelja, suradnika i poštovatelja.

Ernest Radetić

Plan istosmjernog veleprijenosa u Kanadi

Činjenica je, da sistem prijenosa električne energije vrlo visokim istosmjernim naponima sve više prodire u praksu. Svi dosadašnji istosmjerni prijenosi koji su u pogonu i koji su u gradnji, izvedeni su za podzemne (kabelske) prijenose, osim sistema Donbas — Volgograd (750 MW; ± 400 kV; 460 km), koji je na cijeloj dužini izveden kao nadzemni istosmjerni dalekovod. Premda se stručnjaci razilaze u pitanju granične prijenosne snage i daljine, gdje treba upotrijebiti istosmjerni prijenosni sistem, ipak izgleda da prevladava mišljenje da kod vrlo velikih snaga i daljina prijenosa istosmjerni sistem ima neospornih prednosti. To se vidi odatle, što se vrše najozbiljniji planovi za izgradnju takvih prijenosnih uređaja u Americi i Sovjetskom Savezu.

Prema najnovijim planovima predviđa se izgradnja istosmjernog sistema prijenosa kojim bi se prenosila električna energija sa sjevernog Labradora do Montreala i još dalje južno, sve do New-Yorka. Na rijeci Hamilton izgradile bi se elektrane snage 4500 MW, sa godišnjom proizvodnjom od 33.000 GWh, pa budući da u blizini nema nikakovih potrošača, svu bi energiju trebalo prenijeti na jug. Od navedene snage oko 2000 MW moglo bi se prenositi dalje do New Yorka. Elektrana bi mogla biti sagrađena u roku od 4 godine, a troškovi bi iznosili oko 700 milijuna dolara, što se ocjenjuje kao vrlo povoljno. Daljina prijenosa od elektrana na sjeveru Kanade do velikih elektroenergetskih centara u USA iznosila bi oko 1500 km. Za navedene prijenosne uvjete računane su različite varijante prijenosnih uređaja. Kod toga je za trofazni prijenos uzet u obzir napon 700 kV, a za istosmjerni ± 500 kV. Kalkulacije su pokazale, da je istosmjerni prijenos ekonomičniji, budući da su u pitanju ne samo velike daljine već i velike snage, a uz to treba računati i s problemom stabilnosti kod trofaznog prijenosa. U prilog prihvaćanja istosmjernog sistema govori i to, da se tokom pogona neće mijenjati smjer energije i da će biti vrlo malo otcjepa.

Da se sakupe iskustva za ovakav gigantski prijenos izgradile su Kanadska kompanija Hydro Quebec i SAD kompanija Com. Edison Co. posebnu pokusnu stanicu.

Makar u tehnici istosmjernog prijenosa još ima problema koje treba riješiti, poklanja joj se sve veći značaj u budućnosti.

(Prema ETZ-B, br. 7, 1964)

Boris Marković, dipl. ing.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

DK 621.315.1
Stand der Technik, Technologie und Ökonomie des Baues von Hochspannungs-Freileitungen für 110 kV und darüber
Stanje tehnike, tehnologije i ekonomije gradnje visokonaponskih dalekovoda 110 kV i više
W. Förster
Institut f. Energetik Mitt. (1964), br. 58, str. 451—485.

DK 621.315.1
Besondere Sicherheitsmaßnahmen beim Bau von Pipelines in der Trasse von Hochspannungsleitungen
Osobite mjere sigurnosti kod gradnje cjevovoda za naftu u trasi visokonaponskih vodova
H. Böcker
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 6, str. 205—210.

DK 621.316.5
Otključenie nenagružennyh transformatorov 6—35 kV razediniteljami vnutrennej ustanovki
Isklapanje neopterećenih transformatora 6—35 kV rastavljačima u unutarnjim postrojenjima
M. A. Aronov
Električeskie stancii 35 (1964), br. 3, str. 45—50.

DK 621.316.933.6
Siemens-Kathodenfallableiter H 400 für Niederspannung
Siemensov katodni odvodnik H 400 za niski napon
R. Foitzik
Siemens-Z. 38 (1964), br. 3, str. 160—163.

DK 621.316.12.027.8 (71)
Plan einer Gleichstrom-Fernübertragung in Kanada
Plan istosmjernog daljinskog prijenosa u Kanadi
A. Kroms
ETZ-B 16 (1964), br. 7, str. 168—169.

DK 621.316.37.027.8
Schaltanlagen für Höchstspannungen
Rasklopna postrojenja za najviše napone
M. Müller
BBC Mitt. 51 (1964), br. 1/2, str. 101—110.

DK 621.316.93
Koordination der Isolation und Wahl der Überspannungsableiter
Koordinacija izolacije i izbor prenaponskih odvodnika
A. Goldstein
BBC Mitt. 51 (1964), br. 1/2, str. 47—55.

DK 621.316.9.027.8
Schutzeinrichtungen und Relais für Höchstspannungsleitungen
Zaštitni uređaji i releji za vodove najvišeg napona
Ch. Hahn
BBC Mitt. 51 (1964), br. 1/2, str. 93—100.

DK 621.316.5.015.33
Schaltvorgänge und Schaltüberspannungen in Höchstpannungsnetzen
Prijelazne pojave i rasklopni prenaponi u mrežama najviših napona
P. Althammer
BBC Mitt. 51 (1964), br. 1/2, str. 33—46.

DK 621.316.5.015.33
Betriebsfrequente Überspannungen
Prenaponi pogonske frekvencije
J. Glavitsch
BBC Mitt. 51 (1964), br. 1/2, str. 21—32.

DK 621.317.8
Sonderabnehmertarife für Elektrowärme
Tarife za električnu toplinu posebnih potrošača
W. Strahringer
Praktische Energiekunde 12 (1964), br. 1, str. 21—24.

DK 621.317.333.6
Neue Ergebnisse bei Alterungsmessungen an Hochspannungswicklungen von Synchronmaschinen
Novi rezultati kod mjerenja starenja visokonaponskih namota sinhronih strojeva
K. Edvin
E. u. M. 91 (1964), br. 5, str. 95—99.

DK 621.317.7.014.018.41
Die Grenzfrequenz von Nachtstrom-Meßeinrichtungen
Granična frekvencija mjerila noćne električne energije
U. Behmann
ETZ-A 85 (1964), br. 5, str. 139—147.

DK 621.365.4 : 64+697
Heizen mit Elektrizität
Grijanje električnom energijom
Elektrowärme 22 (1964), br. 3, str. 66—68.

DK 621.365.4
Eine Automatik für Nachtstrom-Speicherheizungsanlagen
Automatika za akumulacione ogrijevne uređaje noćnom energijom
E. Schäfer
Elektrowärme 22 (1964), br. 2, str. 51—54.

DK 621.365
Ein Beitrag zur Nachstromspeicherheizung
Prilog noćnom električnom akumulacionom grijanju
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 6, str. 211—213.

DK 662.764.37
Investitionskennziffern für Ferngasleitungen
Investicione karakteristike plinskih dalekovoda
K. H. Knapp
Institut f. Energetik Mitt. (1963), br. str. 381—395.

DK 662.92-634
Betriebserfahrungen an Ölfeuerungsanlagen
Der Einfluß der Schwerölviskosität auf die Verbrennung
Pogonska iskustva s uređajima za loženje uljem
Utjecaj viskoziteta teških ulja na izgaranje
K. Rudolf
Energie 16 (1964), br. 2, str. 48.

DK 620.9(4)
Perspektiven einer europäischen Energiepolitik
Perspektive evropske energetske politike
E. Sassen
Energiewirtschaft 4 (1964), br. 17, 16—23.

DK 620.9 : 621.31 (083.9)
Das neue ökonomische System der Planung und Leitung bei der Projektierung von Energieanlagen
Novi ekonomični sistem planiranja i vođenja kod projektiranja energetskih postrojenja
S. Michael
Energietechnik 14 (1964), br. 3, 99—102.

DK 620.9.001
Neue Methoden der perspektivischen Planung der Energieversorgung
Nove metode perspektivnog planiranja opskrbe energijom
E. Melms
Energietechnik 14 (1964), br. 4, 145—149.

DK 620.9 : 3 : 678.01
Die Möglichkeiten der Plastanwendung in der Energiewirtschaft
Mogućnost primjene plastike u energetskoj privredi
F. Reis
Energietechnik 14 (1964), br. 3, 138—141.

DK 620.9 (44)
L'énergie dans la planification française
Energija u francuskom planiranju
Revue Général de Thermique III (1964), br. 28, 383—453.

DK 620.9 : 31 (44)
Statistiques de l'Energie
Energetska statistika (Francuska)
Revue Général de Thermique III (1964), br. 28, 599—604.

DK 620.92 : 621.31
Energie-Direkt-Umwandlung
Direktno pretvaranje energije
W. Schultes
Energie 16 (1964), br. 3, 95—97.

DK 621.039.576/.578 (047.1)
Kernenergie-Erzeugung
Proizvodnja elektriciteta nuklearnom energijom
K. Jaroschek
BWK 16 (1964), br. 4, 153—156.

DK 621.165 : 31 : 621.18
Statistische Angaben über die im Jahre 1963 in den USA für die Energieerzeugung in stationären Anlagen projektierten und ausgeführten Kessel und Maschinen
Statistički pregled kotlova i strojeva projektiranih i izvedenih za proizvodnju energije u stacionarnim uređajima u SAD godine 1963.
Energie 16 (1964), br. 3, S. 97.

DK 621.165 : 62-52/53
Das Anfahren von Dampfturbinen und Wege zur Automatisierung
Stavljanje parnih turbina u pogon i putevi automatizaciji
H. Hotes
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 9, 293—299.

DK 621.221+711.3
Wasserkraftnutzung und Landesplanung
Iskorištavanje vodnih snaga i planiranje regija
M. Österhaus
Wasser u. Energiewirtschaft 56 (1964), br. 4/5, 124—130.

DK 621.221.4
Einsatz der Pumpspeicherung in der Deutschen Demokratischen Republik und in anderen Ländern
Uvrštavanje pumpnih akumulacija u DDR i drugim zemljama
G Gerstenberger
Energietechnik 14 (1964). br. 3, 127—134.

DK 621.3.025.3.004.64 : 621.311.1.001.57
Doppelfehler in elektrischen Dreiphasennetzen und deren Behandlung mit Gleichstromnetzmodellen
Dvostruki kvarovi u električnoj 3-faznoj mreži i njihova obrada na istosmjernim mrežnim analizatorima
R. Muckenhuber
E. u. M. 81 (1964), br. 9, 233—240.

DK 3.621 : 669.35
Kupferwerkstoffe für die Elektrotechnik
Bakar u elektrotehnici
E. Tuschy
ETZ-B 16 (1964), br. 10, 274—276.

DK 621.3.01
Fundamental Aspects of Some Switching Overvoltages on Power Systems
Osnovni aspekti izvjesnih manevarskih prenapona u energetskim sistemima
J. Zaborszky
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 822—930.

DK 621.31
Die Grundlagen unserer Stromversorgung
Osnove naše elektroopskrbe
J. Buderath
Energie 16 (1964), br. 4, 120—124.

DK 621.31
Power Development in the USSR
Razvoj energetike u SSSR
F. L. Lawton
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 385—399.

DK 621.311 (4)
Die Zusammenarbeit in der europäischen Elektrizitätswirtschaft
Suradnja u evropskoj elektroprivredi
O. Probst
Energiewirtschaft 4 (1964), br. 17, 11—14.

DK 621.311 : 658.381
Die zweckmäßigste Schichtorganisation in Grundlastkraftwerken
Najpravilnija organizacija smjena osnovnih elektrana
K. Rabe
Energietechnik 14 (1964), br. 4, 166—169.

DK 621.311.1 : 681.142.35
Vyčisliteljnaja mašina dlja ekonomičnogo raspredelenija nagruzok dlja energosistemy s boljšim količestvom gidrostancij
Računski stroj za ekonomično raspoređivanje tereta u sistemu s većim učešćem hidroelektrana
S. R. Zljkin
Električestvo 84 (1964), br. 4, 16—20.

DK 621.311.1.027.8
Grundsätzliche Gesichtspunkte bei der Projektierung von Höchstspannungsübertragungen
Osnovna gledišta kod projektiranja prijenosa vrlo visokim naponima
G. Jancke
Bull. SEV 55 (1964), br. 9, 420—424.

DK 621.311.1 : 621.3.017
Poteri mošćnosti i energii na koronu na provodah dejstvujušćej linii 500 kV
Gubici snage i energije na vodu 500 kV u pogonu
V. D. Kravčenko
Električestvo 84 (1964), br. 5, 7—12.

DK 621.311.1 : :338.40
O formah uslovij ekonomičnogo režima energosistemy s teplovimi stancijami
O uslovima ekonomičnog načina vođenja energetskog sistema s termoelektranama
D. A. Arzamascev
Električestvo 84 (1964), br. 4, 5—9.

DK 621.311.22 : 621.186.85
Die Erweiterung des Heizkraftwerkes der Stadt Rosenheim
Proširenje toplane grada Rosenheima
G. Plenker
Energie 16 (1964), br. 3, 82—84.

DK 311.22 : 621.011.56
Automatisierung von Dampfkratwerken
Automatizacija termoelektrana
H. Voigt
Energietechnik 14 (1964), br. 3, 115—117.

DK 621.311.22 (72)
Dampfkraftwerk Poza Rica (Mexiko)
Termoelektrana Poza Rica (Meksiko)
B. Mühleck
Siemens Z. 38 (1964), br. 5, 325—335.

DK 621.311.22
Der Schritt zu 200 bis 300 MW — Kraftwerksblöcken
Korak k blokovskim elektranama 200—300 MW
S. Kriese
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 9, 277—286.

DK 621.311.25 : 621.472.003.1
Das wirtschaftliche Sonnenkraftwerk
Ekonomične sunčane elektrane
P. Vago
VIDI-Z. 106 (1964), br. 13, 553—558.

DK 621.311.29 : 538.4
The Magnetohydrodynamic Generation of Power
Magnetohidrodinamička proizvodnja električne energije
K. Philips
AEI Engineering 4 (1964), br. 2, 62—67.

DK 621.313.32.013.8
Kritische Betrachtung des Verfahrens zum Bestimmen der Lasterregung von Synchronmaschinen
Kritičko promatranje postupka za određivanje uzbude sinhronih generatora kod tereta
W. Schisky
Siemens-Z. 38 (1964), br. 5, 365—369.

DK 621.313.32.016.37
Über den asynchronen Anlauf von Synchronmaschinen
H. Jordan
ETZ-A 85 (1964), br. 10. 296—305.

DK 621.315.17 (23) (494)
Neuere Gebirgsleitungen in der Nordostschweiz
Novi planinski vodovi u sjeveroistočnoj Švicarskoj
W. M. Niggli
ÖZE 17 (1964), br. 4, 167—172.

DK 621.315.1.091.1
Dämpfung von Wanderwellen beim Abschalten von Abstandkurzschlüssen und langen unbelasteten Freileitungen
Prigušivanje putujućih valova kod iskapčanja distantnih kratkih spojeva i dugih neopterećenih vodova
W. Schultz
Siemens Z. 38 (1964), br. 5, 356—359.

DK 621.315.17
Die 380 kV — Leitung Westtirol — Staatgrenze (Vöhringen) der Österr. Elektrizitätswirtschafts-A. G. (Verbundgesellschaft)
Vod 380 kV zapadni Tirol — državna granica poduzeća Österr. Elektrizitätswirtschafts A. G. (Verbundgesellschaft)
W. Krautt
ÖZE 17 (1964), br. 4, 142—159.

DK 621.315.687.2/.3.002.72
Fortschritte bei der Montage von Niederspannungskabeln
Napredak kod montaže niskonaponskih kabela
W. Schween
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 9, 287—292.

DK 621.315.66 : 624.15
Allgemeine Fundierungsfragen bei den Freileitungsneubauten der Verbundgesellschaft
Opća pitanja temeljenja kod gradnje novih dalekovoda poduzeća »Verbundgesellschaft«
H. Schauer
ÖZE 17 (1964), br. 4, 159—162.

Ivan Šimurina

H. Požar, *Leistung und Energie in Verbundsystemen.* Naklada Springer-Verlag, Wien 1963, 360 strana, sa 219 slika i 32 tablice, format 23,5 × 15,5, tvrdi uvez. Cijena 24,25 $.

Varijabilnost potrošnje električne energije uvijek je postavljala pred elektroprivredu niz problema kao što su predviđanje potrošnje na duži ili kraći period, planiranje opsega izgradnje elektrana, optimalno korištenje postojećih elektrana, utvrđivanje vrijednosti električne energije u pojedinim momentima itd.

Ako se sva, ili gotovo sva, potrošnja podmiruje iz termoelektrana onda se gornji problemi u elektroenergetskom sistemu mogu riješiti samo nakon opširnih razmatranja i analiza. Međutim, problemi su mnogostruko kompliciraniji za rješavanje, ako se radi o kombiniranom elektroenergetskom sistemu, koji se sastoji iz hidroelektrana i termoelektrana, jer se varijabilnosti potrošnje pridodaje još veća varijabilnost proizvodnje. Da bi se postigli optimalni rezultati, potrebno je obuhvatiti vrlo velik broj utjecaja, pa se oduvijek postavljao problem, kako obuhvatiti sve te utjecaje na najprikladniji način.

Jedna od glavnih kvaliteta ovog djela jest u tome, da sve te raznovrsne faktore obuhvaća zgodnim vlastitim metodama, obrađuje ih matematskom tehnikom, a sve na principu postizavanja maksimalne ekonomičnosti tj. minimalnih ukupnih troškova u elektroenergetskom sistemu. Slobodno se može reći, da se u ovoj knjizi može naći odgovor na većinu problema, koji se pojavljuju prilikom planiranja i eksploatacije elektroenergetskih sistema. Stoga se ona može preporučiti kako polaznicima visokih škola za stjecanje osnovnih saznanja o elektroenergetskom sistemu, tako još više praktičarima koji se bave eksploatacijom i planiranjem elektroenergetskih sistema.

Sama knjiga se sastoji od *12 poglavlja,* koja se nižu logičnim redom i na kraju predstavljaju jedinstvenu cjelinu.

Početak je pripao utvrđivanju i definiranju karakteristike opterećenja elektroenergetskog sistema. Uz obradu dnevnog dijagrama na nov način, podjelom na varijabilni i konstantni dio, njegovu pretvorbu u krivulju trajanja definiranu na temelju osnovnih karakteristika dnevnog dijagrama, potrebno je istaknuti elegantnost matematskih izvoda kojima su obuhvaćene sve promjene potrošnje: dnevne, sezonske, godišnje pa i višegodišnje. Sve ovo omogućava da se na temelju statističkih podataka za protekli period utvrde karakteristike potrošnje u narednom periodu, uz poznavanje malog broja podataka o budućoj potrošnji.

U *drugom* poglavlju opisane su karakteristike hidroelektrana i termoelektrana. Posebno treba istaknuti obradu metode za utvrđivanje mogućnosti prilagođavanja hidroelektrana dnevnom dijagramu opterećenja tj. utvrđivanje moguće proizvodnje varijabilne i konstantne energije. Uz to je dan i jednostavan način utvrđivanja potrebnog volumena akumulacije, da bi hidroelektrana postigla maksimalnu varijabilnost proizvodnje koju joj omogućava instalirana snaga i raspoloživa voda. Ovaj problem je obrađen kako za jednu usamljenu hidroelektranu tako isto i za grupu od dvije hidroelektrane ili više njih na jednom vodotoku.

Osnovni principi korištenja energije i snage iz elektrana dani su u *trećem poglavlju,* gdje su prikazani načini korištenja termoelektrana i hidroelektrana.

U *četvrtom poglavlju* su detaljno obrađeni odnosi u kombiniranom elektroenergetskom sistemu. Pomoću metode varijabilne i konstantne energije i snage razmotreni su svi mogući slučajevi koji se mogu pojaviti u konkretnom sistemu, a s obzirom na odnos između ukupne, varijabilne i konstantne energije i snage potrošnje i proizvodnje. Na taj način se može dobiti za svaki konkretni slučaj iskorištenje raspoloživih snaga i energija hidroelektrana i odrediti potrebna proizvodnja i snaga termoelektrana.

Kod elektroenergetskih sistema s kombiniranom proizvodnjom redovito se postavlja pitanje izbora reprezentativne godine. Ovo je pitanje obrađeno u *petom* poglavlju i pokazano je da je jedino ispravno ako se računa s vjerojatnošću proizvodnje na temelju promatranja niza godina u prošlosti. Suglasno tome može se onda utvrditi i vjerojatnost korištenja termoelektrana bilo u varijabilnom, bilo u konstantnom dijelu, kao i iskorištenje energije i snage hidroelektrana. Definicija kritičnog perioda, tj. perioda kada su termoelektrane potpuno angažirane, omogućava da se na kvalitativno nov način razmatra potrebni obim izgradnje novih elektrana, uvaživši varijabilnost i potrošnje i proizvodnje.

Analizom vjerojatnosti angažiranja termoelektrana u *šestom* poglavlju se dolazi do zaključka da je opravdano da se potrošnja ne zadovoljava u potpunosti. S gledišta nacionalne ekonomike korisnije je ako se neki manje osjetljivi potrošači reduciraju u kritičnom periodu. Optimum se postiže kod izjednačenja ukupnih šteta kod potrošača zbog redukcija i ušteda u elektroprivredi zbog mogućnosti manje izgradnje elektrana.

Energetska vrijednost hidroelektrana je obrađena u *sedmom* poglavlju. Izgradnjom jedne hidroelektrane eliminira se potreba izgradnje odgovarajuće snage u termoelektranama proporcionalno raspoloživoj proizvodnji te hidroelektrane u kritičnom periodu. Isto tako se smanjuje potreba proizvodnje energije iz termoelektrana proporcionalno godišnjoj proizvodnji te hidroelektrane. Uopće, smanjenje izgradnje snage i smanjenje proizvodnje termoelektrana predstavlja energetsku vrijednost hidroelektrane. Ona hidroelektrana, koja ima veću relativnu energetsku vrijednost, ekonomičnija je i treba je prvu graditi, pa

je time utvrđen optimalni redoslijed izgradnje hidroelektrana s energetskog stanovišta. Razmatranja se mogu vršiti s obzirom na investicije, troškove ili kombinirano, već prema tome što ekonomici zemlje najbolje odgovara.

Korištenje sezonskih akumulacionih bazena obrađeno je u *osmom* poglavlju. Primjenom raznih kriterija korištenja akumulacionih bazena može se kod projektiranja pokazati, da je hidroelektrana manje ili više ekonomična, a u pogonu se mogu postići manje ili veće koristi. Između raznih kriterija potrebno je izabrati onaj, koji će i kod projektiranja i u pogonu dati približno iste efekte i kojim će se postići maksimalna korist. Kriterij izravnanja proizvodnje termoelektrana pruža obje mogućnosti.

Kod projektiranja hidroelektrana bitnu ulogu na ekonomičnost objekta ima izbor instalirane snage i veličine akumulacionog bazena, što je obrađeno u *devetom* poglavlju. Primijenjeni princip jest da se postignu minimalni ukupni troškovi u elektroenergetskom sistemu. Otvoreno pitanje se ostavlja u pogledu položaja hidroelektrane u dnevnom dijagramu opterećenja, što treba odrediti za svaki konkretni elektroenergetski sistem.

U *desetom* poglavlju se obrađuje vrijednost gubitaka u prijenosnim vodovima i u transformatorima. Novo i bitno jest da se razlikuje gubitak snage i energije, s tim što je za gubitak mjerodavno stanje u kritičnom periodu, jer gubitak snage u tom momentu zahtijeva izgradnju elektrana. Na tom principu se utvrđuje i optimalni iznos gubitaka, koji je npr. povezan s optimalnim presjekom vodiča na dalekovodu.

U *jedanaestom* poglavlju se govori o opterećenjima u elektroenergetskom sistemu, o razradi energetskih podloga za ispitivanja na mrežnom analizatoru, o izradi pogonske karte generatora, graničnim opterećenjima itd.

Zadnje, *dvanaesto*, poglavlje obrađuje najpovoljniji moment ulaska u pogon neke hidroelektrane. S obzirom na energetsku vrijednost hidroelektrane može se utvrditi redoslijed njihove izgradnje. Međutim, najpovoljniji moment ulaska u pogon pojedine elektrane ovisit će o prilikama u elektroenergetskom sistemu, odnosno o strukturi proizvodnje.

Na kraju se treba podsjetiti da je primjena mnogih postavki iz ovog djela unaprijedila našu elektroprivredu. Stoga ćemo pozdraviti skori izlazak ove knjige i na našem jeziku.

Milan Šodan

Quantz-Meerwarth, *Wasserkraftmaschinen.* 11. novoobrađeno i prošireno izdanje. Izdavač Springer-Verlag, Berlin / Götingen / Heidelberg 1963; 175 slika, format 24 × 16,5 cm.

Ova, već po ranijim izdanjima, vrlo poznata knjiga može biti studentima vrlo dobar udžbenik, a stručnjacima iz prakse koji žele dobiti osnovno znanje iz područja hidroelektrana i hidrostrojeva, vrijedan priručnik.

Knjiga počinje uvodom u osnovne pojmove elektroenergetike s posebnim osvrtom na hidroenergetiku, a zatim prelazi na kategorizaciju hidroelektrana i opis pojedinih elemenata njihove opreme (ustave, zapornice, cjevovode, zatvarače itd.). Ostale tri četvrtine knjige posvećene su samim hidrostrojevima. Najprije su općenito izloženi tipovi vodnih turbina, a zatim se prelazi na osnovne teoretske postavke. Posebno je obrađen rad turbina kod promjenljivih uslova i ukratko iznesen problem kavitacije. Opsežni dio knjige posvećen je proračunu i konstrukciji pojedinih tipova turbina. Izlaganja su nadopunjena brojnim numeričkim primjerima i dijagramima, kako bi čitava materija bila što razumljivija. Knjiga završava malim poglavljem o mjerenjima na turbinama i ostalim hidropostrojenjima.

Izlaganja u knjizi traže od čitaoca samo osnovna znanja iz matematike i fizike, te mogu biti pristupačna širem krugu tehničkih stručnjaka.

Boris Markovčić

M. V. Meerov, V. G. Dianov, *Teorija avtomatičeskogo regulirovanija i avtoreguljatory,* Gostopehizdat 1963, 416 strana, 239 slika, uvez tvrdo platno. Cijena 1 r. 02 kop.

Danas se pitanju automatske regulacije proizvodnih procesa posvećuje maksimalno moguća pažnja u svim granama privrede. Bez uvođenja automatike u mnoge pogone, nemoguće je izdržati konkurenciju istorodnih ali automatiziranih pogona, koji jedini osiguravaju visoku tehničko-ekonomsku efikasnost. Automatizacija povećava produktivnost, smanjuje broj poslužujućeg osoblja, poboljšava uslove rada, umanjuje otpad smanjenjem broja grešaka pri radu, i tome slično. Naročito je poželjna automatizacija u pogonima, gdje tehnološki proces teče neprekidno, kao u slučaju kemijske industrije i industrije plinova i nafte.

Gornja knjiga izlaže suvremenu teoriju automatske regulacije, primijenjenu na praktične slučajeve tehnoloških procesa u naftno-kemijskoj industriji i industriji plinova. Međutim, to ne znači da knjiga nema i općenitiji karakter. Naprotiv, ona može poslužiti i svakom onom specijalisti, koji se bavi automatikom sličnih ili drugih pogona, jer je u njoj ukazana prilična pažnja obradi raznih elemenata sistema regulacije, koji se elementi nalaze u najraznovrsnijim pogonima.

Sadržaj knjige raspoređen je u dvanaest glava i u prilogu. U glavi 1 i 3—8 obrađena je teorija linearnih sistema kontinuiranog djelovanja. Zbog lakšeg praćenja teoretskih izlaganja posebno je druga glava posvećena objašnjenju nužnog matematičkog aparata u teoriji automatske regulacije — Laplaceove transformacije. Deveta glava obrađuje teoriju diskontinuirane regulacije. U desetoj se glavi obrađuje teorija nelinearnih sistema regulacije, u jedanaestoj vladanje sistema regulacije pri slučajnim utjecajima, koji su zadani statistički, i u dvanaestoj određivanje karakteristika objekata automatske regulacije. Prilogom su opisani razni automatski regulatori (pneumatski, hidraulički, elektronski).

M. Vujnović

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE SIJEČANJ I VELJAČU 1964.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Razmjena									
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	Ukupno (5-9)
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. 1963.	225.845	51.341	1.870	14.197	227.715	65.538	– 45.878	44.033	– 6.501	284.907
4. 1963.	238.659	22.006	1.867	11.136	240.526	33.142	– 3.675	8.715	– 15.694	263.014
5. 1963.	161.874	20.652	1.359	14.895	163.263	35.547	49.170	23.339	– 17.068	254.251
6. 1963.	152.132	29.551	1.591	13.810	153.723	43.361	46.280	26.271	– 19.382	250.253
7. 1963.	101.170	74.661	847	15.269	102.017	88.930	60.906	4.567	– 9.617	246.803
8. 1963.	119.639	70.772	659	16.052	120.298	86.824	71.400	– 14.844	49	263.727
9. 1963.	193.928	37.457	966	16.734	194.894	54.191	46.169	– 57.806	17.365	254.813
10. 1963.	199.165	56.871	1.145	25.384	200.310	82.255	10.701	– 11.459	5.864	287.671
11. 1963.	112.658	61.789	967	21.261	113.625	83.050	80.705	2.345	– 5.264	274.461
12. 1963.	220.020	51.148	1.580	15.762	221.602	66.910	6.227	42.570	– 8.304	316.551
Ukupno 3 – 12. 1963.	2,194.993	579.964	16.416	190.207	2,211.409	770.171	197.909	149.990	– 62.718	3.266.761
1. 1964.	196.057	65.926	1.220	13.278	197.277	79.204	– 48.376	92.259	– 140	320.224
2. 1964.	144.860	74.022	1.472	14.970	146.332	88.992	7.178	24.343	– 306	266.539
Ukupno 1 – 2. 1964.	340.917	139.948	2.692	28.248	343.609	168.196	– 41.198	116.602	– 446	586.763

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece siječanj i veljaču 1964.

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	78,9	14.445	3.386	17.831	67.8	35,1	57,6	31,0	5,0	–	–
		Gojak	48,0	4.430	11.299	15.729	21,0	140,9	53,0	12.2	33,6	–	–
		Ozalj	5,1	1.127	1.560	2.687	53,1	124,5	78,1	29,5	32,0	–	–
		Kraljevac	67,0	3.236	8.606	11.842	12,0	53,8	27,6	6,0	17,3	–	–
		Peruća	42,0	8.713	8.919	17.632	64,4	48,8	55,8	27,0	30,0	–	–
		Split	108,0	148.836	98.368	247.204	100,3	68.5	84,5	92,6	65,4	–	–
		Manojlovac	20,5	11.530	9.730	21.260	112,2	12,3	76,0	64,0	59,0	–	–
		Jaruga	5,5	3.740	2.992	6.732	94,4	82,7	88,6	9,5	85,0	–	–
	TE	Zagreb TC *	64,	39.354	45.121	84.475	176,7	165,0	–	–		2.844	...
		Zagreb	17,0	573	2.620	3.193	37,1	118,8	85,0	4,5	27,8	...	...
		Jertovec	36,0	15.754	18.462	34.216	108,7	99,0	104,5	60,5	66,6	4.249	4.266
		Vlaška	8,0	4.640	4.148	8.788	151,7	112,5	130,0	78,3	74,0	4.741	5.113
		Rijeka	7,2	2.784	3.671	6.455	69,9	132,3	146,0	52,0	75,0	...	...
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	1.492	1.544	3.036	107,8	108,3	106,0	11,5	13,0	...	...
		Sladorana, Županja	3,6	–	–	–	–		–	–	–	–	–
		Jug. komb., Borovo	6,0	755	1.722	2.477	36,8	87,4	61,5	16,8	42,0	...	...
		Željezara, Sisak	5,5	3.254	3,455	6,709	197,8	114,6	106,0	79,5	93,0	...	...

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1963 = 100.
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorišćenje voda, a kod termoelektrana iskorišćenje kapaciteta.

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece siječaj i veljaču 1964.

Elementi energetske bilance	Siječanj		Veljača		Od početka god.		Indeks 1963 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Siječanj	Veljača	Od početka god.
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	254.332	68,2	214.339	70,8	468.671	69,6	85,0	79,0	82,0
Proizvodnja industrijskih elektrana	15.498	3,9	16.442	6,3	39.940	4,7	93,0	111,4	102,5
Ukupna proizvodnja na generatoru	268.830	72,1	230.781	77,1	499.611	74,3	86,0	79,3	83
Nabava el. en. od susjed. zajednica	103.405	27,8	68.069	22,9	171.474	25,6	176,0	109,5	141,3
Nabava el. en. iz inozemstva	566	0,1	80	—	646	0,1	—	—	—
Ukupno raspoloživa električna energija	372.801	100,0	298.930	100,0	671.731	100,0	100,0	84,5	93,0
Vlast. potr. elektrana u sistemu	8.353	2,3	9.134	3,5	17.487	2,6	131,5	119,8	125,2
Vl. potr. industrijskih elektrana	1.450	0,3	1.644	0,5	3.094	0,5	93,8	110,0	102,3
Ukupno raspolož. na pragu elek.	362.998	97,4	288.152	96,0	651.150	96,9	99,8	83,0	92,2
(Dobava industr. elektrana u sistemu)	— — —	— — —							
(Prag elektrana u sistemu)	(349.950)	(93,9)	(273.354)	(91.4)	(623.304)	(92,6)	(99,9)	(82,0)	(92,8)
Gubici prijenosa u sistemu	28.017	7,5	13.236	4,4	41.253	6,1	120,0	53,2	85,5
Gubici razvoda u sistemu	— — —	— — —			—				
Ukupna predaja el. en. potrošačima	334.891	89,9	274.916	91,6	609.897	90,8	106,0		98,0
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	59.522	16,0	36.548	12,5	96.070	14,5	76,3	49,5	64,0
Predano inozemstvu	706	0,2	386	0,1	1.092	0,2	29,0	22,2	27,4
Industrijska vlastita opskrba	13.048	3,5	14.798	4,9	27.846	4,1	99,8	133,0	108,5
Potrošači u sistemu	261.705	70,2	223.184	74,1	484.889	72,0	117,0	104,0	110,4
Kućanstva (domaćinstva)	— —	...	...	...	...	...	...	...	...
Rasvjeta poslov. prostorija	— —	...	...	...	...	...	...	...	...
Rasvjeta društv. prostorija	— —	...	...	...	...	...	...	...	...
Motori i aparati	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Poljoprivredni motori	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Javna rasvjeta	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Preprodavaoci	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna potrošnja na malo									
Vodovod	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Gradska električna mreža	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna komunalna velepotrošnja	...	...					...	...	...
Ugljenokopi	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Tvornice cementa	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ostala velepotrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
kod elektrokemije	(...)	...	...	...	...	...	...	...	...
kod elektrometalurgije	(...)	...	...	...	...	...	...	...	...
kod ostalih	(...)	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna ostala velepotrošnja	—		—		—			—	
Karbid	5.254	1,4	5.726	1,9	10.980	1,5	80,0	75,2	77,7
Aluminij	14.346	3,7	10.913	3,7	25.259	3,8	89,4	73,6	84,0
Ostala elektrokemija	2.827	0,7	1.050	0,3	3.877	0,6	81,0	33,8	58,0
(Ukupno elektrokemija)	(22.427)	(5,9)	(17.689)	(5,9)	(40.116)	(5,9)	(84,5)	(130,0)	77,8
Ferolegure el. metalurgije	6.628	1,8	43	—	6.671	1,0	51,7	—	26,6
Elektrotoplina	2.426	0,7	2.563	1,8	4.989	0,7	82,6	84,5	83,7
Željeznička električ. vuča	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Melioracije	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna specijalna velepotrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1964. godine

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	1. 1964.	1158	657	501	225	75	87	171	107	137,5	112	113	26	8	90	—
	2. 1964.	1032	567	465	197	75	75	153	89	123	102	108	23	7	80	8
Indeks na bazi	1. 1963.	108	88	151	77	146	75	150	85	112	72	276	128	162	145	—
	2. 1963.	95	78	122	68	124	69	117	107	95	50	175	138	181	105	142

Proizvodnja ugljena za mjesece siječanj i veljaču 1964.
Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — Sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrste ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1963 = 190		
		Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi Raša	64.520	65.660	130.180	100,0	94,9	97,3
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen, Golubovec	4.950	5.500	10.450	95 0	99,5	97,3
	Rudnik Pregrada	7.407	6.815	14.222	118,7	100,8	109,4
	Ostali	5.708	6.596	12.304	120,0	129,5	214,9
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središče	13.658	16.004	29.662	110,9	118,6	114,9
	Dalmacija: Rudnik Siverić	7.226	8.256	15.482	93,8	96,2	95,0
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	2.690	3.349	6.039	93,7	103,0	98,6
	Svega mrki	41.639	46.520	88.159	105,7	108,2	107,0
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-Ladanjski ugljen., Ivanec	29.476	30.706	60.182	89,7	89,0	88,9
	Zagorski rudnici, Konjščina	9.763	10.534	20.297	82,6	84,2	83,4
	Rudnik lignita Poljanica	2.449	5.980	8.429	45,3	119,9	81,1
	Ostali	1.980	1.957	3.937	92,1	83,1	87,4
	Bilogora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica	8.116	9.143	17.259	81,6	91,7	86,6
	Ostali	4.806	6.042	10.848	140,6	147,5	144,4
	Ostala područje	1.260	1.200	2.450	105,4	68,9	83,0
	Svega lignita	57.840	65.562	123.402	86,1	93,4	89,9
	Ukupno sve vrste ugljena	163.999	177.742	341.741	95,9	97,5	96,7

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1964.

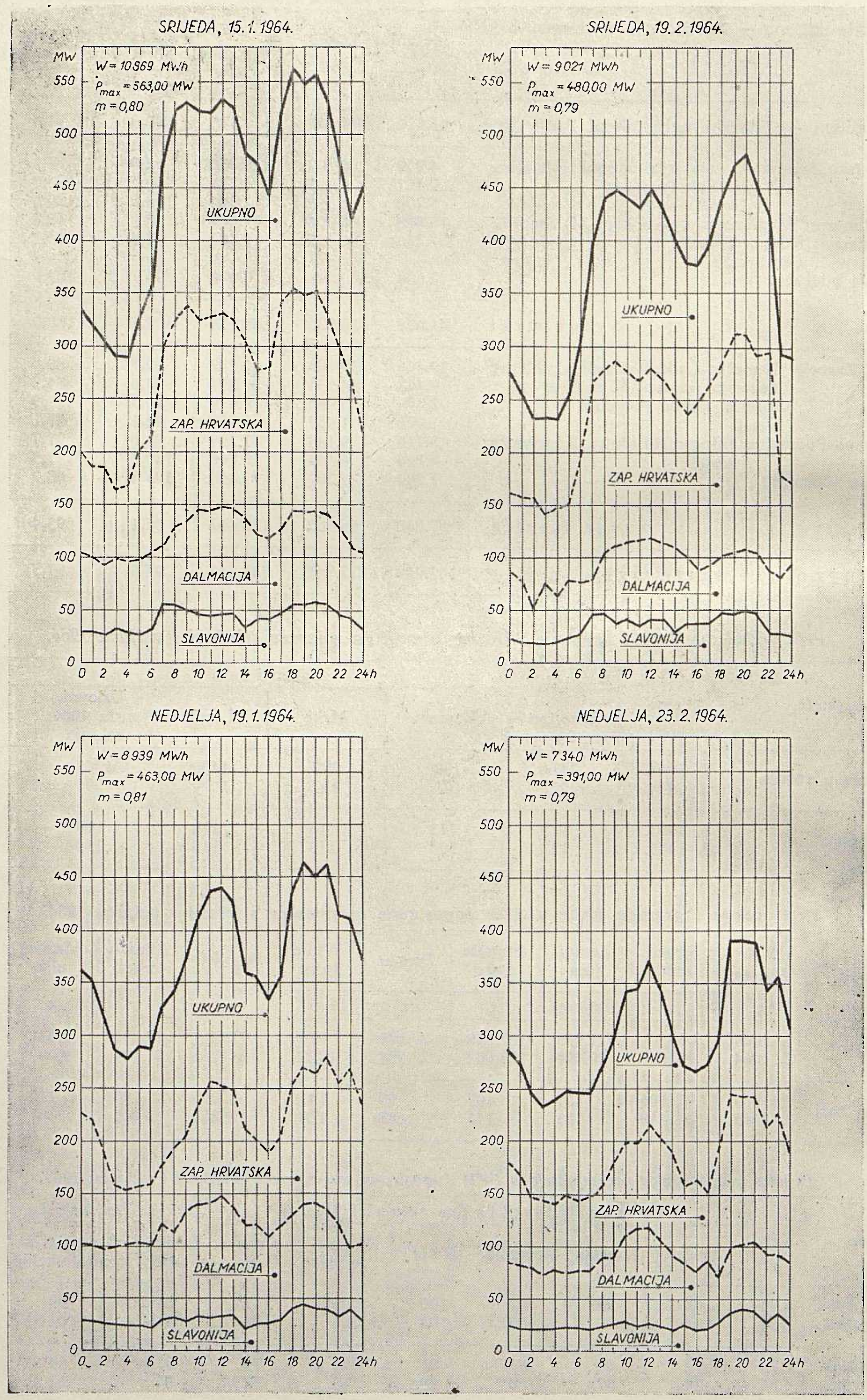
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	1. 1964.	2414	108	897	1409	1903	96
	2. 1964.	2511	108	933	1470	1976	89
Indeksna baza	1. 1963.	117	113	115	118	109	113
	2. 1963.	127	102	113	113	113	111

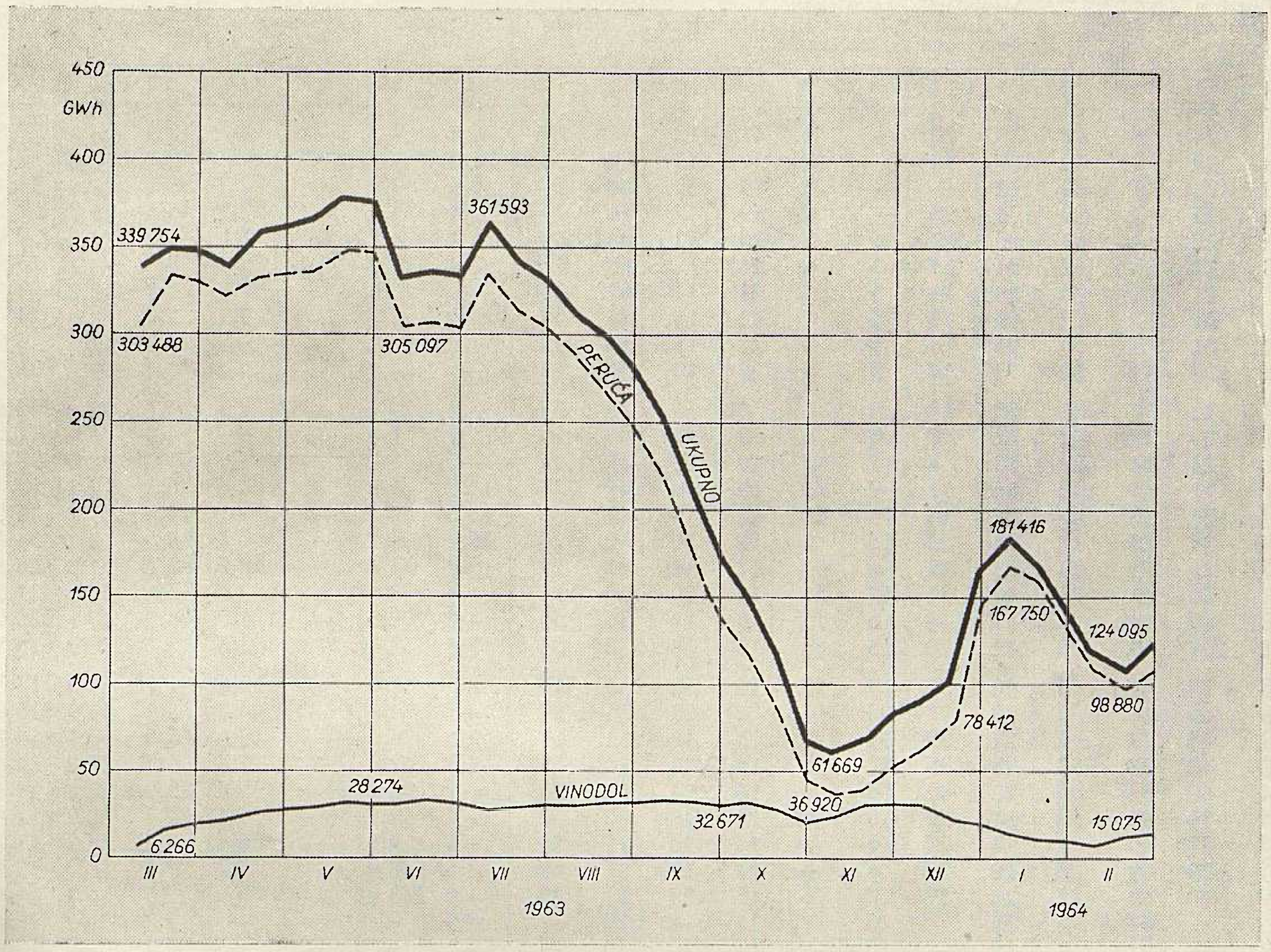
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1964.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	1. 1964.	108.197	21.903	122.658	20.892	959	7382	37.070	9.241	33.118
	2. 1964.	99.867	20.499	128.602	22.954	1327	6437	41.149	9.999	38.402
Indeks na bazi	1. 1963.	106	151	107	90	191	322	98	222	95
	2. 1963.	118	151	113	88	128	288	109	97	104

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1964.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
1. siječanj 1964.	95	93	93	97	100	99	117	81	99	97
2. veljača 1964.	103	104	98	105	108	108	109	96	104	105
1. siječanj 1963.	79	72	83	83	81	74	76	72	80	80
2. veljača 1963.	84	78	87	86	88	79	73	85	82	85


SRIJEDA, 15.1.1964.
W = 10869 MWh
P_{max} = 563,00 MW
m = 0,80
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
SRIJEDA, 19.2.1964.
W = 9021 MWh
P_{max} = 480,00 MW
m = 0,79
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
NEDJELJA, 19.1.1964.
W = 8939 MWh
P_{max} = 463,00 MW
m = 0,81
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
NEDJELJA, 23.2.1964.
W = 7340 MWh
P_{max} = 391,00 MW
m = 0,79
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
MW
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24h



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece siječanj i veljaču 1963.

Bruto-potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1963.		I i II mj. 1964. prema I i II mjesecu 1963.		12 mjeseci 1964/63. prema mjesecima 1963/62.	
	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača
Ukupno SRH	100	100	96,2	85,1	117,0	104,0	117,0	110,8	135,5	88,5
Direktni potrošači	13,7	10,4	80,0	74,4	70,4	54,8	70,4	56,5	130,0	108,4
Distribucija	86,3	89,6	97,3	88,2	127,0	117,0	127,0	132,8	132,0	103,6
Industrija	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Opća potrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Domaćinstva	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

NAPOMENA: Podaci koji nedostaju nisu zbog tehničkih razloga mogli biti prikupljeni.

Srednji dnevni protoci vode za mjesece siječanj (1) i veljaču (2) 1964. (m^3/sek)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežn.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz ak. Peruća Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u kor. Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1.	63	29	3	67	133	20	—	6	41	12	94	29	18,6	—	—	—	9,8	3,1	38,8	11,5
2.	54	22	3	40	123	30	—	6	37	12	74	28	21,8	—	—	—	8,2	1,8	37,2	10,4
3.	50	21	3	69	112	—	—	6	34	12	80	29	18,6	4,3	—	12,0	8,1	1,9	34,4	10,4
4.	52	25	3	80	103	20	—	6	30	12	74	29	16,4	5,9	—	2,7	6,6	1,7	27,2	10,4
5.	43	22	3	63	99	27	5	6	26	12	68	29	15,4	3,3	—	1,1	5,9	2,3	30,0	11,7
6.	38	22	9	62	91	15	5	6	24	12	65	27	7,4	1,6	—	3,3	5,8	4,1	25,8	18,6
7.	37	21	12	76	99	16	5	6	23	11	62	26	—	1,6	—	0,8	4,8	3,2	28,1	17,0
8.	36	21	17	73	96	17	5	6	22	11	54	26	—	2,7	—	2,2	5,4	2,4	24,4	15,6
9.	33	21	8	59	96	15	5	6	21	11	52	25	—	—	—	—	4,7	3,6	25,8	14,4
10.	36	20	23	80	72	14	5	6	20	10	50	25	—	—	—	—	4,4	2,2	21,5	14,4
11.	33	22	34	81	87	11	5	6	20	10	48	25	3,2	—	—	2,2	3,7	2,4	24,4	14,4
12.	31	23	20	72	82	18	6	6	20	10	46	25	11,7	1,9	—	—	4,6	1,9	21,5	14,4
13.	31	23	34	83	72	4	11	48	19	10	45	26	—	—	—	—	3,0	2,0	18,6	14,4
14.	31	22	34	102	86	12	9	73	19	10	43	26	14,9	3,8	—	0,6	6,3	2,2	18.6	14,4
15.	29	26	29	97	27	14	13	72	18	10	43	26	16,0	—	—	—	10,9	1,7	25,8	14,4
16.	28	24	28	40	74	22	10	6	17	10	41	26	48,9	0,5	—	0,6	9,8	2,2	34,4	15,3
17.	25	27	53	83	63	15	6	63	17	12	41	27	12,7	65,2	—	58,0	8,2	1,9	25,8	11,6
18.	32	60	63	23	54	82	12	56	17	29	36	34	1,6	438,0	—	192,0	6,1	47,0	21,5	25,6
19.	32	80	60	3	37	114	6	73	16	11	36	59	4,2	242,5	—	121,0	6,2	60,1	20,0	54,8
20.	31	105	69	3	32	110	13	65	15	58	36	84	3,2	182,5	—	93,5	5,2	90,0	15,8	56,2
21.	38	79	61	3	40	99	19	53	16	50	35	67	—	67,9	—	53,6	3,7	54,8	14,3	58,5
22.	28	65	62	3	38	77	6	14	15	38	34	77	—	54,4	—	26,7	3,2	44,0	15,8	64,0
23.	27	48	73	2	27	55	19	6	15	36	33	71	2,6	36,6	—	19,6	3,0	33,1	14,4	54,8
24.	20	42	88	33	25	35	17	6	14	26	32	65	5,3	252,0	—	17,4	3,7	27,0	14,4	47,0
25.	14	40	84	65	22	40	6	6	14	24	32	56	—	28,2	—	35,8	3,0	20,5	14,4	40,5
26.	25	36	30	50	31	50	6	6	14	24	32	52	—	34,7	—	31,4	4,4	18,9	14,4	46,5
27.	15	37	60	41	4	33	6	6	14	22	31	50	1,6	115,0	—	58,4	3,2	24,9	17,2	57,5
28.	15	39	69	26	18	25	6	6	13	23	31	48	2,6	158,9	—	79,2	2,2	36,2	12,6	62,6
29.	19	40	60	31	26	37	6	6	13	25	31	48	1,9	133,0	—	66,6	2,5	36,7	11,6	61,5
30.	19	—	63	—	16	—	6	—	13	—	29	—	0,3	—	—	—	2,2	—	12,4	—
31.	14	—	77	—	18	—	6	—	13	—	30	—	—	—	—	—	2,3	—	14,4	—
M. p.[1]	31,5	36,7	39,4	52,0	63,0	35,3	7.2	21,9	19,7	20,1	48,3	40,1	7,0	63,2	—	30,3	5,2	30,3	21,7	29,5

[1] M. p = mjesečni prosjek

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53-822, kućni 452.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić,* glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat,* tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač,* direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Brajnović,* tehnički direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb, ing. Boris *Markovčić,* glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes,* direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati,* ing. Vladimir *Štengl,* ing. Blaž *Uzelac.* Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin.* Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević.* Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec.* Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač.* Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*

GOD. 13 (1964) energija BROJ 5 — 6

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

IZBOR ODVODNIKA PRENAPONA ZA MREŽE NAZIVNOG NAPONA 30 kV i 35 kV

Blaž Uzelac, Zagreb

Za zaštitu električnih postrojenja od atmosferskih prenapona vrlo je važno da odvodnici prenapona budu pravilno odabrani. Razmatra se mogućnost upotrebe istih odvodnika prenapona za mreže 30 kV i 35 kV te opisuju uvjeti pod kojima je to moguće. Zbog vremenskih promjena radnih karakteristika odvodnika električna postrojenja ostaju samo nominalno zaštićena, pa mogu biti oštećena. Da se izbjegnu navedene neprilike, preporuča se primjena »Tehničkih propisa za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja«.

DK 621.316.933

1. Kratki uvod

Svrha ovog rada je

1.1. da odredi način, na koji se pravilno odabiru odvodnici prenapona za zaštitu postrojenja od atmosferskih prenapona;

1.2. da na osnovi zadatka, postavljenog od Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, razmotri mogućnost upotrebe istih odvodnika prenapona za mreže nazivnog napona 30 kV i 35 kV;

1.3. da dade stvarne prijedloge i upute za rješenje problema.

Zbog toga ćemo se ovdje kloniti svakog opširnijeg opisivanja odvodnika prenapona, njihovog djelovanja i svega ostaloga, što nije u najužoj vezi s postavljenim zadatkom, te ga stvarno i kratko riješiti.

Iz istih razloga, navest ćemo definicije samo onih pojmova, koji su sa zadatkom u neposrednoj vezi.

2. Definicije

2.1. *Nazivni napon* odvodnika prenapona je najveća veličina efektivnog napona industrijske frekvencije, koja se dozvoljava između njegovog priključka na vod i zemlje.

Ova definicija uzeta je po preporukama IEC.

Kod nekih firmi i prema starijim oznakama uzet je nazivni napon odvodnika prenapona po nazivnom naponu mreže. Tako npr. u katalozima AEG može se naći nazivni napon odvodnika npr. 10 kV. Ova veličina ne označuje onaj napon koji je definiran kao nazivni napon u preporukama IEC. Tome naponu (po preporukama IEC) odgovara napon 11,5 kV, koji se u katalogu firme AEG među tehničkim podacima odvodnika prenapona naziva »najveći dopustivi pogonski napon«.

Zato ćemo u daljnjim razmatranjima, da se izbjegne nesporazum, pod nazivnim naponom odvodnika prenapona smatrati nazivni napon po definiciji IEC, odnosno najveći dozvoljeni pogonski napon, naveden u tehničkim podacima firme, koja je odvodnik proizvela.

Za lakše razumijevanje daljnjeg izlaganja naglásit ćemo, da se pod nazivnim naponom odvodnika prenapona razumijeva napon gašenja luka u odvodniku prenapona. Zato on i jest najveći dopustivi napon na odvodniku jer se kod većeg pogonskog napona u mreži ne bi luk u odvodniku ugasio, što bi dovelo do oštećenja odvodnika.

2.2. *Proradni udarni napon* odvodnika prenapona je najveća veličina napona pred prolazom odvodne struje kroz odvodnik, kad se između njegovih stezaljka dade udar vala određenog oblika i polariteta.

3. Izbor odvodnika prenapona

3.1. Već se iz dosadašnjeg izlaganja vidi, da kod odabiranja odvodnika prenapona treba paziti

a) da njegov nazivni napon ne bude manji od najvećeg mogućeg pogonskog napona mreže, da se odvodnik ne bi oštetio, i

b) da njegov proradni udarni napon bude manji od podnosivog udarnog napona štićenog objekta, da bi ga odvodnik mogao uspješno zaštititi.

3.2. Da se može ispuniti uvjet tač. 3.1.a) potrebno je poznavati najveći mogući pogonski napon mreže, što opet zavisi o tome, kako je izvevena njena nul-tačka.

Ako je nul-tačka kruto uzemljena, uzima se, da se u slučaju dozemnog spoja može na zdravoj fazi pojaviti napon veličine 80 % linijskog napona. (Npr. kod najvećeg dozvoljenog pogonskog napona mreže od 50 kV, može se kod dozemnog spoja pojaviti na zdravoj fazi napon 0,8 · 50 = 40 kV, pa se za takve mreže odabire odvodnik nazivnog napona 40 kV.)

Ako je nul-tačka izolirana ili uzemljena preko otpora, može u slučaju dozemnog spoja zdrava faza dobiti napon prema zemlji 100 % linijskog napona ili čak 110 %. (Prema tome bi gore spomenuti odvodnik prenapona nazivnog napona 40 kV odgovarao za ovako izvedene mreže najvećeg pogonskog napona 40 : 1 = 40 kV odnosno 40 : 1,1 = = 36,3 kV).

3.3. Za ispunjenje uvjeta tač. 3.1.b) potrebno je za štićene objekte u postrojenju poznavati podnosivi udarni napon punog vala 1,2/50 pozitivnog i negativnog polariteta. Ti naponi određeni su jugoslavenskim standardom »Koordinacija izolacije u elektrotehnici« (JUS N.BO.030 1958).

Razlika između proradnog udarnog napona odvodnika prenapona i podnosivog udarnog napona štićenog objekta treba biti u skladu s preporukama IEC.

4. Izbor odvodnika prenapona za mreže nazivnog napona 30 kV i 35 kV

Ispitivanje mogućnosti primjene istih odvodnika

4.1. Na osnovu dosadašnjih izlaganja izvršit ćemo izbor odvodnika prenapona za mreže nazivnog napona 30 kV i 35 kV.

4.2. U rješenju tač. 4.1. ujedno će biti sadržan i odgovor na pitanje, da li se mogu i kad se mogu upotrijebiti isti odvodnici.

4.3. Kod nas postoje mreže nazivnog napona 30 kV i 35 kV pri čemu su mogući slijedeći slučajevi:

a) Mreža 30 kV izolirana ili nul-tačka uzemljena preko otpora.

U ovom je slučaju (uzevši najveći pogonski napon za 15 % veći od nazivnog) najveći mogući pogonski napon mreže 34,5 kV.

b) Mreža 30 kV kruto uzemljena.

Ovdje je najveći mogući pogonski napon 0,8 · · 34,5 = 28,6 kV.

c) Mreža 35 kV izolirana ili nul-tačka uzemljena preko otpora.

Najveći mogući pogonski napon je 40,25 kV.

d) Mreža 35 kV kruto uzemljena.

Najveći mogući pogonski napon je 0,8 · 40,25 = = 32,2 kV.

4.4. Prema tome bi, s obzirom na nazivni napon odvodnika, došli u obzir

a) za mreže po t. 4.3.a) odvodnici naziv. napona 37 kV

b) za mreže po t. 4.3.b) odvodnici naziv. napona 30 kV

c) za mreže po t. 4.3.c) odvodnici naziv. napona 40 kV

d) za mreže po t. 4.3.d) odvodnici naziv. napona 37 kV

4.5. Proradni udarni napon odvodnika prenapona prema preporukama IEC za spomenute odvodnike je slijedeći:

a) Odvodnici nazivnog napona 30 kV	108 kV
b) Odvodnici nazivnog napona 37 kV	133 kV
c) Odvodnici nazivnog napona 40 kV	144 kV

4.6. Prema JUS N.BO.030 predviđen je u cilju objedinjavanja mreža napona 30 kV i 35 kV stupanj izolacije Si 38, što znači, da se taj napon predviđa za mreže s najvećim pogonskim naponom od 38 kV.

Najbliži niži stupanj izolacije prema JUS-u je Si 24, a najbliži viši Si 72,5.

Prema tome za razmatrani problem kod nas dolazi u obzir stupanj izolacije Si 38 uz pretpostavku, da mreže nazivnog napona 35 kV neće biti izolirane odnosno uzemljene preko otpora, nego kruto uzemljene. To također odgovara stvarnosti, a to je bila i namjera JUS-a.

4.7. Iz izloženog u tač. 4.4., 4.5. i 4.6. slijedi:

a) *S obzirom na nazivni napon* vrijedi kriterij:

Nazivni napon odvodnika prenapona ne smije biti manji od najvećeg mogućeg pogonskog napona mreže. Kod izbora se treba rukovoditi veličinama danim za pojedine mreže u tač. 4.4.

b) *S obzirom na proradni udarni napon* mogu za obje mreže (30 kV i 35 kV) zadovoljiti odvodnici prenapona i nazivnog napona 30 kV, kao i nazivnog napona 37 kV.

Ti odvodnici zadovoljavaju, jer je prema JUS-u za mreže nazivnog napona 30 kV i 35 kV podnosivi udarni napon 170 kV, a spomenuti odvodnici imaju proradni udarni napon dovoljno ispod te veličine, kao što se vidi iz tačke 4.5. Za promatrane napone mreže može se preporučiti kriterij, da proradni udarni napon odvodnika bude oko 30 % ispod podnosivog udarnog napona instalacija koje odvodnik štiti.

Drugim riječima svi odvodnici prenapona s proradnim udarnim naponom do približno 130 kV zadovoljit će s obzirom na zaštitu od atmosferskih prenapona za mreže nazivnog napona 30 kV i 35 kV.

4.8. Kod odabiranja odvodnika prenapona u mrežama 30 kV i 35 kV treba se rukovoditi kriterijima, navedenim u t. 4.7. i odabrani odvodnik prenapona *mora zadovoljiti oba kriterija.*

4.9. U preporukama IEC stupnjevani su nazivni naponi odvodnika . . . . . , 30 kV, 37 kV, 40 kV, ...

Prema tome se kod upotrebe odvodnika, koji su proizvedeni u skladu s preporukama IEC, moraju upotrijebiti za mreže nazivnog napona 30 kV s izoliranom ili preko otpora uzemljenom nul-tačkom i za mreže nazivnog napona 35 kV s kruto uzemljenom nul-tačkom *isti* odvodnici prenapona nazivnog napona 37 kV.

Njihov proradni udarni napon 133 kV također zadovoljava za obje spomenute mreže.

5. Smjernice za izbor i postavljanje odvodnika prenapona u mrežama nazivnog napona 30 kV i 35 kV

5.1. Budući da odvodnici prenapona tokom vremena mijenjaju svoje karakteristike (zbog teških atmosferskih pražnjenja, starosti itd.), ne smije se kod razmatranja njihove upotrebljivosti osloniti na podatke iz kataloga ili na ranije njihove karakteristike, nego ih treba ispitati u laboratoriju, da im se ustanove stvarne karakteristike.

5.2. Najveći dopustivi napon na odvodniku prema podacima proizvođača (nazivni napon prema IEC) ne smije biti manji od najvećeg mogućeg pogonskog napona mreže tj. ne smije biti manji od

a) 34,5 kV za mreže nazivnog napona 30 kV s izoliranom nul-tačkom ili uzemljenom preko otpora,

b) 28,6 kV za mreže nazivnog napona 30 kV kruto uzemljene,

c) 32,2 kV za mreže nazivnog napona 35 kV kruto uzemljene.

Brojčane vrijednosti dane su ovdje u skladu s propisima, pa treba provjeriti, da li odgovaraju stvarnosti.

5.3. Za sigurnost zaštite proradni udarni napon odvodnika neka ne bude veći od približno 130 kV.

5.4. Prilikom slanja na ispitivanje u laboratorij, treba *obavezno* navesti najveći mogući pogonski napon mreže, u kojoj će odvodnik biti postavljen, kako bi laboratorij mogao pravilno ocijeniti njegovu upotrebljivost za dotičnu mrežu.

5.5. U pojedinim slučajevima može se donekle odstupiti od zahtjeva tačke 5.2., ali se tada izlaže riziku, da odvodnik u pogonu bude uništen.

6. Pogovor

Koristimo ovu priliku, da na kraju spomenemo i na ovome mjestu, da odvodnike prenapona treba ispitivati ne samo kod postavljanja odnosno kod njihove zamjene u mreži nego i u redovitim vremenskim razmacima.

Rezultati ispitivanja odvodnika u Laboratoriju za visoki napon i jaku struju Instituta za elektroprivredu u Zagrebu pokazuju, da priličan postotak ispitanih odvodnika ne zadovoljava tj. ne štiti postrojenje. O tome je opširnije bilo riječi u »Energiji«, zatim na Savjetovanju nacionalne CIGRE itd., pa ovdje nećemo radi skučenog prostora navoditi rezultate ispitivanja.

Upozorit ćemo samo ponovno na posljedice i štete koje mogu nastati, ako se živi u uvjerenju, da odvodnik prenapona štiti postrojenje, a u stvari to nije tako.

Ustanoviti stvarno stanje i izbjeći štete i neprilike može se jedino ispitivanjem odvodnika, pa zato i naši »Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja« nalažu, da se odvodnici kontroliraju iza jačih atmosferskih pražnjenja, a najmanje jedanput godišnje. Ovaj se rok smije prekoračiti samo u iznimnim slučajevima teške elektroenergetske situacije i to na temelju dokumentiranog nalaza stručne komisije i uz suglasnost nadležnog tehničkog inspektorata (Sl. list FNRJ br. 6 od 6. 2. 1957.).

Naslov pisca: Blaž Uzelac, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

VRIJEDNOST GUBITAKA U NEKIM VODOVIMA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA JUGOSLAVIJE

Božo Udovičić, Zagreb

Ukratko je opisana metoda određivanja vrijednosti gubitaka u elektroenergetskom sistemu. Za pokrivanje gubitaka treba povećati instaliranu snagu i godišnju proizvodnju u termoelektranama. Poznavajući utjecaj gubitaka, mogu se odrediti troškovi, koje izazivaju gubici, pa prema tome i vrijednost gubitaka. Na osnovu analiza prilika u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije u 1967, određena je vrijednost gubitaka prijenosa u nekim karakterističnim vodovima sistema.

DK 621.315.1

Budući da se do sada vrlo često vrijednost gubitaka računala na bazi cijene električne energije, a nisu se uzimali ostali faktori koji imaju velik utjecaj na vrijednost gubitaka (odnos hidroenergije i termoergije, raspored voda kroz godinu, područje odnosno potrošač koji se napaja itd), to se u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu prišlo razradi valorizacije gubitaka.

U ovom će se radu prikazati rezultati dobiveni u elaboratu *Vrijednost gubitaka prijenosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije*, koji je izrađen u Institutu za elektroprivredu, a za potrebe Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

Prijenos električne energije vodovima, koji napajaju potrošače ili vodovima koji spajaju izvore električne energije s mrežom, izaziva gubitke u vodu i to gubitke snage i gubitke energije.

Gubici snage u vodu čija je maksimalna snaga na kraju u P_m, mogu se prikazati izrazom:

$$\Delta P_m = F \frac{P_m^2}{q} \text{ MW}$$

u kome je F konstanta ovisna o dužini voda, vodljivosti materijala vodiča, naponu i faktoru snage na kraju voda, dok je q presjek vodiča.

Gubici energije u vodu mogu se odrediti iz izraza:

$$\Delta W = \delta \cdot \Delta P_m \cdot t_o \quad \text{MWh/god}$$

gdje je

δ — faktor gubitaka, koji se može odrediti prema [1] i [2]

t_o — vrijeme trajanja prijenosa

Postojanje gubitaka traži povećanje instalirane snage i proizvodnje u elektranama. Ovo povećanje za zadovoljenje potreba u kritičnom razdoblju poželjno je ostvariti iz termoelektrana, jer one mogu koristiti punu snagu i dati maksimalno moguću proizvodnju, dok hidroelektrane to mogu postići uz uvjet, da imaju na raspolaganju velike količine vode. Međutim, hidroelektrane u kritičnom periodu obično imaju veoma male količine vode, te bi za pokrivanje gubitaka iz novih hidroelektrana trebalo utrošiti znatno veća financijska sredstva, nego za slučaj podmirenja gubitaka iz termoelektrana.

Za određivanje potrebne dodatne snage u termoelektranama mjerodavne su prilike u kritičnom razdoblju. Potrebna dodatna snaga termoelektrana za podmirenje gubitaka može se za sve slučajeve koji nastaju u elektroenergetskom sistemu (mogućnost podmirenja potreba iz hidroelektrana) prikazati izrazom:

$$\Delta P_t = k \cdot \beta \cdot \Delta P_m \quad \text{MW}$$

gdje su

ΔP_m — maksimalni gubici tokom godine

β — omjer maksimalnih gubitaka u kritičnom razdoblju (ΔP_{mk}) i maksimalnih gubitaka tokom godine (ΔP_m)

k — omjer između gubitaka snage voda u momentu maksimalnog opterećenja sistema ($\Delta P'_{mk}$) i maksimalnog gubitka snage u vodu (ΔP_{mk})

Iz izloženog se vidi da je veličina k ovisna o prilikama u sistemu obzirom na odnos hidroenergije i termoenergije u kritičnom razdoblju.

Potrebna dodatna proizvodnja iz termoelektrana za podmirenje gubitaka kroz godinu iznosi

$$\Delta W_t = \alpha \cdot \beta \cdot \Delta P_m \cdot t_o \quad \text{MWh/god}$$

U gornjoj formuli obuhvaćeni su svi slučajevi [1] koji se mogu pojaviti obzirom na moguću proizvodnju hidroelektrana, dok je α omjer između povećane proizvodnje u termoelektranama (ΔW_{tm}) i gubitaka energije (ΔW_m).

Vrijednost gubitaka određena je troškovima, koje gubici izazivaju u elektroenergetskom sistemu. Troškovi koji nastaju zbog gubitaka su dvojaki i to: zbog povećanja instalirane snage i zbog povećanja proizvodnje u termoelektranama. Prvi dio troškova dovodi do povećanja stalnih, a drugi do povećanja promjenljivih troškova u elektroenergetskom sistemu.

Povećanje stalnih troškova određuje se tako, da se potrebna dodatna snaga termoelektrana (uzimajući u obzir i rezervu) množi sa specifičnim troškovima snage b_t u Din/god. Međutim, određivanje povećanja promjenljivih troškova, koji nastaju zbog gubitaka, vrši se tako, da se dodatna proizvodnja termoelektrana množi srednjim, specifičnim troškovima za gorivo (c_g Din/kWh) preračunatim na prag elektrane.

Kod određivanja dodatnih promjenljivih troškova treba voditi računa o tome, da u pokrivanju

gubitaka sudjeluju najekonomičnije termoelektrane u periodu malih voda. Da bi se obuhvatile sve termoelektrane, izrađen je dijagram (sl. 1) na kome je prikazana ovisnost snage termoelektrana na pragu o troškovima goriva na pragu u godini 1967. Prema tome se za svako angažiranje termoelektrana mogu odrediti specifični troškovi za gorivo.

Vrijednost gubitaka u vodu, kod kojega se mogu zanemariti gubici praznog hoda, mogu se prikazati izrazom:

$$E_v = \Delta P_m (\rho \cdot k \cdot \beta \cdot b_t + \alpha \cdot \delta \cdot t_o \cdot c_g) \quad \text{Din/god}$$

ili po jedinici snage:

$$\frac{E_v}{\Delta P_m} = \rho \cdot k \cdot \beta \cdot b_t + \alpha \cdot \delta \cdot t_o \cdot c_g \quad \text{Din/god}$$

Uzeto po jedinici gubitaka energije dobije se:

$$\frac{E_v}{\Delta W} = \frac{\rho \cdot k \cdot \beta \cdot b_t}{\delta \cdot t_o} + \alpha \cdot c_g \quad \text{Din/god}$$

Međutim, kod vodova visokog napona ne mogu se zanemariti gubici praznog hoda, niti se mogu zanemariti kod određivanja gubitaka transformacije, te se za takve slučajeve vrijednost gubitaka računa po formuli:

$$E_v = \Delta P_m [(k \cdot \beta + p_o) \rho \cdot b_t + (\alpha \cdot \delta \cdot c_g + \alpha_o \cdot c_{go} \cdot p_o) t_o]$$

gdje su

ρ — faktor rezerve termoelektrana
P_o — omjer između gubitaka praznog hoda (ΔP_o) i maksimalnih gubitaka (ΔP_m)
c_{go} — promjenljivi troškovi za pokrivanje gubitaka praznog hoda

Na osnovu prilika u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije u 1967. [1], do kojih se došlo bilansiranjem kroz 30-godišnje razdoblje, za svaki mjesec određeno je potrebno angažiranje termoelektrana, pa su se prema sl. 1 mogli odrediti i promjenljivi troškovi.

Kritično razdoblje odabrano je prema [3] i tako su poznati svi potrebni elementi za određivanje vrijednosti gubitaka.

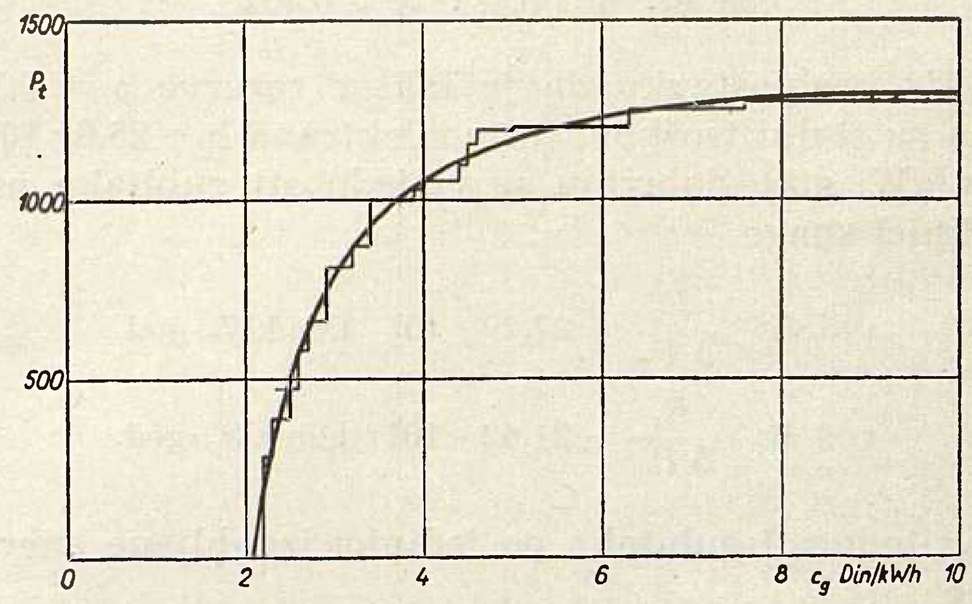
U daljem razmatranju će se iznijeti prosječne godišnje vrijednosti za sve veličine i za sve karakteristične prijenose i to bez gubitaka praznog hoda.

Kao karakteristični prijenosi odabrani su:

a) vodovi koji opskrbljuju šira područja (vodovi A i B);
b) vodovi koji spajaju hidroelektrane sa sistemom (vodovi C, D, E, i F);
c) vodovi koji spajaju termoelektrane sa sistemom (vodovi H i G);
d) vod koji opskrbljuje konstantnog potrošača (vod J).

Vodom A neka se napaja konzumno područje istih karakteristika kao što su karakteristike sistema Jugoslavije bez konstantnih potrošača, a vodom B područje s pretežno širokom potrošnjom.

Sl. 1. Ovisnost specifičnih promjenljivih troškova (c_g) o angažiranoj snazi termoelektrana (P_t) u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije u godini 1967.



Relativna maksimalna godišnja opterećenja su za oba voda 1,000, dok su godišnji faktori opterećenja za:

vod A: 0 635
vod B: 0,535

Ako se pretpostavi da maksimalni gubitak snage iznosi 1 kW, prosječni godišnji gubici iznose:

vod A: $\Delta W = 3736{,}0$ kWh
vod B: $\Delta W = 3010{,}2$ kWh

dok su faktori gubitaka:

vod A: $\delta = 0{,}426$
vod B: $\delta = 0{,}344$

Potrebna prosječna dodatna proizvodnja termoelektrana (ΔW_t) za nadoknadu gubitaka, kao i omjer α između te proizvodnje i ukupnih godišnjih gubitaka iznosi:

vod A: $\Delta W_t = 3689{,}7$ $\alpha = 0{,}988$
vod B: $\Delta W_t = 2985{,}3$ $\alpha = 0{,}991$

Prosječni su godišnji promjenljivi troškovi u termoelektranama (T_g) za nadoknadu gubitaka kao i srednji specifični promjenljivi troškovi u termoelektranama:

vod A: $T_g = 14484{,}4$ Din/god $c_g = 3{,}92$ Din/kWh
vod B: $T_g = 11608{,}1$ Din/god $c_g = 3{,}89$ Din/kWh

Prosječni mjesečni gubici u kritičnom periodu (ΔW_{tk}) — također uz pretpostavku da su maksimalni gubici snage 1 kW — iznose:

vod A: 332,8 kWh
vod B: 258,8 kWh

čemu odgovara potrebna dodatna raspoloživa snaga u termoelektranama (ΔP_t):

vod A: 0,456 kW
vod B: 0,355 kW

i relativno maksimalno opterećenje u kritičnom razdoblju

vod A: 0,899
vod B: 0,940

Vrijednosti za β i k su dakle:

vod A: $\beta = 0{,}808$ $k = 0{,}565$

vod B: $\beta = 0{,}883$ $k = 0{,}402$

Uz pretpostavku da je faktor rezerve $\rho = 1{,}1$ i da su stalni troškovi termoelektrana $b_t = 25{,}6 \cdot 10^3$ Din/kW, god, dobivaju se vrijednosti gubitaka po jedinici snage

vod A: $\frac{E_v}{\Delta P_m} = 27{,}29 \cdot 10^3$ Din/kW, god

vod B: $\frac{E_v}{\Delta P_m} = 21{,}62 \cdot 10^3$ Din/kW, god,

a vrijednosti gubitaka po jedinici izgubljene energije

vod A: $\frac{E_v}{\Delta W} = 7{,}31$ Din/kWh

vod B: $\frac{E_v}{\Delta W} = 7{,}17$ Din/kWh

Vodom C spojena je sa sistemom hidroelektrana koja ima raspored voda veoma sličan rasporedu voda u hidroelektranama sistema. Osim toga ima akumulaciju za dnevnu regulaciju, pa u svakom mjesecu može dati maksimalnu snagu.

Hidroelektrana sa znatno različitim rasporedom voda od rasporeda voda u ostalim hidroelektranama sistema vezana je mrežom preko voda D, ali i ona ima akumulaciju za dnevnu regulaciju, pa može u svakom mjesecu dati maksimalnu snagu.

Hidroelektrana vezana sa sistemom vodom E ima sezonsku akumulaciju.

Vodom F spojena je sa sistemom hidroelektrana koja ima iste mjesečne proizvodnje kao i hidroelektrana vezana vodom C, samo s tom razlikom što nema nikakve akumulacije, pa tokom mjeseca radi konstantnom snagom.

Za akumulacione hidroelektrane (vodovi C, D i E) pretpostavljeno je, da se varijabilna energija koristi maksimalnom snagom.

Sve ostale karakteristične veličine kao i vrijednosti gubitaka prikazane su zbog boljeg pregleda tabelarno (učinjene su iste pretpostavke i upotrebljene iste oznake kao prije):

Vod	Rel. maks. opter. kW	Faktor opter.	ΔW kWh	δ	ΔW_t kWh
C	1,000	0,657	5554,2	0,633	5337,1
D	1,000	0,784	5576,6	0,635	5383,2
E	0,999	0,490	3872,9	0,443	3853,5
F	1,000	0,657	4567,6	0,521	4328,6

Vod	α	T_g Din/god	c_g Din/kWh	ΔW_{tk} kWh	ΔP_t kW
C	0,960	17764,9	3,33	279,1	0,382
D	0,965	18082,8	3,36	326,4	0,447
E	0,996	13502,6	3,53	440,0	0,602
F	0,947	12982,7	3,00	143,5	0,197

Vod	Relat. opter. u kritič. razdoblju kW	β	k	$\frac{E_v}{\Delta P_m}$ Din/kW, god	$\frac{E_v}{\Delta W}$ Din/kWh
C	1,000	1,000	0,382	$28{,}50 \cdot 10^3$	5,14
D	1,000	1,000	0,447	$30{,}62 \cdot 10^3$	5,90
E	0,999	0,998	0,602	$30{,}59 \cdot 10^3$	7,89
F	0,848	0,720	0,264	$18{,}52 \cdot 10^3$	4,06

Vodom H vezana je na sistem ekonomičnija termoelektrana, dok je vodom G vezana na sistem jedna manja ekonomična termoelektrana. U oba slučaja pretpostavljeno je da se radi o termoelektranama od 1 MW.

Sve karakteristične veličine za vodove koji spajaju termoelektrane sa sistemom kao i vrijednosti gubitaka navedene su radi boljeg pregleda tabelarno (uz iste pretpostavke i s istim oznakama kao prije):

Vod	Rel. maks. opter. kW	Faktor opterećenja	$\Delta W = \Delta W_t$ kWh	α	δ
H	1,000	0,905	7934,0	1,000	0,905
G	1,000	0,287	2469,6	1,000	0,282

Vod	T_g Din/god	c_g Din/kWh	ΔW_{tk} kWh	ΔP_t kW	Relat. opter. u kritič. razdoblju kW
H	31096,0	3,92	730,0	1,000	1,000
G	15180,0	6,15	730,0	1,000	1,000

Vod	β	k	$\frac{E_v}{\Delta P_m}$ Din/kW, god	$\frac{E_v}{\Delta W}$ Din/kWh
H	1,000	1,000	$59{,}24 \cdot 10^3$	7,47
G	1,000	1,000	$43{,}35 \cdot 10^3$	17,55

Vod J, koji opskrbljuje konstantne potrošače, ima slijedeće karakteristike:

Relativno maksimalno opterećenje kao i faktor opterećenja jednak 1,000. Godišnji gubici energije iznose 8760 kWh (uz uvaženu pretpostavku da su maksimalni gubici jednaki 1 kW).

Faktor gubitaka δ također je 1,000, dok su gubici koje treba nadoknaditi dodatnom proizvodnjom termoelektrana jednaki 8538,0 kWh, a $\alpha = 0{,}965$. Sve ostale karakteristične veličine (β, k i ΔP_t) jednake su 1,000.

Prosječni promjenljivi godišnji troškovi u termoelektrana, kao i srednji specifični promjenljivi troškovi iznose:

$T_g = 32485{,}0$ Din/god

$c_g = 3{,}80$ Din/kWh

dok je vrijednost gubitaka:

$\frac{E_v}{\Delta P_m} = 59{,}4 \cdot 10^3$ Din/kW, god

$\frac{E_v}{\Delta W} = 6{,}89$ Din/kWh

Zaključak

Vrijednosti gubitaka u vodovima koji napajaju potrošače prvenstveno ovise o faktoru opterećenja dok vrijednosti gubitaka u vodovima koji spajaju hidroelektrane sa sistemom ovise u prvom redu o rasporedu proizvodnje. Vrijednosti gubitaka u vodovima C, D i E međusobno se razlikuju i veću vrijednost imaju gubici u onim vodovima koji spajaju onu hidroelektranu, koja ima raspored proizvodnje čim različitiji od rasporeda proizvodnje u sistemu.

Vrijednost je gubitaka u vodu F, koji spaja protočnu hidroelektranu sa sistemom, manja, jer je i proizvodnja te hidroelektrane u kritičnom periodu, kad su angažirane termoelektrane s visokim promjenljivim troškovima, malena.

Vrijednost gubitaka u vodovima koji spajaju termoelektrane sa sistemom tim je veća, što su veći promjenljivi troškovi termoelektrana iz kojih se prenosi energija, dok je vrijednost gubitaka u vodu koji napaja konstantne potrošače približno jednaka gubicima u vodovima koji napaja veće grupe potrošača i to samo onda, kad konstantni potrošači i u kritičnom razdoblju rade sa punim opterećenjem.

Literatura

[1] H. Požar, B. Udovičić, *Vrijednosti gubitaka prijenosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1964.

[2] H. Požar, *Leistung und Energie in Verbundsystemen*, Springer-Verlag, Wien, 1963.

[3] B. Udovičić, *Analiza kritičnog perioda u 1967. godini i podaci o proizvodnji postojećih i novih hidroelektrana*, Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd, 1963.

[4] H. Požar, *Metoda za određivanje vrijednosti gubitaka prijenosa u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije*, Energija 10 (1961), br. 3—4 i 5—6.

Naslov pisca: Božo Udovičić, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

USPOREDBA KRITERIJA ZA KORIŠTENJE AKUMULACIONIH BAZENA HIDROELEKTRANA

Juraj Keglević, Zagreb

U referatu je prikazan rezultat usporedbe dvaju kriterija za korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana: izravnanja protoka (kriterij Jugela) te izravnavanje proizvodnje termoelektrana (kriterij prof. Požara). Određena je moguća proizvodnja svih hidroelektrana, te potrebna proizvodnja termoelektrana u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije — za očekivano stanje 1967 — uz primjenu oba kriterija korištenja akumulacija.

DK 621.311.21 : 621.22

1. Izravnanje protoka (kriterij Jugela)

Kriterij za korištenje akumulacija kojemu je baza izravnanje protoka u nizvodnoj hidroelektrani, razradila je potkomisija Jugela za razradu metoda obrade hidroloških i hidroenergetskih veličina pri uspoređivanju hidroelektrana godine 1957. Ovaj kriterij predviđa slijedeći način izravnanja protoka:

U periodu obilnijih voda od jesenskih kiša do 1. V ili do 1. VI (u zavisnosti od režima voda) korišteni protok ne smije biti manji od srednjeg godišnjeg protoka u godini s 90 %-tnom vjerojatnosti pojave, bez obzira, da li će do 1. V odnosno do 1. VI bazen biti napunjen. Ako je međutim ispunjen uvjet minimalnoga protoka, treba bazen napuniti do gore navedenog roka uz nastojanje da se tokom spomenutog razdoblja što konstantnije koristi voda u hidroelektrani. Akumulacioni bazen prazni se — opet uz uvjet što konstantnijeg korisnog protoka — za vrijeme od 1. V odnosno 1. VI do 1. X tako, da 1. X ostane u akumulacionom bazenu 20 % korisnog volumena akumulacije. Ukoliko su međutim prirodni protoci u oktobru niski, može se akumulacioni bazen prazniti i u oktobru, ali s protokom jednakim ili manjim od onog koji je korišten u prethodnom periodu pražnjenja. To vrijedi i za slijedeći novembar i decembar, ako su u tim mjesecima protoci maleni.

Kao što se vidi ovaj kriterij predviđa dva razdoblja u godini s obzirom na korištenje akumulacija:

a) razdoblje punjenja akumulacionog bazena od X do IV odnosno V mjeseca, tj. kasna jesen, zima i proljeće;

b) razdoblje pražnjenja akumulacionog bazena od V odnosno VI mjeseca do IX, tj. ljeto i rana jesen — doba prije početka jesenskih kiša.

Unutar pojedinog razdoblja nastoji se postići što ravnomjernija proizvodnja tj. što bolje izravnanje protoka dotične hidroelektrane. Osnovni ritam punjenja i pražnjenja prilagođen je međutim potrebi izravnanja ukupne proizvodnje svih akumulacionih hidroelektrana u sistemu.

Spomenuti kriterij izravnanja protoka vrijedi za hidroelektrane kod kojih volumen akumulacionog bazena iznosi 4—40 % od ukupnog godišnjeg dotoka. Za akumulacione bazene s volumenom većim od 40 % ukupnog godišnjeg dotoka način korištenja nije definiran.

Kod praktične upotrebe kriterija izravnanja protoka za određivanje moguće proizvodnje hidroelektrane, pretpostavlja se da su protoci unaprijed poznati — barem za cijelo razdoblje punjenja odnosno pražnjenja.

Ova pretpostavka nije ispunjena prilikom rada akumulacione hidroelektrane u pogonu, pa rezul-

tati obrade izlaze povoljniji od onih koji se stvarno mogu postići.

Kriterij izravnanja protoka ne uzima u obzir sezonske oscilacije potrošnje električne energije

2. Izravnanje proizvodnje termoelektrana
(kriterij prof. Požara)

Ovaj kriterij dao je prof. Požar u elaboratu [1]. Prof. Požar polazi od činjenice da je svrha korištenja akumulacije sniženje troškova proizvodnje električne energije u termoelektranama i postizavanje što veće sigurnosti opskrbe potrošača. U elaboratu [1] je pokazano da se ta svrha postiže uz što konstantniji rad termoelektrana. Polazeći od tog zahtjeva, uzevši u obzir stanje izgradnje hidroelektrana, koje će biti ostvareno oko 1967, te vodeći računa o mogućnosti akumuliranja vode, određeno je optimalno korištenje akumulacija uz pretpostavku, da se protoci unaprijed poznaju. Na taj način došlo se do optimalnih stanja u akumulacionim bazenima na kraju svakog mjeseca u 30-godišnjem razdoblju. Naravno, da ta stanja npr. za mjesec januar, nisu u svakoj godini međusobno jednaka, pa je kao baza za daljnja razmatranja uzeto stanje koje se pojavljuje s vjerojatnošću od 0,50 (50 %). Stanja u akumulacionim bazenima, koja odgovaraju toj vjerojatnosti označena su kao *poželjna stanja u akumulacionom bazenu.*

Poželjna stanja te poželjno punjenje akumulacionih bazena u pojedinim mjesecima za stanje izgradnje 1967. iznose [2]:

Mjesec	Stanje	Punjenje (+) pražnjenje (—)
I	44,1 %	+ 4,9 %
II	47,2 %	+ 3,1 %
III	62,3 %	+ 15,1 %
IV	80,0 %	+ 17,7 %
V	100,0 %	+ 20,0 %
VI	89,2 %	— 10,8 %
VII	73,1 %	— 16,1 %
VIII	50,0 %	— 23,1 %
IX	23,2 %	— 26,8 %
X	9,8 %	— 13,4 %
XI	33,7 %	+ 23,9 %
XII	39,2 %	+ 5,5 %

Reguliranje proizvodnje u akumulacionim hidroelektranama treba provoditi tako, da se stanje u akumulacionom bazenu u svakom mjesecu što više približi gore navedenom poželjnom stanju.

Prema poželjnom pražnjenju i punjenju akumulacionog bazena možemo godinu podijeliti u četiri karakteristična razdoblja: proljetno razdoblje (III—V mjesec), u kojemu se akumulacioni bazen intenzivno puni, ljetno razdoblje (VI — X mjesec), u kojem se dijelu godine akumulacioni bazen najintenzivnije prazni, jesensko razdoblje (XI mjesec), kada se on djelomično puni prije zimskog razdoblja, te zimsko razdoblje (XII — II mjesec), u kojemu se bazen tek neznatno puni. Takva klasifikacija razdoblja posljedica je ne samo rasporeda dotoka nego i rasporeda potrošnje električne energije.

Ukoliko nije moguće ostvariti poželjno stanje u akumulacionom bazenu, potrebno je postupiti po posebnim pravilima, koja su razrađena za svaki slučaj koji može nastupiti [2].

Ovakav kriterij može se koristiti za ograničeni volumen akumulacionog bazena, budući da je najveće pražnjenje ograničeno instaliranom snagom hidroelektrane. Veći akumulacioni bazeni su zato podijeljeni na dva dijela: osnovni dio, koji služi za izravnanje unutar jedne godine i dodatni dio, koji se puni u vrlo vlažnim, a prazni u vrlo sušnim mjesecima, kroz niz godina. Način korištenja velikih bazena prikazan je u [2].

U sušnim (kritičnim) mjesecima, koji se pojavljuju u razdoblju od XI — V mjeseca moguće je — pored redovitog punjenja ili pražnjenja — dodatno prazniti 5 % od ukupnog volumena akumulacionog bazena. To dodatno pražnjenje ne može se, međutim, provesti u ova tri razdoblja:

XI 1945 — V 1946
XI 1948 — V 1949
XI 1953 — II 1954,

što je utvrđeno analizom provedenom u [2].

Treba napomenuti, da je kod praktične upotrebe kriterija izravnanja proizvodnje termoelektrana potrebno poznavati samo protok u dotičnom mjesecu u kojem se vrši punjenje odnosno pražnjenje akumulacije. Primjena ovog kriterija ne traži dakle poznavanje protoka unaprijed. Stoga treba očekivati, da će moguća proizvodnja hidroelektrana — određena uz korištenje akumulacija po ovom kriteriju — biti zaista i ostvariva u pogonu.

3. Opseg obrade i način usporedbe

Usporedba dvaju prikazanih kriterija za korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana izvršena je za prilike u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije u godini 1967.

Promatrane su sve hidroelektrane i akumulacioni bazeni, koji će predvidivo 1967. biti u pogonu. To su, pored hidroelektrana, koje se već nalaze u pogonu, još i ove hidroelektrane: Dubrovnik (90 m^3/s), Grančarevo (140 m^3/s), Senj i Globočica s korištenjem Ohridskog jezera od akumulacionih, te Bajina Bašta od protočnih hidroelektrana.

Hidrološke prilike promatrane su u 30-godišnjem razdoblju od 1926. do 1955.

Moguća proizvodnja navedenih hidroelektrana — uz izravnanje akumulacija po kriteriju izravnanja protoka — uzeta je iz [3], [4] i [5]. Sumiranjem je dobivena ukupna moguća proizvodnja hidroelektrana uz korištenje akumulacija po kriteriju izravnanja protoka.

Pored toga izvršeno je izravnanje svake akumulacije po kriteriju izravnanja proizvodnje ter-

moelektrana. Na taj način dobivena je moguća proizvodnja akumulacionih hidroelektrana uz korištenje akumulacija i po ovom drugom kriteriju. Zbrajanjem proizvodnje akumulacionih i protočnih hidroelektrana dobivena je ukupna proizvodnja hidroelektrana uz korištenje akumulacija po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana.

Određena je i ukupna moguća proizvodnja hidroelektrana uz protočno korištenje ali bez ograničenja instaliranom snagom u akumulacionim hidroelektranama. Takva pretpostavka, s obzirom na ograničenje instaliranom snagom u akumulacionim hidroelektranama, učinjena je s razloga, što su takvi podaci stajali na raspolaganju, ali ona utječe samo na prilike kod velikih voda odnosno na razdoblja s malom potrebnom dopunom iz termoelektrana.

Očekivane mjesečne potrebe električne energije u Jugoslaviji 1967. preuzete su iz [6].

Potrebna mjesečna proizvodnja termoelektrana određena je kao razlika između potreba i mogućnosti proizvodnje hidroelektrana, što potpuno odgovara već kod protoka koji nisu maksimalni. Pogreška se, dakle, pojavljuje tek kod vrlo velikih voda. Uz tu pretpostavku određena je potrebna proizvodnja termoelektrana za oba promatrana kriterija korištenja akumulacionih bazena, kao i za slučaj protočnog korištenja voda. Tako su dobivene potrebne mjesečne proizvodnje termoelektrana za cijelo 30-godišnje hidrološko razdoblje.

Na kraju su određene krivulje vjerojatnosti potrebne mjesečne proizvodnje termoelektrana za oba kriterija korištenja akumulacija i za slučaj protočnog korištenja voda. Radi usporedbe krivulje su prikazane zajedno na sl. 1.

4. Usporedba kriterija za korištenje akumulacija

Opisanim postupkom dobivene su krivulje vjerojatnosti potrebne mjesečne proizvodnje termoelektrana —

a) *protočno* korištenje voda

b) korištenje akumulacija prema kriteriju *izravnanja protoka* u pretpostavci da se *protoci unaprijed poznaju*

c) korištenje akumulacija prema kriteriju *izravnanja proizvodnje termoelektrana uz nepoznavanje protoka unaprijed.*

d) korištenje akumulacija prema kriteriju *izravnanja proizvodnje termoelektrana* uz pretpostavku da se *protoci unaprijed poznaju.*

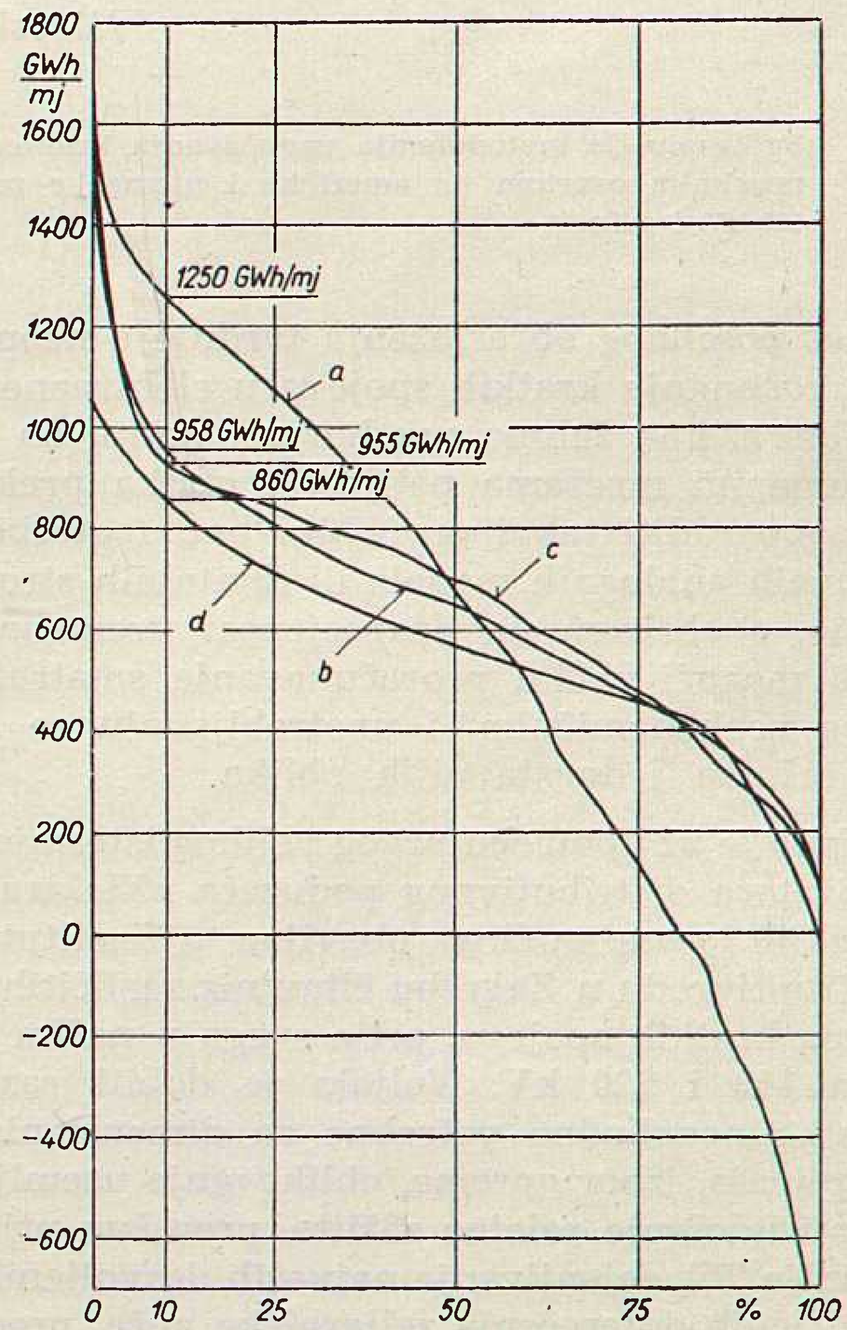
Ravnopravnu usporedbu upotrebljenih kriterija moguće je načiniti samo u onom slučaju, kad je primjena tih kriterija provedena uz iste pretpostavke. U našem slučaju to znači da se ravnopravno može uspoređivati kriterij izravnanja protoka samo s onim korištenjem akumulacija prema kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana, koje je provedeno uz pretpostavku da se protoci unaprijed poznaju. Uspoređujući ta dva kriterija dolazimo do zaključka da je korištenje akumulacija prema kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana znatno povoljnije. Prosječna godišnja proizvodnja termoelektrana kod izravnanja protoka iznosi 7745 GWh/god, a kod izravnanja proizvodnje termoelektrana 6804 GWh/god.

Dakle, korištenjem akumulacija prema kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana smanjuje se potrebna proizvodnja termoelektrana za 941 GWh/god ili za 12,2 %.

Ako kao kritično razdoblje definiramo one prilike, koje odgovaraju vjerojatnosti od 10 %, što otprilike odgovara odnosima u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije, potrebna proizvodnja termoelektrana u kritičnom razdoblju kod izravnanja protoka iznosi 958 GWh/mjesec, a kod izravnanja proizvodnje termoelektrana 860 GWh/mjesec.

Dakle, primjenom kriterija izravnanja protoka povećava se potrebna proizvodnja termoelektrana u kritičnom razdoblju za 98 GWh/mjesec, odnosno 11,4 % što odgovara instaliranoj snazi termoelektrana od oko 170 MW, uzevši u obzir potrebnu rezervu i vlastitu potrošnju.

Može se dalje usporediti kriterij izravnanja protoka i kriterij izravnanja proizvodnje termoelektrana, ali uz pretpostavku, da se prilikom određivanja korištenja akumulacije prema kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana ne poznaju protoci unaprijed. Naravno, da takvom usporedbom nisu ravnopravno tretirana oba kriterija. U tom slučaju kriterij izravnanja protoka traži nešto



Sl. 1. Krivulja vjerojatnosti potrebne mjesečne proizvodnje termoelektrana u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije za različite kriterije korištenja akumulacionih bazena (stanje 1967)

a — bez korištenja akumulacija, *b* — korištenje po kriteriju izravnanja protoka (protoci se poznaju unaprijed), *c* — korištenje po kriteriju izravnanja proizvodnje TE (protoci se ne poznaju unaprijed), *d* — korištenje po kriteriju izravnanja proizvodnje TE (protoci se poznaju unaprijed)

manju proizvodnju termoelektrana od proizvodnje koja je potrebna u slučaju korištenja akumulacija prema kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana (7958 GWh/god), ali — i pored svega — kod izravnanja proizvodnje termoelektrana potrebna je manja proizvodnja u kritičnom razdoblju za 23 GWh na mjesec, što odgovara smanjenju potrebne instalirane snage u termoelektranama za oko 40 MW.

Usporedba krivulja na sl. 1 koje vrijede za kriterij izravnanja proizvodnje termoelektrana jednom uz poznavanje protoka unaprijed, a drugi put uz nepoznavanje protoka unaprijed, pokazuje utjecaj poznatih protoka na konačni efekt određenog načina reguliranja protoka akumulacionim bazenima.

Korištenjem akumulacionih bazena po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana postiže se dakle povoljnije korištenje proizvodnih kapaciteta, a time i niži troškovi proizvodnje električne energije u termoelektranama.

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] H. Požar, B. Udovičić, *Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije*. Dopunski elaborat, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1963.

[5] H. Požar, *Moguća proizvodnja HE Obrovac, HE Đale, HE Sklope i HE na Dravi*, Institut za elektroprivredu. Zagreb, 1962.

[6] B. Udovičić, *Analiza kritičnog perioda u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije od 1963. do 1967. godine*, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, 1962.

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

METODOLOGIJA RAČUNANJA KRATKOG SPOJA U JUGOSLAVENSKOJ MREŽI 110 kV I VIŠIH NAPONA

Miroslav Jung, Zagreb

Prikazana je metodologija proučavanja kratkog spoja u trofaznim električnim mrežama visokog napona, s posebnim osvrtom na američke i njemačke propise, kao i predloženi postupak za jugoslavenske mreže 110 kV i više.

DK 621.3.012.5

Bez posebnog obrazloženja tvrdnje o neophodnosti računanja kratkih spojeva u elektroenergetskim mrežama želimo uvodno podsjetiti, da se u suvremenim mrežama petljastih oblika praktički ne mogu raditi takvi proračuni bez upotrebe suvremenih analognih modela ili digitalnih strojeva. Naime, s obzirom na dragocjenost vremena, svi ostali mogući načini proračunavanja smatraju se danas neekonomičnim, i upotrebljavaju se samo u mrežama jednostavnijih oblika.

Tako je uz upotrebu prvog velikog istosmjernog analizatora distributivnog poduzeća »Elektra«, za proteklih osam godina, obavljen u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu čitav niz različitih proračuna kratkih spojeva, prije svega u našim mrežama 110 i 220 kV. Valjalo je dobiti različite podatke neophodno potrebne za dimenzioniranje postrojenja, izbor opreme, oblikovanje uzemljenja, izbor i udešenje relejne zaštite, proračun utjecaja na linije TT, ocjenjivanje najvećih dozvoljenih nesimetričnih opterećenja željezničke vuče, procjenu granica statičke stabilnosti itd. Provedba spomenutih radova zahtijevala je neprekidno proučavanje problematike proračuna kratkih spojeva i pronalaženje najprikladnijih rješenja pojedinih užih problema, što su se javljali u toku razrade, kao i dalje usavršavanje ostvarenih rješenja u smislu najboljeg prilagođavanja našim uvjetima. Tako su uz već spomenute radove razrađene i metode izbora konfiguracije i uklopnih stanja mreže s obzirom na svrhu proračuna, način predočivanja rezultata, kako bi se omogućili naknadni proračuni raspodjele struja kratkog spoja i koeficijenta uzemljenja duž određenog voda ili korekcija dobivenih rezultata radi naknadnih manjih promjena u konfiguraciji odnosno iznosima karakterističnih veličina (konstanta) pojedinih elemenata mreže i sl.

Spomenuti radovi bili su znatno otežani time, što još ni danas nema naših vlastitih propisa ili smjernica za proračun kratkog spoja u električkim mrežama, a doslovna primjena kojeg od stranih uzora nije se mogla, radi svojih specifičnosti i nesavršenosti, opravdano usvojiti. Bez obzira na određene principijelne razlike, koje proizlaze iz specifičnosti primjenjivane tehnike, npr. između američkih i njemačkih propisa, karakteristično je, da su i Američki institut elektrotehničkih inženjera (AIEE) i Savez njemačkih elektrotehničara (VDE) pokrenuli u zadnje vrijeme osobito intenzivnu djelatnost da se ukinu doskora važeći paragrafi pojedinih propisa koji su obuhvaćali i smjernice za proračun kratkog spoja, i da se donesu novi, znatno izmijenjeni i prošireni posebni propisi. Pojedini

dijelovi novih njemačkih propisa stupili su u međuvremenu na snagu, te na potpuno nov i detaljan način određuju postupke za proračun mreža definiranih konfiguracija, ali se na njihov izbor s obzirom na svrhu proračuna uopće ne osvrću.

Kod nas provedena razmatranja su ukazala međutim, da upravo svrha proračuna bitno djeluje na izbor konfiguracije i pogonskih stanja mreže za koje će se izvršiti proračun. Tako npr. jedanput želimo odrediti maksimalne struje kratkog spoja radi dimenzioniranja postrojenja ili perturbacija u linijama TT, dok drugi put svrha može biti upravo obratna, ako treba proračunati minimalne struje radi provjere uzbude relejne zaštite ili procjene najvećih dozvoljenih nesimetričnih opterećenja mreže. U prvom slučaju, maksimalnih kratkih spojeva, neophodno je lučiti proračune kojima je svrha dimenzioniranje postrojenja, izbor opreme, planiranje proizvodnje opreme i sl. odnosno, kod kojih je poželjno i potrebno promatrati po mogućnosti što dalji vremenski period (razdoblja između 15 i 30 godina unaprijed), od onih proračuna koji se provode sa svrhom određivanja utjecaja struja jednopolnih kvarova u nadzemnim vodovima na susjedne linije TT kod kojih treba ustanoviti tražene prilike u konfiguracijama mreža koje će se ostvariti u neposrednoj budućnosti (za 2 do 5 slijedećih godina). U slučaju minimalnih kratkih spojeva interesirat će nas, dakako, u pravilu samo vremenski bliže konfiguracije naših perspektivnih mreža i ona njihova pogonska stanja, koja predstavljaju vjerojatna najmanja uvrštenja pojedinih elemenata mreže.

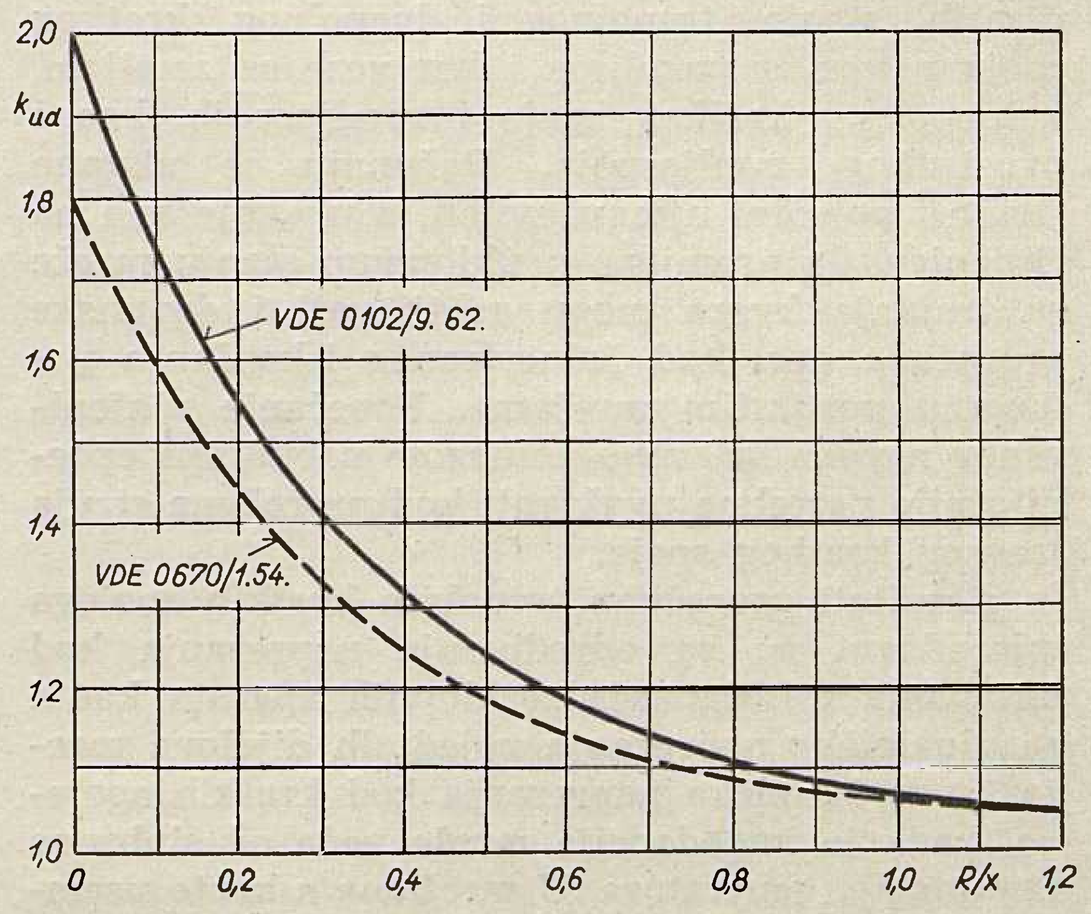
Primjenjujući različite propisane postupke na mreži definirane konfiguracije, lako je ustanoviti divergentnosti u brojčanim vrijednostima dobivenih rezultata, koje leže u već spomenutim specifičnostima primjenjivane tehnike u pojedinim zemljama, a što istodobno najbolje ilustrira iznesenu tvrdnju o neopravdanosti doslovne primjene inozemnih uzora i na području proračuna kratkih spojeva. Stoga je Zajednica jugoslavenske elektroprivrede povjerila studij metodologije proučavanja kratkog spoja Institutu za elektroprivredu u Zagrebu s ciljem, da na temelju stečenih iskustava izvrši usporedbu značajnijih metoda i postupaka što se u svijetu primjenjuju kod proračuna kratkih spojeva, te da razradi konkretan prijedlog za upotrebu u našoj praksi. Radi šire informacije bit će ovdje izloženi postupci prema propisima VDE i standardima ASA, koje je izradilo AIEE, kao i predloženi postupak za upotrebu u našoj praksi, prema izrađenom elaboratu, s napomenom, da u vrijeme izrade spomenutog elaborata još nisu stajali na raspolaganju najnoviji njemački propisi, pa je njihov kratki prikaz ovdje unesen naknadno.

Prikaz proračuna kratkog spoja prema propisima VDE

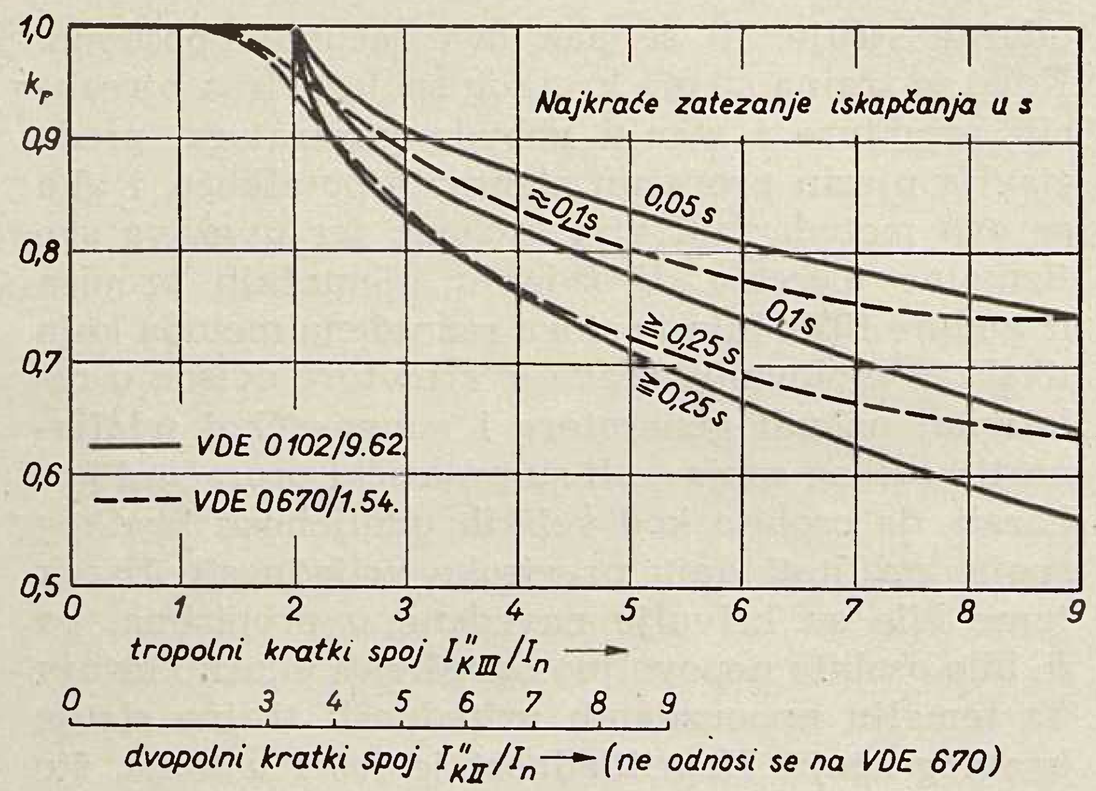
Proračun kratkog spoja pokušavalo se u Njemačkoj vršiti na različite načine. Prvobitno se računala najprije trajna struja kratkog spoja, pa se onda na temelju nje zaključivala vrijednost udarne struje, ili se pak ova računala posebno. Kako je trajna struja kratkog spoja ovisna o reakciji armature i stanju uzbude generatora, predstavlja njezin proračun stanovite poteškoće, i ako se ova metoda čini vrlo tačnom, jer uvažava sve fizikalne utjecaje. U izdanju njemačkih propisa iz godine 1929. bila je stoga razrađena metoda koja uvažava djelovanje reakcije armature ovisno o relativnoj uzbudi generatora i »numeričkoj udaljenosti kratkog spoja«, ali su praktički proračuni pokazali, da osobito kod velikih udaljenosti kratkog spoja, rezultati daju previsoke vrijednosti. Uzrok tome bile su krivulje navedene u propisima, pa je bilo osobito nepovoljno određivati udarnu struju na temelju nepouzdanih vrijednosti trajne struje kratkog spoja. Neprikladnost je još i u tome, što se udarna struja može puno jednostavnije izračunati, jer na nju reakcija armature nema nikakvog utjecaja, dok je utjecaj uzbude znatno manji nego kod trajne struje kratkog spoja.

U novijem izdanju iz godine 1937. bila je stoga propisana nova metoda, čija je osnova bio proračun početne struje kratkog spoja, dok su se rasklopna i trajna struja određivale pomoću krivulja u ovisnosti o omjeru između početne i nazivne struje uzimajući u obzir vremena iskapčanja. Ovu ćemo metodu prikazati ukratko prema zadnjoj verziji *Pravila za visokonaponske uređaje izmjenične struje* VDE 0670 iz siječnja 1954, gdje je u § 11. propisan slijedeći postupak.

Za mrežu u praznom hodu postavi se nadomjesna shema s djelotvornim udarnim jalovim otporima generatora i motora, čija je pojedinačna snaga u redu veličine prolazne snage pojnih transformatora, te se na mjestu kratkog spoja odabere napon koji je za 10 % viši od faznog napona u pogonu, kao isključivi izvor napona. Potom se odredi ukupna nadomjesna impedancija mreže na istom mjestu i izračuna izmjenična komponenta udarne struje (početna struja) kratkog spoja I_k kao omjer gornjih veličina. Najveća moguća udarna struja kratkog spoja računa se potom uz upotrebu



Sl. 1. Proračun udarnih struja kratkog spoja prema VDE



Sl. 2. Proračun rasklopnih struja kratkog spoja prema VDE

faktora k_{ud}, koji se uzima prema crtkano prikazanoj krivulji na sl. 1 u ovisnosti o omjeru rezistencije prema reaktanciji mreže. Potom se za pojedine elektrane odredi njihov udio u početnoj struji, te se u ovisnosti o omjeru te struje prema pripadnoj nazivnoj struji i vremenu iskapčanja odrede faktori rasklopne struje za svaku elektranu prema crtkano prikazanim krivuljama na sl. 2. Ukupna rasklopna struja je zbroj svih pojedinih udjela iz postojećih elektrana. Napominjemo, da tok proračuna trajnih struja kratkog spoja nije bio određen spomenutim pravilima.

Budući da opisani postupak više nije mogao zadovoljiti zahtjeve suvremene tehnike, izrađeni su potpuno novi propisi VDE 0102 *Smjernice za proračun struja kratkog spoja,* čiji se prvi dio *Trofazna postrojenja nazivnog napona 1 kV i više* već nalazi na snazi od rujna godina 1962. U ovim novim, neusporedivo širim propisima, detaljno su navedeni pojedini propisani postupci, pa ovdje želimo samo u najkraćim crtama ukazati na bitne izmjene prema prethodnom stanju.

Ovi najnoviji propisi zahtijevaju u pojedinim određenim slučajevima proračun najvećih i najmanjih struja tropolnog i dvopolnog kratkog spoja u vezi sa zemljom i bez veze sa zemljom, jednopolnog kratkog spoja i zemljospoja, kao i dvostrukog zemljospoja. Računaju se ukupne struje i pojedini njihovi udjeli, a ukazuje se i na činjenicu, da promjene u uklopnom stanju mreže za trajanja kvara mogu zahtijevati i dopunske proračune npr. kod jednostranog iskapčanja vodova u petljastim mrežama. Povećanje plafoniranog napona izazvano pobjegom uzbudnika općenito nije potrebno uvažavati kod proračuna struja trajnog kratkog spoja.

Rezultati proračuna tropolnih kratkih spojeva mjerodavni su za određivanje naprezanja kod uklapanja i isklapanja rasklopnih aparata kao i za dinamička naprezanja pojedinih dijelova mreža, te za termička naprezanja kod kratkih spojeva, kada je impedancija mreže veća od sinhrone reaktancije generatora. U mrežama s kruto uzemljenim zvjezdištem mogu struje jednopolnog kratkog spoja nadvisiti struje tropolnog kratkog spoja, pa u takvim slučajevima treba proračunati i prvo navedene struje. U slučaju kvarova bliskih generatorima, kada je udio u početnoj struji tropolnog kratkog spoja generatora veći od dvostruke vrijednosti njegove nazivne struje, za termička naprezanja mjerodavni su rezultati proračuna dvopolnih kratkih spojeva. Konačno, u mrežama s izoliranim ili induktivno uzemljenim zvjezdištem mogu najveće struje, što izazivaju napone dodira i koraka kao i perturbacije u TT-linijama, nastupiti kod dvostrukog zemljospoja, a u mrežama s kruto uzemljenim zvjezdištem kod dvopolnog kratkog spoja u vezi sa zemljom ili jednopolnog kratkog spoja, te iznimno i kod dvostrukog zemljospoja.

Utjecaj potrošača kod kratkih spojeva ima se uvažiti prema posebnom paragrafu smjernica, ukoliko je njihov udio u ukupnoj struji veći od 5 %.

Kako se vidi, nove smjernice su bitno šire i preciznije od starih pravila, pa ćemo ukratko ukazati još i na novo propisani tok proračuna.

Napon koji djeluje u momentu kratkog spoja dan je u novim smjernicama izrazom

$$cU = U_G \left(1 + \frac{\sqrt{3}\, I X''_d \sin\varphi}{U_G}\right)$$

gdje je

U_G — napon na stezaljkama generatora
I — struja opterećenja generatora
φ — fazni kut između U_G i I
X''_d — vrijednost početne uzdužne reaktancije generatora kod zasićenja.

Međutim, općenito za proračun maksimalnih struja kratkog spoja smatra se dovoljno tačnim, ako se uzme

$$c\,U \approx 1{,}1\, U_n\,.$$

U pogledu iznosa nadomjesne impedancije dozvoljava se zanemarenje utjecaja djelatnih otpora kod proračuna početnih struja kratkog spoja ako su manji od 30 % pripadnih reaktancija, dok je prema starim pravilama taj postotak iznosio 50 %.

Početna struja i maksimalno moguća udarna struja, računaju se formalno kao i prije, ali uz upotrebu faktora k_{ud} što se uzima prema puno izvučenoj krivulji prikazanoj na sl. 1. Jasno se vidi, da su kraj istog omjera rezistencije prema reaktanciji mreže novi faktori viši od prije propisanih, ali se u smjernicama izričito navodi kao minimalni omjer otpora kod generatora iznos 0,07, što praktički ograničava najnepovoljniji iznos tog faktora na 1,8 tj. staru maksimalnu vrijednost.

Za proračun rasklopnih struja vrijedi također stari postupak s novim faktorima, puno izvučene krivulje na sl. 2, što za ista vremena zatezanja kod isklapanja daje nešto niže iznose spomenutih struja.

U pogledu proračuna trajnih struja kratkog spoja, što ih stara pravila iz godine 1954. nisu

uopće propisivala, nove smjernice daju postupak za proračun najmanjih i najvećih iznosa spomenutih struja. Postupak je formalno sličan onom kod rasklopnih struja s time, da pripadne faktore za turbogeneratore treba uzeti prema sl. 3a, dok za generatore s izraženim polovima vrijede krivulje prema sl. 3b, te se tražena ukupna struja određuje zbrajanjem produkata gornjih faktora i nazivnih struja pojedinih izvora u mreži.

Kod proračuna struja nesimetričnih kvarova u mreži, postupci su formalno potpuno analogni s time, što prethodno treba odrediti pripadnu početnu struju prema pravilima računa sa simetričnim komponentama, a kod upotrebe dijagrama prema sl. 2 i 3 paziti na naznačena ordinatna mjerila ovisno o vrsti kvara.

Spomenemo li još, da nove smjernice sadrže također i posebni § 7 *Upute za proračun udjela struja kratkog spoja, što kod kvarova u vezi sa zemljom teku kroz tlo,* dobit ćemo potpunu sliku o opširnosti i preciznosti novih smjernica u odnosu na prethodne stare upute.

Prikaz proračuna kratkog spoja prema standardima ASA

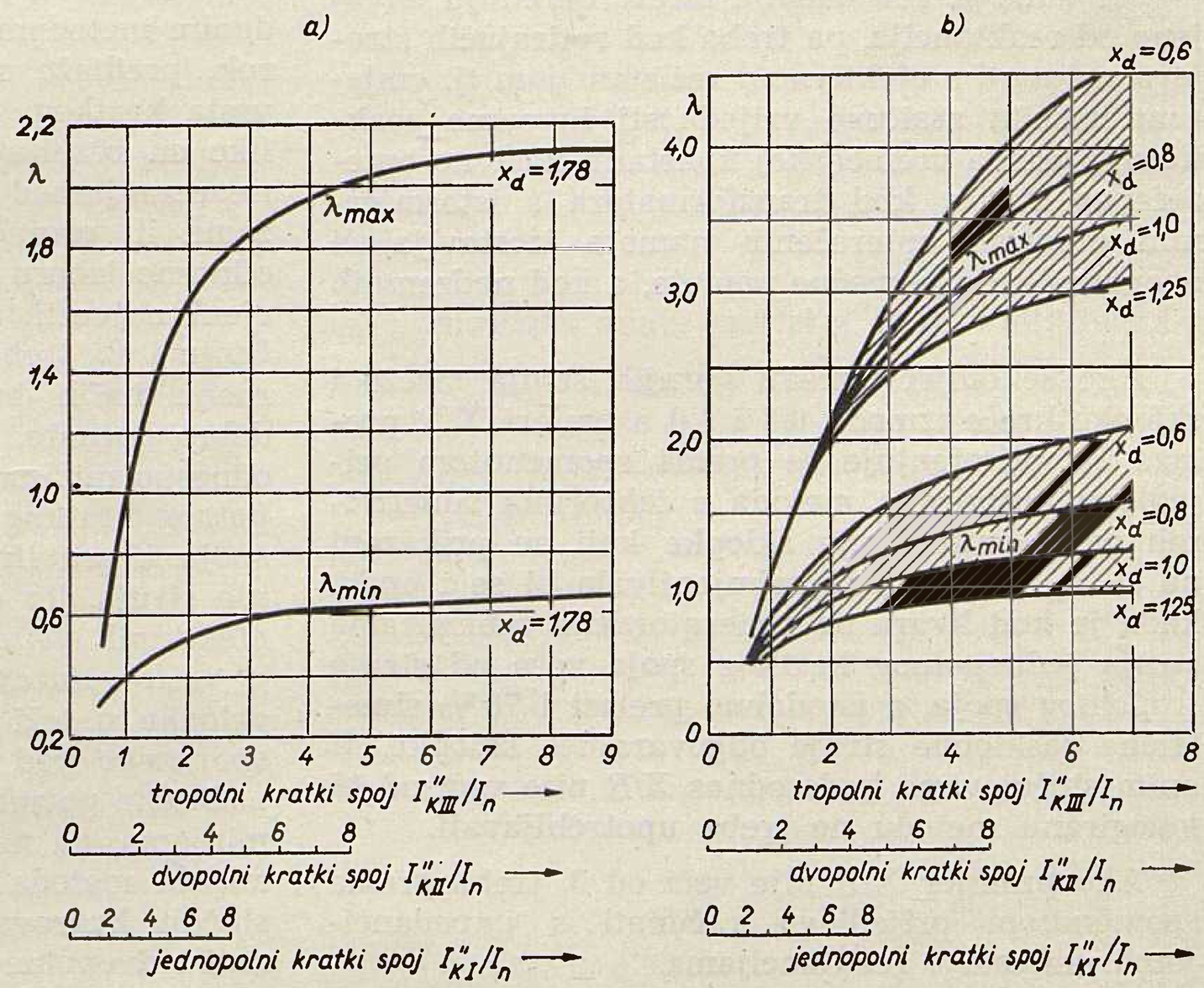
Prema približnom proračunu struja kvara propisanom američkim standardom ASA C 37.5-1953, izrađenom po AIEE, određuje se u svim mrežama simetrična rasklopna struja tropolnog kratkog spoja (odgovara prema njemačkim propisima početnoj struji odn. izmjeničnoj komponenti udarne struje kratkog spoja) E/X_1, a u mrežama s uzemljenim zvjezdištem u koliko je $R_1 \leqq 2{,}23\ X_1$ i jednopolnog kratkog spoja $3E/(2\,X_1 + X_0)$. Pri tome je E najviši fazni napon na mjestu kvara, a X_1 i X_0 najniža početna odnosno nulta nadomjesna reaktancija mreže na istom mjestu. Za dalje proračune mjerodavna je veća od spomenutih struja.

Pri određivanju udarnih struja treba sve rotirajuće strojeve nadomjestiti njihovim početnim reaktancijama, dok pri određivanju rasklopnih struja generatore i kompenzatore treba nadomjestiti kao gore (izuzimajući hidrogeneratore bez prigušnih namota za koje se računa sa 75 % prijelazne reaktancije), a sinhrone motore s njihovim prijelaznim reaktancijama uz zanemarenje utjecaja indukcionih motora.

Kod proračuna udarne struje upotrebljava se u općem slučaju faktor 1,6 umjesto faktora k_{ud} prema njemačkim propisima, a kod izbora sklopaka treba efektivnu vrijednost mjerodavne struje pomnožiti s jednim od faktora: 1,0; 1,1; 1,2 ili 1,4, odabranom prema brzini iskapčanja od 8 ili više perioda, 5, 3 ili 2 periode. Ako snaga kratkog spoja prije primjene ovih faktora prelazi 500 MVA ili ako se radi o sklopci za sabirnice generatora, imaju se potonji uvećati za 0,1 pa iznose 1,1; 1,2; 1,3 ili 1,5 već prema brzini iskapčanja.

U Americi, slično kao i u Njemačkoj, došla su u novije vrijeme do izražaja osobito intenzivna nastojanja da se ukinu postojeći i donesu novi, bolji i savršeniji standardi za proračun struja kvarova. Tako je u poznatom časopisu AIEE Transactions, sv. 79, objavljen izvještaj odgovarajućeg komiteta, kojim se predlaže ukidanje važećeg standarda ASA C 37.5-1953 u onom dijelu, koji se odnosi na gore izloženi način proračuna, i donošenje novog posebnog standarda C 37.10.

Prema tom prijedlogu računa se simetrična rasklopna struja mreže kao omjer najvišeg faznog napona i najniže nadomjesne reaktancije mreže (određene bez utjecaja rezistancija) na pro-



Sl. 3. Proračun struja trajnih kratkih spojeva prema VDE 0102 dio 1/9. 62
a) turbogeneratori, b) generatori s istaknutim polovima

matranom mjestu. Od rotirajućih strojeva u nadomjesnoj shemi imaju se predstaviti turbogeneratori, hidrogeneratori s prigušnim namotima i sinhroni kompenzatori svojim početnim reaktancijama, hidrogeneratori bez prigušnih namota sa 75 % prijelazne reaktancije, sinhroni i asinhroni motori iznad 1.000 KS kod dva para polova odn. iznad 250 KS kod jednog para polova s početnom reaktancijom uvećanom za 50 %, a svi ostali motori trostrukom početnom reaktancijom. Utjecaj motora može se zanemariti, ako je njihov udio manji od 10 % ukupne struje.

Gornja struja mreže uspoređuje se sa simetričnom rasklopnom strujom sklopke, koja je ovisna o brzini isklapanja sklopke kod 1,0, 1,5, 2 odn. 3 periode za 1,4; 1,3; 1,2 odn. 1,1 puta manja od ukupne struje sklopke. Kod sklopaka 4 periode i više ovaj faktor jednak je jedinici. Ukupna rasklopna struja sklopke u granicama između minimalnog i maksimalnog napona sklopke odgovara njezinoj nazivnoj snazi. Kod iskapčanja jednopolnih kratkih spojeva, prema spomenutom prijedlogu, sklopka mora biti u stanju iskopčati struju koja je, u omjeru maksimalnog prema minimalnom naponu sklopke, veća od pripadne rasklopne struje tropolnog kratkog spoja, ali najviše jednaka rasklopnoj struji tropolnog kratkog spoja kod minimalnog napona.

Sklopka koja zadovoljava uvjete, prema predloženoj približnoj metodi, mogla bi se smatrati dovoljno dimenzioniranom i bez utvrđivanja omjera reaktancije prema rezistenciji mreže X/R, ako određena simetrična rasklopna struja mreže ne prelazi 80 % simetrične rasklopne struje sklopke odnosno, ako omjeri X_d / R_d i $(2X_d + X_0)$ / $(2R_d + R_0)$ nisu veći od 15, a određena struja mreže ne prelazi punu vrijednost simetrične rasklopne struje sklopke.

Pri tome se rezistancije mreže određuju odvojeno od reaktancija, pa treba kod rotirajućih strojeva računati s efektivnom rezistancijom tj. omjerom između zasićene vrijednosti inverzne reaktancije prema vremenskoj konstanti nazivno opterećenog stroja, kod transformatora s istosmjernim otporom opterećenih namota izostavljajući neopterećene i pomoćne namote, a kod nadzemnih i kabelskih vodova s istosmjernim otporom.

Ako se omjer između gornjih struja mreže i sklopke kreće između 0,8 i 1,0 a omjeri X/R prelaze 15, primjenjuje se prema spomenutom prijedlogu korigirana metoda s faktorima simetričnih rasklopnih struja sklopke koji su prikazani na sl. 4. Ova metoda primjenjivala bi se i onda, kada je kod kvara na generatorskim sabirnicama struja jednopolnog kratkog spoja veća od struje tropolnog spoja, a istodobno prelazi i 70 % simetrične rasklopne struje odgovarajuće sklopke. U onim slučajevima kada odnos X/R nije veći od 15 korigiranu metodu ne treba upotrebljavati.

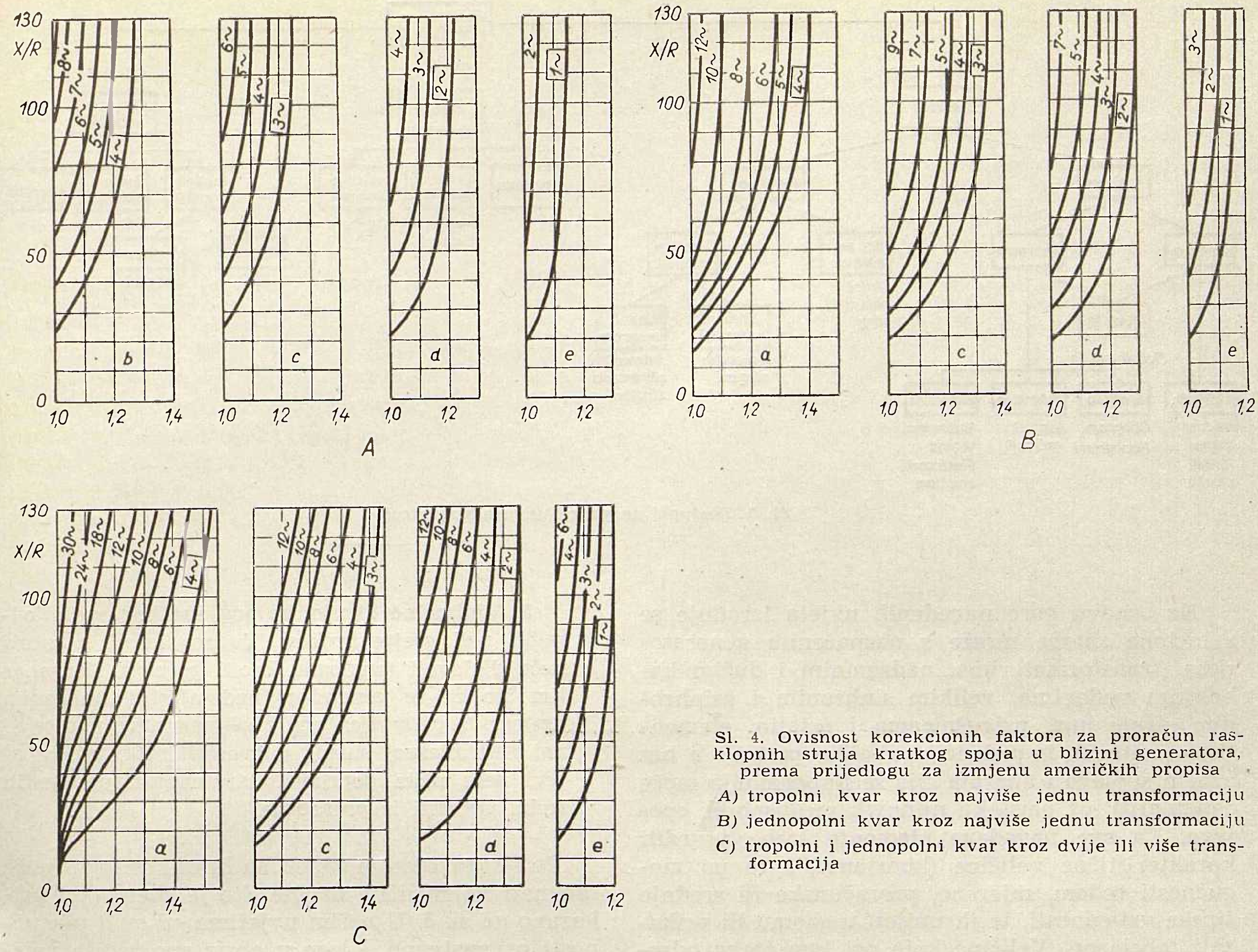
Ako promjer X/R nije veći od 3, treba prema spomenutom prijedlogu računati s impedancijama umjesto s reaktancijama.

Radi ilustracije opisanih postupaka prema njemačkim i američkim propisima izvršen je račun na primjeru konkretne mreže u spomenutom elaboratu Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, pa su tamo i analizirani dobiveni rezultati, s osobitim osvrtom na uzroke i posljedice divergencija u brojčanim iznosima, što se ovdje zbog ograničenog prostora ne može iznijeti.

Prijedlog metodologije proučavanja kratkog spoja u našim mrežama 110 kV i više

U spomenutom elaboratu *Metodologija proučavanja kratkog spoja,* predlaže se slijedeći redoslijed obrade problematike: određivanje svrhe proračuna i postavljanje eventualnih posebnih uvjeta i zahtjeva, izbor konfiguracije i pogonskih stanja mreže, izrada principijelne sheme, utvrđivanje karakterističnih veličina (konstanta) mreže, određivanje postupaka za proračun, izbor pomoćnih sredstava za izvršenje proračuna, programiranje toka proračuna te određivanje načina prikazivanja rezultata, koje ćemo u slijedećem kratko prikazati.

Pri određivanju svrhe proračuna neophodno je voditi računa o namjeni korištenja traženih rezultata, a time se ujedno određuju i vrste kratkog spoja po načinu i trajanju kvara koje treba obraditi. Ako se od rezultata proračuna zahtijeva da se utvrde elementi za dimenzioniranje postrojenja, izbor opreme, oblikovanje uzemljenja i sl. treba kako je to već izloženo, utvrditi maksimalne iznose struja kratkog spoja u daljoj budućnosti. Pri tom se u većini slučajeva možemo ograničiti na proračun struja početnog tropolnog kraka spoja koje su mjerodavne za dinamička naprezanja i izbor rasklopnih aparata s obzirom na uklopnu struju, te se u dobroj aproksimaciji mogu upotrijebiti i za proračun postrojenja uzemljenja. Budući da danas još ne raspolažemo dovoljno pouzdanim metodama planiranja naših mreža na dugi rok, predlaže se izostavljanje proračuna ostalih vrsta kratkog spoja u takvim slučajevima. Ukoliko su rezultati proračuna namijenjeni kontroli naprezanja kod kratkih spojeva u postojećim mrežama ili proračunu perturbacija u linijama TT odnosno izboru i uređenju relejne zaštite ili procjeni najvećih dozvoljenih nesimetrija u opterećenju i sl., treba uvažiti vremenski bliže konfiguracije naših budućih mreža, koje su u pravilu dobro poznate, te izvršiti proračune maksimalnih odnosno minimalnih početnih i trajnih struja tropolnog kratkog spoja, kao i jednopolnog kratkog spoja. U pravilu se ne predlaže računanje rasklopnih struja, jer omjer između tjemenih uklopnih i efektivnih vrijednosti rasklopnih struja sklopaka u većini slučajeva iznosi upravo 2,5 što dovodi sklopke u teži položaj kod ukapčanja na kratki spoj nego kod iskapčanja kratkog spoja. U vezi podataka potrebnih za kontrolu ugrijavanja napominjemo, da ne postoji egzaktna i ujedno jednostavna metoda za njihovo određivanje, te da u slučaju kvarova bliskih generatorima treba računati i dvopolne kratke spojeve.



Sl. 4. Ovisnost korekcionih faktora za proračun rasklopnih struja kratkog spoja u blizini generatora, prema prijedlogu za izmjenu američkih propisa

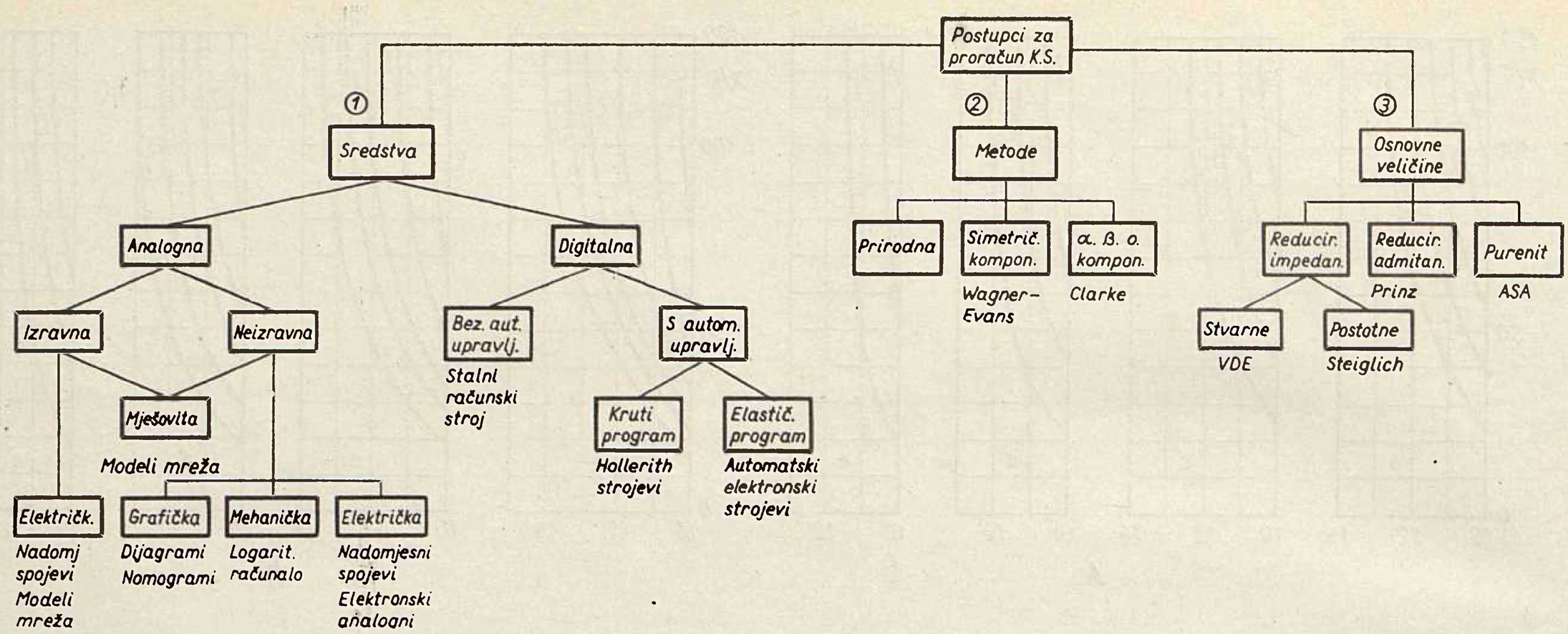
A) tropolni kvar kroz najviše jednu transformaciju

B) jednopolni kvar kroz najviše jednu transformaciju

C) tropolni i jednopolni kvar kroz dvije ili više transformacija

Kod toga mogu se eventualno postaviti i posebni uvjeti, koji obuhvaćaju: raspodjelu struja i napona u mreži neposredno prije kvara, regulaciju napona te djelovanje zaštitnih uređaja i ponašanje potrošača za trajanja kvara, nelinearnosti magnetskih karakteristika, uvažavanje impedancija kvara i prijelaznih otpora, kao i dozvoljena pojednostavnjenja nadomjesnih shema pojedinih elemenata mreže. Ukoliko se izričito ne postavi ni jedan od spomenutih uvjeta, a doprinos potrošača strujama kvara ostaje ispod 10 % ukupne struje, smatra se da je mreža neposredno prije kvara u praznom hodu s generatorima uzbuđenim na nazivni napon, te da se utjecaj regulacije napona, nelinearnosti, impedancija kvara, prijelaznih otpora i poprečnih grana nadomjesnih shema automatski zanemaruje, što također vrijedi i za rezistanciju uzdužnih grana nadomjesnih shema ukoliko nije veća od 1/3 pripadne reaktancije.

Pošto se utvrdi svrha proračuna i eventualni posebni uvjeti odnosno zahtjevi na proračun, određuje se konfiguracija mreže i pripadna pogonska stanja za koje će se izvesti proračun. Kod potonjih treba posebno razlikovati proračune maksimalnih od minimalnih kratkih spojeva. Kod maksimalnih kratkih spojeva uvriježilo se da se obradi stanje s uklopljenim svim elementima mreže, i posebno stanja s različitim uvrštenjima generatora i povezanosti mreže. Prvo stanje određuje najveću struju koja se u mreži uopće može pojaviti, ali je malo vjerojatno, da će se ona ostvariti u pogonu. Ostala stanja uvažuju utjecaj promjena u iznosima struja u jednoj tački mreže uslijed promjena u priključenim generatorskim kapacitetima u ostalim čvorištima mreže odnosno načina povezanosti mreža, npr. naših mreža 110 i 220 kV koje u krajnjim slučajevima mogu biti potpuno povezane na oba napona ili sekcionirane po pojedinim stanicama 220/110 kV. Kod minimalnih kratkih spojeva od posebnog je interesa ustanoviti ukupna stanja s vjerojatnim minimalnim uvrštenjem pojedinih elemenata mreže, kako bi se utvrdile stvarne minimalne uzbudne struje relejne zaštite, odnosno najnepovoljniji uvjeti iz koje treba očekivati nesimetrična opterećenja uslijed jednofaznih tereta i sl. Za naše mreže 110 i 220 kV potrebno je kod određivanja konfiguracije uvažiti i utjecaj većih elektrana priključenih preko mreža nižih napona. Uobičajilo se, da se od spomenutih uzmu u obzir sve one, čija instalirana snaga iznosi 10 MVA ili više. Kod proračuna kratkog spoja u mrežama nižih napona osnovu za proračun predstavljaju rezultati proračuna mreža viših napona, ali kod toga treba uzeti u obzir i manje elektrane priključene na promatranu mrežu.



Sl. 5. Postupci za proračun kratkog spoja

Na osnovu gore navedenih uvjeta izrađuje se principna shema mreže s naznačenim generatorima, transformatorima, nadzemnim i dužim kabelskim vodovima, velikim sinhronim i asinhronim strojevima, prigušnicama i ostalim elementima znatnijih impedancija ukoliko postoje, a bez kraćih spojeva i aparata čija se impedancija može zanemariti, uz naznaku njihovih međusobnih spojeva. Za sve navedene elemente treba utvrditi karakteristične veličine (konstante) i to po mogućnosti redom, mjerene, proračunske ili srednje tipske vrijednosti, te ih unijeti u shemu ili prikazati tabelarno. Veličine koje pri tom treba odrediti uvjetuje svrha proračuna. U pravilu to su početne reaktancije generatora, naponi kratkih spojeva transformatora i impedancija odnosno reaktancije vodova. Ovisno o uvjetima proračuna mogu biti potrebne i druge veličine, kao npr. inverzna ili nulta reaktancija, te vremenske konstante, karakteristika praznog hoda i maksimalna uzbuda generatora, detaljnije karakteristike sinhronih i većih asinhronih strojeva i dr.

Kada je ispitivana mreža na gornji način utvrđena, potrebno je odrediti tok postupaka za proračun, pa se za naše mreže 110 kV i više predlaže:

1. Postaviti početnu i nultu nadomjesnu shemu mreže pa za svako čvorište odrediti struje početnog tropolnog i jednopolnog kratkog spoja na osnovu nazivnog napona mreže, i to po udjelima pojedinih grana u svakom čvorištu mreže.

2. Kao udarnu struju uzeti $1{,}8 \cdot \sqrt{2} = 2{,}5$-struku struju početnog tropolnog kratkog spoja, pa tek onda ako bi aparati izabrani na temelju te struje trebali biti pojačane izvedbe, provjeriti opravdanost njihove upotrebe na temelju manjih faktora prema propisima VDE.

3. Sklopke izabrati na temelju gore navedenih ukupnih struja.

4. Iste struje uzeti kao mjerodavne za kratkotrajna ugrijavanja.

5. Minimalne struje trajnog kratkog spoja odrediti pod pretpostavkom, da regulatori u mreži neće djelovati (analogno kao i početnu struju), s tim što će se generatori nadomjestiti sinhronim umjesto suptranzijentnim reaktancijama u direktnoj nadomjesnoj shemi, dok ostali rotirajući strojevi neće ništa doprinositi traženoj struji, te ih treba ispustiti iz proračuna.

Pod dogovorenim uvjetima kratki se spoj može računati na različite načine, što je shematski prikazano na sl. 5. U našim uvjetima od svih mogućnosti prvenstveno dolaze u obzir analogni s neizravnim modeliranjem električnih mreža (analizatori), a u novije vrijeme i digitalni automatski elektronski strojevi. Kod proračuna nesimetričnih kratkih spojeva pri tom se koriste poznate metode simetričnih ili α, β i 0 komponenata. Kod određivanja osnovnih veličina na kojima će se temeljiti proračun, izbor se ima izvršiti na temelju karakteristika pomoćnog sredstva iza čega slijedi izrada programa proračuna na temelju polaznih podataka o mreži.

Konačno, pri određivanju načina prikazivanja rezultata bitno je zahtijevati predočivanje svih udjela svih traženih struja u svim čvorištima mreže, kako bi se omogućilo naknadno uvažavanje manjih naknadnih promjena u konfiguraciji ili iznosu karakterističnih veličina ispitivane mreže, kao i naknadnih proračuna raspodjele struja i koeficijenta uzemljenja mreže duž pojedinih vodova prema postupku koji je izložen u referatu br. 417. sa VI Stručnog savjetovanja JUNAKO CIGRE.

Literatura

M. Jung, *Metodologija proučavanja kratkog spoja*, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1962, i tamo naznačeni radovi

Naslov pisca: Miroslav Jung, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

OCJENA RENTABILITETA PUMPNO-AKUMULACIONE HE OŽBALT II*

Dušan Primožič, Maribor

U HE Ožbalt prelijeva se 2,5 % hidroenergije neiskorišteno i to bi se moglo koristiti za pumpnu akumulaciju. Termoelektrane korištene su samo sa 68 % instalirane snage; pumpnim postrojenjem prednji bi se postotak mogao povećati na 80 %. Na temelju statističkih podataka o HE Ožbalt II (200 MW) zaključuje se, da bi izgradnja ovog postrojenja bila rentabilna i da bi se isplatila za 8 godina.

DK 621.311.21 : 621.221.4

Pumpno-akumulacione hidroelektrane dobivaju u posljednje vrijeme sve veći privredni značaj za proizvodnju električne energije u mnogim industrijski razvijenim zemljama. Postavlja se pitanje, da li bi izgradnja pumpno-akumulacione hidroelektrane na sadašnjem stepenu razvoja naše elektroprivrede bila ekonomsko-tehnički opravdana. Informativni odgovor na ovo pitanje dobio bi se ocjenom nekoliko faktora koji utječu na rentabilnost izgradnje takve elektrane.

Zadaci pumpno-akumulacione HE

1. Mogućnost iskorištenja suvišne hidroenergije, koja bi za vrijeme smanjene potrošnje bila izgubljena;

2. Mogućnost boljeg iskorištenja termoelektrana, koje za vrijeme smanjene potrošnje rade s niskom termičkom koristi;

3. Mogućnost potpunog iskorištenja postojećih kapaciteta termoelektrana, koje radi smanjene potrošnje za vrijeme praznika ili za vrijeme dobrih hidroloških prilika obustavljaju proizvodnju;

4. Mogućnost boljeg iskorištenja hidroenergije lančanih hidroelektrana koje imaju znatne gubitke zbog njihanja bazena;

5. Povećanje akumulacione sposobnosti velikih akumulacionih sezonskih hidroelektrana, a time i smanjenje mogućnosti redukcija u industriji;

6. Mogućnost da služi kao kraća rezerva u elektromagnetskom sistemu jer je sposobna da se za nepune dvije minute promijeni od velikog potrošača u velikog proizvođača električne energije;

7. Mogućnost pretvaranja manje vrijedne električne energije (noćne) u visokovrijednu (vršnu) energiju;

8. Povećanje kvalitete proizvodnje električne energije, jer može služiti za regulaciju frekvencije i snage.

Iz nabrojenog se može zaključiti, da se isplati graditi pumpno-akumulacionu hidroelektranu u takvim elektroenergetskim sistemima, koji imaju dovoljno otpadne energije i neiskorištenih kapaciteta. Rentabilnost takve elektrane ovisi o ljetnoj proizvodnji, razlici između nabavne i prodajne cijene električne energije te o kapitalnim i pogonskim troškovima.

Hidroenergetska baza

Na osnovu podataka sakupljenih u »Letnih poročilih Elesa« i u »Statističkom godišnjaku elektroprivrede SFRJ« sastavili smo slijedeću tablicu proizvedene i izgubljene hidroenergije za SR Sloveniju i SFRJ.

Proizvodnja i gubici hidroenergije u SR Sloveniji u godinama od 1957 — 1961

Tablica 1

Godina	Jed. mj.	1957	1958	1959	1960	1961	Zbroj
Proizvodnja	GWh	1389	1644	1485	1948	1862	8328
Gubici (preljev)	GWh	20,2	25	26,7	68,6	36,6	177,1
Gubici u %	%	1,45	1,52	1,8	3,52	1,97	2,13
Gubici njihanja bazena	GWh	—	—	—	22,5	31,5	—

Iz tablica 1 i 2 (na str. 156) vidi se, da je bilo u Sloveniji prosječno 2,13 %, a u Jugoslaviji 2,94 % hidroenergetskih gubitaka, koji su nastali uslijed smanjene potrošnje i to baš kada je bilo dovoljno hidroenergije, pa se morala voda prelijevati preko brana. Prosječni faktor preljevnih gubitaka ocijenit ćemo na (2,13 + 2,94) : 2 = 2,5 %

$$f_{g.\,prel} \approx 2{,}5\ \%$$

Sada ćemo ocijeniti koliki bismo dio preljevne hidroenergije mogli iskoristiti u pumpno-akumulacionoj elektrani. Ako se pretpostavi, da bi se voda mogla akumulirati dnevno oko 11 sati, to iznosi 46 % od 24 sata. Tu vrijednost označit ćemo kao faktor vremenskog iskorištenja f_{sn} = 0,46. Tako možemo postaviti jednadžbu koja bi dala orijentacionu vrijednost, koliko bi hidroenergije bilo godišnje na raspolaganje za pumpanje vode u akumulacioni bazen u ovisnosti od godišnje proizvodnje hidroenergije

$$A_{sr} = A_{sist} \cdot f_{g.\,prel} \cdot f_{sn}$$

gdje znači

A_{sist} — godišnja proizvodnja hidroenergije sistema u GWh,

* O energetskom korištenju voda rijeke Drave mnogo je pisano i kod nas i u inozemstvu, a i naš se časopis u nekoliko navrata pozabavio tim problemom.
U ovom članku Dušan Primožič, nadzorni inženjer kapitalne izgradnje Dravskih hidroelektrana u Mariboru, iznosi neke svoje koncepcije o korištenju preljevnih voda u HE Ožbalt na Dravi gradnjom pumpno-akumulacione hidroelektrane.
Iako recenzenti u našem uredništvu imaju o mnogim postavkama drukčije mišljenje nego autor, ipak objavljujemo članak u želji, da se pojedine tvrdnje raščiste.
Bilo bi nam drago, kada bi se o svemu tome povela stvarna i dokumentirana diskusija, jer su to problemi koji su od općeg interesa i »Energija« će im vrlo rado otvoriti svoje stupce.
Uredništvo

A_{sr} — hidroenergija koja je na raspoloženju za akumuliranje

Na osnovu podataka iz tablice 1 vidi se, da su gubici zbog oscilacija bazena protočnih lančanih hidroelektrana u SR Sloveniji bili slijedeći:

1960.	22,5 GWh
1961.	31,5 GWh

To iznosi prosječno 27 GWh. Ako se mogućnost iskorištenja ove energije ocijeni na oko 30 %, dobije se još oko 9 GWh godišnje za pumpanje u akumulacioni bazen.

$$A_{njih} \approx 9 \text{ GWh/god.}$$

Kod godišnje proizvodnje hidroenergije u SFRJ

$$A_{sist} = 6000 \text{ GWh}$$

mogla bi se ukupna količina suvišne hidroenergije, koja bi se upotrijebila za pumpanje ocijeniti na 78 GWh

$$A_{sr} = 6000 \cdot 0{,}025 \cdot 0{,}46 \cdot 9 = 78 \text{ GWh}$$

Termoenergetska baza

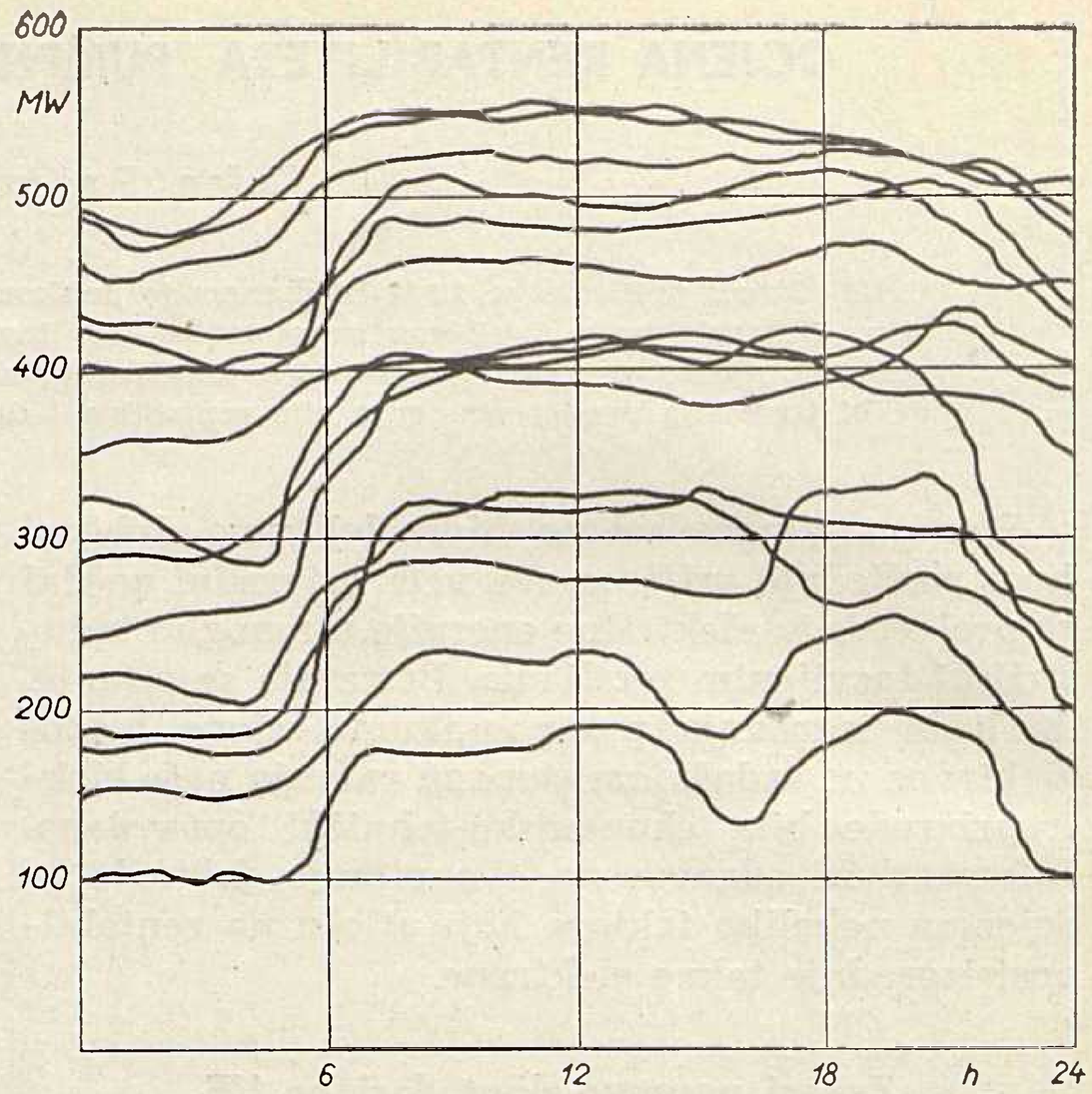
Na osnovi podataka iz »Letnih poročil Elesa« dobili smo sliku moguće i stvarne proizvodnje termoelektrana u Sloveniji za slijedeće godine:

Godina	1958	1959	1960	1961
Moguća proizvodnja GWh	920	950	910	1490
Stvarna proizvodnja GWh	650	710	480	1100
Razlika GWh	270	240	420	390
Postotak iskorištenja %	70	75	53	74

Sve vrijednosti su grubo zaokružene

Prosječni postotak iskorištenja iznosi (70 + + 75 + 53 + 74) : 4 = 68 %, odnosno termoelektrane bi mogle proizvesti za cca 32 % više električne energije ako bi postojao odgovarajući konzum. Ako se opet uzme da bi se moglo 40 % te, za sada neproizvedene, energije ipak proizvesti i upotrijebiti za akumuliranje, može se zaključiti sa sigurnošću, da se iz sadašnjeg termoenergetskog sistema može dobiti oko 32 · 0,4 ≈ 12 % energije za pogon pumpno-akumulacione elektrane.

Kod godišnje proizvodnje u termoenergetskom sistemu od 5000 GWh moglo bi se proizvesti još najmanje 5000 · 0,12 ≈ 600 GWh elektr. energije za potrebe pumpne hidroelektrane.



Sl. 1. Dijagram dnevnog opterećenja termoelektrana u SFR Jugoslaviji na neke karakteristične srijede godine 1960, 1961. i 1962. (instalirana snaga u 1960 : 996 MW)

Po gruboj ocjeni može se zaključiti, da se može računati s najmanje 600 + 78 = 678 GWh električne energije, koja bi se mogla dobiti iz postojećeg elektroenergetskog sistema za pumpanje u akumulacioni bazen.

Ocjena moguće instalirane snage

Dijagrami opterećenja udruženih termoelektrana SFRJ u časopisu »Elektroprivreda« pokazuju, da opterećenje termoelektrana varira u promatranom danu za oko 100 MW. U danima s niskom proizvodnjom (npr. 16. XI i 21. XII 1960, 17. V i 21. IV 1961. itd.) ukupno vršno opterećenje termoelektrana dostiže tih 300 MW, a to znači, da sve ostale instalirane snage termoelektrana do cca 996 MW ostaju neiskorištene. Po gruboj ocjeni može se zaključiti, da bi se za vrijeme niske potrošnje moglo dobiti najmanje 200 do 300 MW za potrebe pumpne hidroelektrane.

Iz dijagrama dnevnog opterećenja hidroelektrana SFRJ vidi se, da opterećenje oscilira u promatranom danu za 400 do 500 MW. U takvom hidroenergetskom sistemu moglo bi se za potrebe pumpne hidroelektrane za vrijeme niskog opterećenja prema gruboj ocjeni dobiti oko 200 MW.

Proizvodnja i gubici hidroenergije u SFRJ u GWh Tablica 2

Godina	Mjesec I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ukupno gubici	Proizvod. SFRJ	Gubici %
1962.		1,2	66,4	nije bilo podataka									67,6	1705	3,98
1961.	32,2	4,1	—	1,2	12,6	2,3	—	—	13,3	—	23	—	88,7	5658	1,57
1960.		23,7	—	—	3,4	1,7	nije bilo podataka				77,8	99,3	236,5	5984	3,96
Ukupno	32,2	29,0	66,4	1,2	16,0	4,0			13,3	—	100,8	99,3	392,8	13347	2,94

Na osnovu dosadašnjeg razmatranja mogli bismo zaključiti da bi elektroenergetski sistem SFRJ mogao za vrijeme smanjenog konzuma za potrebe pumpne hidroelektrane osigurati najmanje 200 do 300 MW, što znači 8 — 14 % od ukupne instalirane snage elektrana SFRJ. Ovaj se postotak poklapa i s inozemnim podacima.

Orijentaciona ocjena godišnje proizvodnje

Između nebrojenih mogućih varijanata o načinu pogona i o instaliranoj snazi pumpno-akumulacione hidroelektrane odabrat ćemo slijedeću moguću varijantu:

instalirana snaga $P = 200$ MW
godišnja proizvodnja $A_{gen} = 300$ GWh

Uz pretpostavku, da se voda može pumpati u akumulacioni bazen, radnim danom od 22—6 i od 14 do 16 sati odnosno 10 sati, a praznicima od 22 do 6 i od 8 do 16 sati odnosno 18 sati, ukupno godišnje vrijeme pumpanja iznosi

$$T_{er} = 10 \cdot (365 - 52) + 18 \cdot 52 = 2630 + 936 = 3566 \text{ sati}$$

Ako se uzme, da je moguće pumpanje s prosječnom snagom od 120 MW (neko vrijeme sa snagom 200 MW, a ostalo sa 100 MW), onda je potrebna energija za pumpanje

$$A_{sr} = P_{sr} \cdot T_{er} = 120 \cdot 3566 = 430 \text{ GWh}$$

Savremene pumpne hidroelektrane rade s korisnošću cijelog cikla, ako je $\eta_{cik} = 0{,}7$ (Vianden $\eta_{cik} = 0{,}77$).

Iz upotrebljene energije 430 GWh dobije se natrag u mrežu visoko vrijedna vršna energija u iznosu od

$$A_{gen} = \eta_{cik} \cdot A_{sr} = 0{,}7 \cdot 430 = 300 \text{ GWh}$$

Kod proizvodnje električne energije s maksimalnom snagom od 200 MW dobije se vrijeme proizvodnje

$$T_{gen} = \frac{A_{gen}}{2} = \frac{300.000}{200} = 1500 \text{ sati godišnje.}$$

Kod 300 radnih dana godišnje dobije se prosječno vrijeme dnevne proizvodnje:

$$t_{gen} = \frac{T_{gen}}{300} = \frac{1500}{300} = 5 \text{ sati godišnje, dnevno}$$

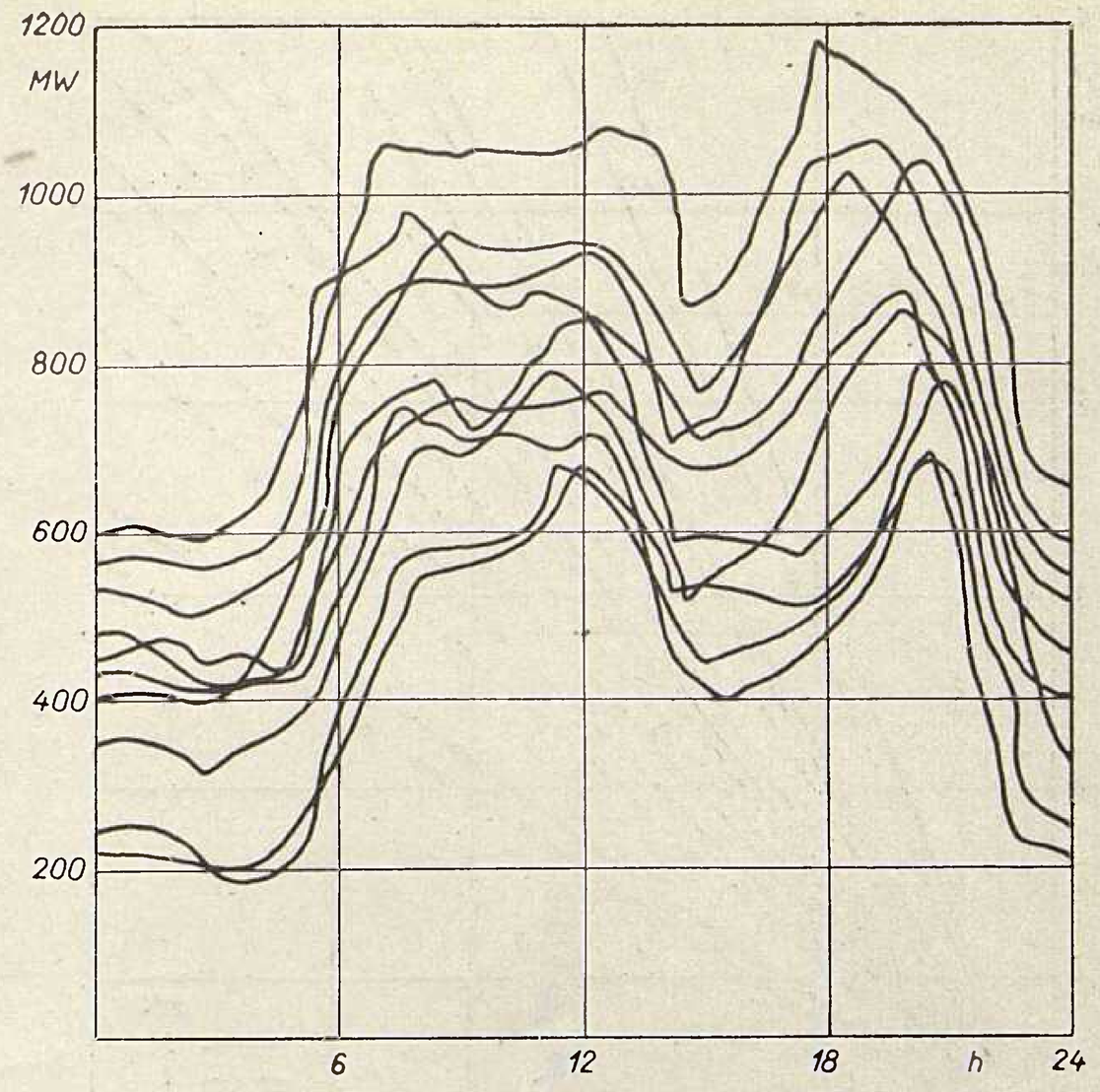
Zapremnina bazena

Potreban volumen bazena izračuna se na slijedeći način:

$$1 \text{ kWh} = 102 \cdot 3600 = 367200 \text{ kgm}$$

Godišnja proizvodnja iznosi 300 GWh = $= 300 \cdot 10^6$ kWh.

Prosječna dnevna proizvodnja ocjenjuje se ovako. Godišnje treba cca 30 dana za remonte. Za vrijeme praznika i nedjelja energija se ne proizvodi, nego samo akumulira, a to je 55 dana.



Sl. 2. Dnevni dijagram opterećenja hidroelektrana u SFR Jugoslaviji na neke karakteristične srijede godine 1961. (instalirana snaga u 1960 : 1400 MW)

Ukupno je to 85 dana u godini. Dani proizvodnje iznose dakle 365—85 = 280 dana u godini. Prosječna dnevna proizvodnja iznosila bi

$$\frac{300 \cdot 10^6}{280} = 1{,}072 \text{ GWh}$$

Ta se vrijednost zaokruži na 1,1 GWh. U tehničkom sistemu to iznosi

$$A_{pot} = 1{,}1 \cdot 10^6 \cdot 367200 = 403920 \cdot 10 \text{ kgm} = 403{,}92 \cdot 10^6 \text{ tm}$$

Budući da visina bazena H kod HE Ožbalt II iznosi 420 m, njegov je volumen

$$A_{pot} = Q_{id} \cdot H$$

$$Q_{id} = \frac{A_{pot}}{H}$$

$$Q_{id} = \frac{403{,}92 \cdot 10^6}{420} = 0{,}963 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Uzimajući u obzir $\eta_{gen} \approx 0{,}879$, dobije se stvarno potreban volumen

$$Q = \frac{Q_{id}}{\eta_{gen}} = \frac{0{,}963 \cdot 10^6}{0{,}874} = 1{,}12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

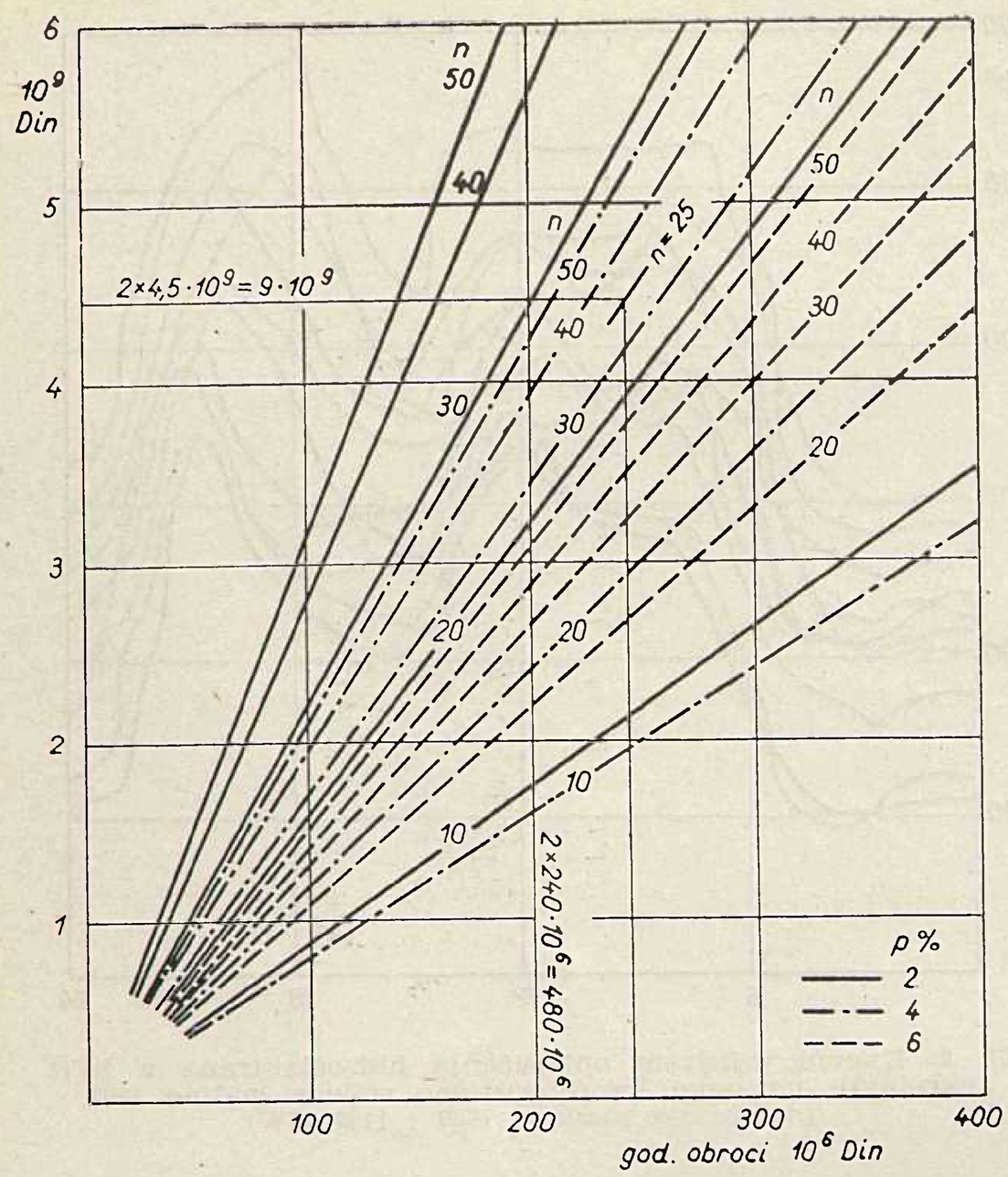
Potreban volumen bazena kod visine 420 m iznosi dakle

$$Q = 1{,}12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Na osnovu podataka projektanta iznosi sadržaj bazena $2{,}5 \cdot 10^5$ m³, što bi omogućivalo veću rezervu i bolju pogonsku sposobnost hidroelektrane.

Ocjena vrijednosti pogonske energije za pumpnu hidroelektranu

Vrijednost pogonske energije za navedenu hidroelektranu mora se ocijeniti s obzirom na



Sl. 3. Posuđeni kapital a

$$a = \frac{r\,(k^n - 1)}{k^n\,(k - 1)}\ ;\ n = \text{amort. rok}$$

stvarne troškove elektroenergetskog sistema, koji bi nastali zbog punjenja pumpne hidroelektrane. Može se tvrditi, da se pogonski i kapitalni troškovi nekog hidroenergetskog sistema ne povećavaju, ako ovaj bolje koristi raspoloživu vodnu energiju i ne dozvoljava da se voda neiskorištena prelijeva preko brane. Na osnovu toga može se tvrditi da bi se kod pumpne hidroelektrane iz hidroenergetskog sistema moglo dobiti cca 78 GWh električne energije koja ne bi ništa koštala jer bi u protivnom slučaju bila za sistem izgubljena. (Gubici u prijenosnim dalekovodima relativno su mali te se ovdje ne uzimaju u obzir).

Vrijednost pogonske energije proizvedene u termoelektranama ocjenjuje se na osnovu slijedećeg razmatranja. Ukupni troškovi termoelektrana dijele se na kapitalne i na pogonske troškove. Može se tvrditi, da se boljim korištenjem termoelektrana kapitalni troškovi ne povećavaju. Povećanjem proizvodnje povećavaju se uglavnom samo pogonski troškovi. Zato se može reći, da je cijena pogonske električne energije za pumpnu hidroelektranu jednaka prosječnim pogonskim troškovima većih termoelektrana, jer bi se opterećenje termoelektrana moralo sniziti kad u mreži ne bi bilo potrošača u obliku pumpne hidroelektrane. Poznato je, da termoelektrane rade najekonomičnije samo kod jednog opterećenja, pa ako se opterećenje smanjuje ili pretjerano povećava, onda se povećava specifična kalorična potrošnja ugljena po proizvedenom kWh.

Mišljenje, da je cijena pogonske energije za pumpnu hidroelektranu jednaka prosječnoj prodajnoj cijeni hidroenergije i termoenergije na pragu tih elektrana, pogrešno je. Poznato je, da zapadnoevropske države proizvode i do 90 % cjelokupne električne energije u termoelektranama i da baš one grade mnogo pumpno-akumulacione hidroelektrane. Kad bi cijena pogonske energije za pumpanje bila jednaka prodajnoj cijeni termoelektrana, izgradnja pumpnih hidroelektrana bila bi veoma nerentabilna. U takvom bi slučaju vršna energija, dobivena izgradnjom nove termoelektrane, bila jeftinija od vršne energije proizvedene u pumpnoj hidroelektrani.

Izgradnja pumpne hidroelektrane samo je tada privredno opravdana, ako je u njoj proizvedena vršna energija jeftinija od vršne energije koja bi se dobila izgradnjom nove termoelektrane a koja bi služila uglavnom za pokrivanje vršnog opterećenja.

Na osnovu podataka iz »Elektroprivrede«, Statističkog godišnjaka »Jugela« i »Letnih poročil Elesa« sastavljena je tablica 3.

Cijena hidroenergije i termoenergije na pragu

Tablica 3

Izvor energije	Republika	Cijena energije Din/kWh					
		Godina					
		1955	1956	1957	1958	1959	1960
hidroenergija	SRSl	1,75	1,94		1,79	2,06	1,69
termoenergija	SRSl	4,19	4,95		6,29	6,07	8,5
hidroenergija	SFRJ				2,58	2,44	2,26
termoenergija	SFRJ				8,58	8,6	10,68

Pregled potrošnje goriva u termoelektranama SR Slovenije i SFRJ

Tablica 4

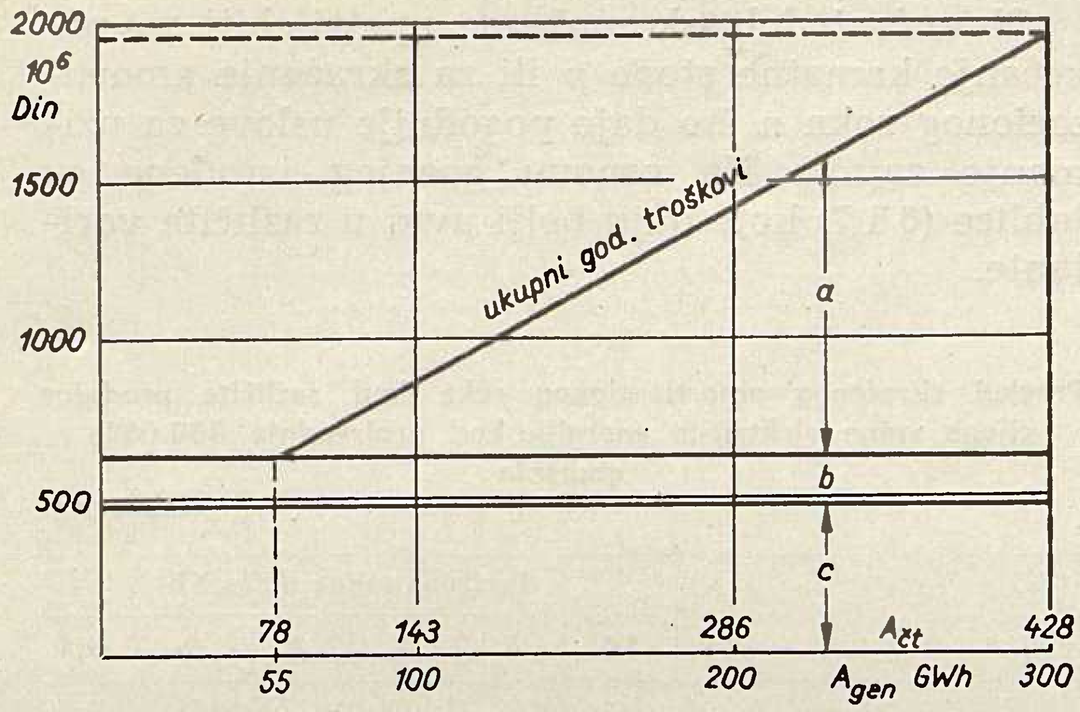
Izvor energije	Republika	Jedinica	Godina				
			1957	1958	1959	1960	1961
TE	SRSl	kcal/kWh			3705	3842	
TE Šoštanj	SRSl	kcal/kWh	2954	2940	3049	3211	2794
TE	SFRJ	kcal/kWh		4100		4070	
TE iznad 100 MVA	SFRJ	kcal/kWh		3360	3724	3720	

Pregled troškova za gorivo u termoelektranama za proizvedeni kWh

Tablica 5

Termoelektrane	Godina		
	1959	1960	1961
	Din/kWh		
Šoštanj		2,32	2,62
Velenje		3,97	4,82
Brestanica		5,36	6,84
Velenje		9,09	10,67
Ljubljana		17,5	13,72
Prosječno SRSl	3,11	3,87	3,33
Prosječno SFRJ	4,17	4,76	

Iz tablica 4 i 5 vidi se, da je prosječna specifična potrošnja velikih termoelektrana (3360 + + 3724 + 3720) : 3 = 3601 kcal/kWh. Prosječni



Sl. 4. Godišnji troškovi HE Ožbalt II
a — troškovi pogonske energije = 3,80 Din/kWh
b — troškovi pogona = 130.10^6 Din/god.
c — troškovi kapit. službe = 480.10^6 Din/god.

troškovi za gorivo termoelektrana u SR Sloveniji iznose (3,11 + 3,87 + 3,33) : 3 = 3,63 Din/kWh. Prosječni troškovi za gorivo termoelektrana SFR Jugoslavije iznose (4,17 + 4,76) : 2 = 4,26 Din/kWh. Prosječna specifična potrošnja goriva svih termoelektrana SFR Jugoslavije iznosi (4100+4070) : 2 = = 4085 kcal/kWh. Prosječna je cijena jedne kategorije dakle 4,26 : 4,085 = $1,043 \cdot 10^{-3}$ Din/kcal.

Ako se usvoji, da prosječna specifična potrošnja većih termoelektrana iznosi 3061 kcal/kWh po cijeni $1,043 \cdot 10^{-3}$ Din/kcal, prosječna će cijena goriva za 1 kWh biti $3601 \cdot 1,043 \cdot 10^{-3} = 3,76$ Din/kWh, odnosno zaokruženo $C_{te} = 3,8$ Din/kWh.

Vlastita cijena proizvedene energije pumpne hidroelektrane

Vlastita cijena prozvedene električne energije formira se na osnovu troškova za pogonsko osoblje i uzdržavanje te na osnovu kapitalnih troškova.

Cijena pogonske energije

Na osnovu ocjene iz prethodnog poglavlja dobiju se slijedeće cijene električne energije za potrebe pumpne hidroelektrane:

pogonska termoenergija	C_{te}	= 3,8 Din/kWh
hidroenergija	C_{he}	= 2,43 „
pogonska preljevna hidroenergija	$C_{he \cdot pr}$	= 0 „

Godišnji troškovi za pogonsku energiju dobiju se pomoću jednadžbe

$$S_{pe} = C_{te} \cdot A_{srte} + C_{he} \cdot A_{srhe}$$

Godišnji troškovi pogona

Iz »Letnega poročila Elesa« utvrdili smo da pogoski troškovi za sve hidroelektrane u SR Sloveniji u 1960. iznose $1544 \cdot 10^6$ dinara, što znači prosječno na svaku hidroelektranu $130 \cdot 10^6$ dinara. Ta bi brojka bila kod HE Ožbalt II mnogo manja, jer bi zbog neposredne blizine postojeće HE Ožbalt posada u toj elektrani bila veoma smanjena. Ti bi troškovi iznosili

$$S_{po} = 130 \cdot 10^6 \text{ Din/god.}$$

Godišnji kapitalni troškovi

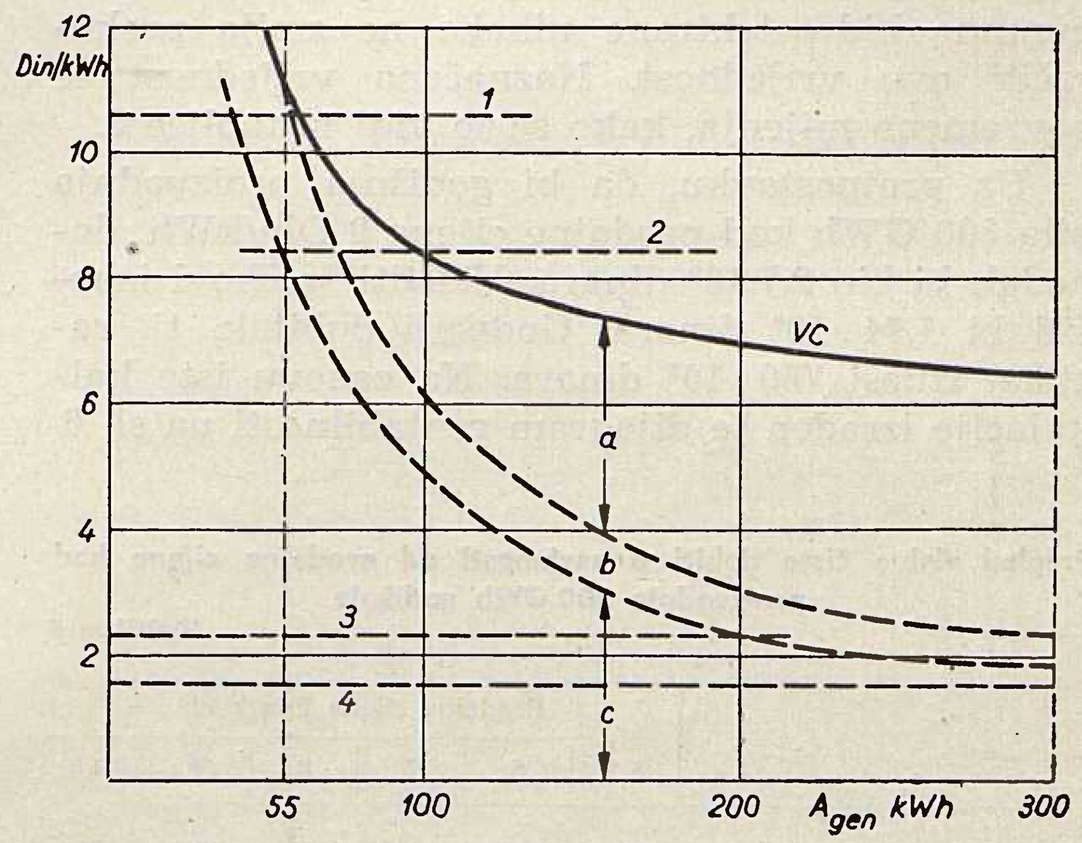
Kapitalni troškovi ovise o visini pozajmljenog kapitala, kamatne stope i roka amortizacije. Iz kamatno-kamatnog računa dobije se jednadžba koja pokazuje kako je visok godišnji obrok r kod pozajmljenog kapitala a, kamatne stope p i amortizacionog roka n.

$$r = \frac{a \cdot k^n (k - 1}{k^n - 1}$$

$$k = \left(1 + \frac{p}{100}\right)$$

Po gornjoj jednadžbi izgrađen je dijagram $a = f(n)$ kod različitih konstanta n i p koji pokazuje dozvoljenu visinu uzimanja kredita od veličine godišnje rate.

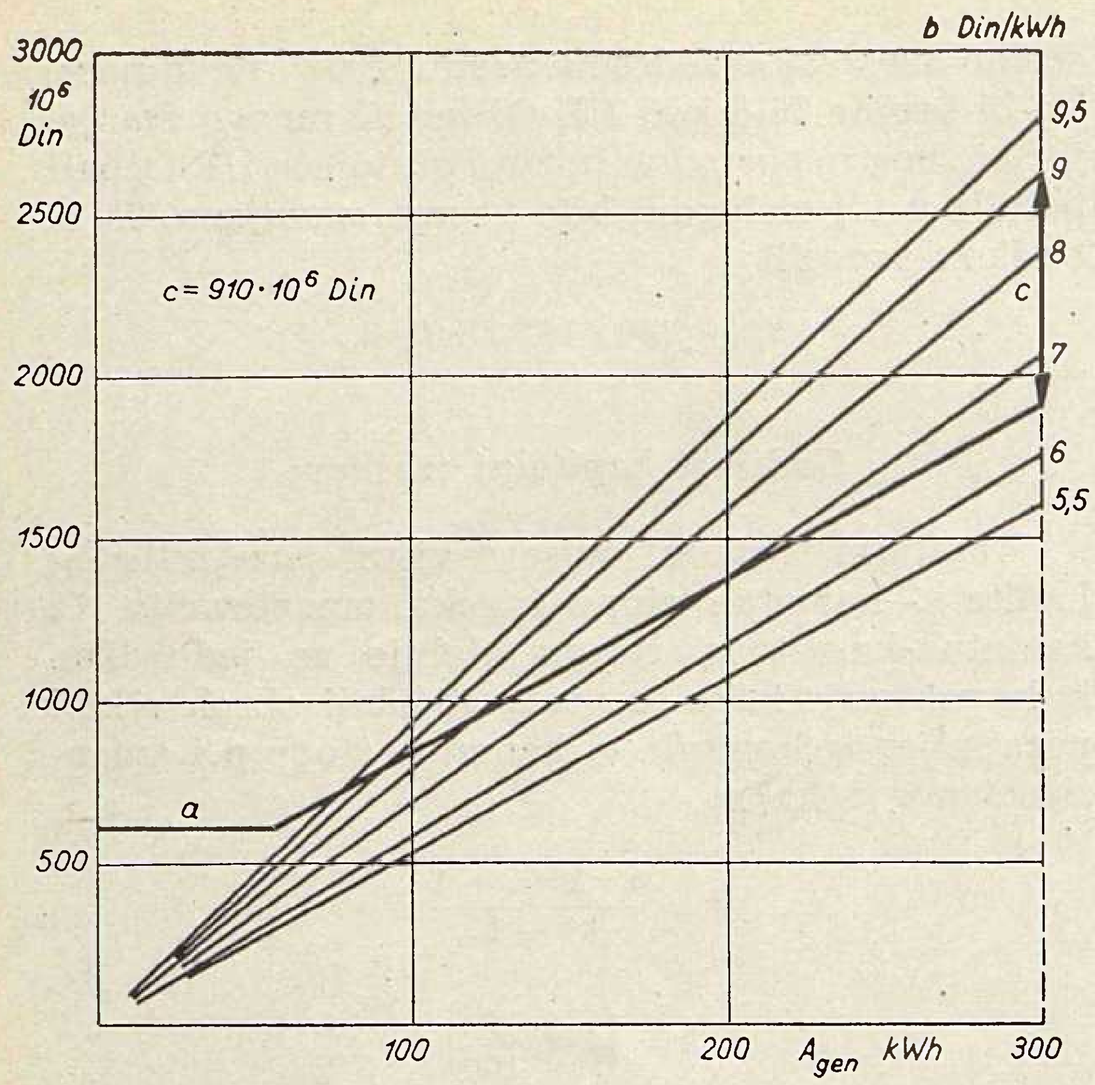
Na osnovu dobivenih podataka od Elektroprojekta — Maribor troškovi izgradnje pumpno-akumulacione hidroelektrane Ožbalt II za instaliranu snagu 200 MW iznosili bi $9 \cdot 10^9$ dinara. Kod kamatne stope $p = 2$ % i prosječnog pretpostavljenog amortizacionog roka $n = 25$ godina dobije se iz dijagrama odnosno iz jednadžbe prosječni godišnji obrok $r = 480 \cdot 10^6$ dinara. Iz dobivenih podataka izrađen je dijagram godišnjih troškova u sl. 4 i dijagram vlastite cijene proizvedene električne energije pumpne hidroelektrane u sl. 5.



Sl. 5. Vlastite cijene prodanog kWh
a — troškovi pogonske energije; *b* — troškovi pogona; *c* — troškovi kapit. službe; *VC* — vlastita cijena proizvedne energije pumpne HE

Cijene 1960. u Din/kWh:

1 — TE SFRJ	10,6	3 — HE SFRJ	2,26
2 — TE SR Sl.	8,5	4 — HE SR Sl.	1,69



Sl. 6. Rentabilnost HE Ožbalt II

a — ukupni godišnji troškovi pumpne HE
b — dohodak od prodane energije = 5,5 . . . 9,5 Din/kWh
c — dobitak = 910.10^6 Din

Diskusija o rentabilnosti

Poznato je, da rentabilnost nekog pogona zavisi od razlike između dohotka i vlastitih troškova. U našem slučaju poznati su ukupni godišnji troškovi i prikazani u dijagramu na sl. 5. Godišnji dohodak zavisi od visine proizvodnje i cijene za jednicu proizvedene električne energije. Prodajna cijena vršne energije za sada nije poznata, jer je to stvar dogovora odnosno propisa. Na osnovu informacija dobivenih u inostranstvu vrijednost vršne energije cijeni se na 4 do 6 puta više od prosječne cijene električne energije sistema. Budući da je prosječna cijena termoenergije u SFR Jugoslaviji oko 9,28 Din/kWh onda prodajna cijena pumpne hidroelektrane nikako ne smije prekoračiti ovu vrijednost. Naznačena vrijednost se povremeno mijenja, kako se to vidi iz tablice 3.

Uz pretpostavku, da bi godišnja proizvodnja bila 300 GWh kod prodajne cijene 9 Din/kWh, dohodak bi bio 2,7.10^9 dinara. Vlastiti troškovi iznosili bi 1,94 . 10^9 dinara. Godišnji dobitak, tj. razlika, iznosi 760 . 10^6 dinara. Na osnovu iste kalkulacije izrađen je dijagram rentabilnosti na sl. 6.

Pregled visine čiste dobiti u zavisnosti od prodajne cijene kod proizvodnje 300 GWh godišnje

Tablica 6

	Prodajna cijena Din/kWh					
	5,5	6	7	8	9	9,5
Dohodak u 10^6 Din	1660	1800	2100	2400	2700	2850
Vlastiti troškovi u 10^6 Din	1940	1940	1940	1940	1940	1940
Čista dobit u 10^6 Din	—280	—190	160	460	760	910
Potrebna minimalna proizvodnja u GWh, da elektrana bude rentabilna	1500	510	280	122	86	

Navedeni dobitak može se upotrijebiti za povećanje kamatne stope *p* ili za skraćenje amortizacionog roka *n* što daje pogodnije uslove za uzimanje zajma. Na osnovu gornjeg izrađene su tablice (6 i 7) koje daju bolji uvid u različite varijante.

Pregled skraćenog amortizacionog roka kod različite prodajne cijene vršne električne energije kod proizvodnje 300 GWh godišnje

Tablica 7

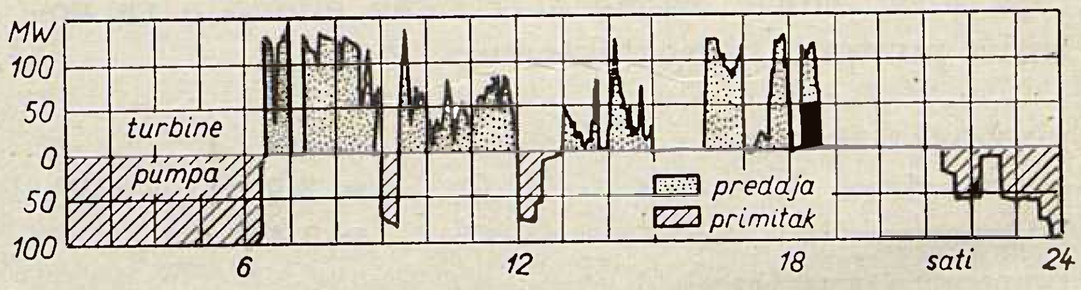
	Prodajna cijena Din/kWh					
	5,5	6	7	8	9	9,5
Čista dobit 10^6 Din	—280	—140	160	460	760	910
Normalni obrok 10^6 Din	480	480	480	480	480	480
Povećani obrok 10^6 Din	200	340	640	940	1240	1390
Skraćeni amortizacioni rok godina	116	38	17	10	8	7,1

Na osnovu navedenih procjena može se zaključiti da pumpno-akumulaciona HE Ožbalt II spada u red privredno, tehnički i ekonomski opravdanih objekata s relativno kratkim vremenom amortizacije.

Ovdje iznosimo jednu od mnogih varijanti pumpno-akumulacione HE Ožbalt II koja bi imala slijedeće parametre s obzirom na stanje instaliranih snaga u elektroenergetskom sistemu krajem godine 1962.

Instalirana snaga	P	= 200 MW
Godišnja proizvodnja	A_{ger}	= 300 GWh
Godišnja potrošnja	$A_{čr}$	= 428 GWh
Pad	H	= 420 m
Visina investicija	a	= 9.10^9 Din
Rok amortizacije	n	= 8 godina
Kamatna stopa	p	= 2 %
Prodajna cijena	C_{en}	= 9 Din/kWh
Cijena instaliranog kW		45 000 Din/kW

Budući da se do 1970. predviđa znatan porast instalirane snage termoelektrana i hidroelektrana, mora se izraditi detaljnija analiza koja bi dala optimalnu veličinu pumpno-akumulacione hidroelektrane.



Sl. 7. Dijagram dnevnog opterećenja HE Herdecke

Opravdanje lokacije pumpno-akumulacione HE Ožbalt II

Izborom pogodne lokacije mogu se znatno sniziti građevinski i drugi troškovi. Za izgradnju pumpno-akumulacione hidroelektrane veoma su pogodni prirodni uslovi sjeverne padine Pohorskog masiva, kako se vidi iz slijedećeg obrazloženja:

1. Pumpno-akumulaciona HE Ožbalt II ležala bi u neposrednoj blizini velikih hidroelektrana koje rade u lančanom sistemu.

2. Postoje pogodni uslovi za vezu sa susjednim elektroenergetskim sistemom Austrije.

3. Akumulacioni bazen je tako izabran da zahtijeva kratak pogonski cjevovod i to cca 600 m betonskog i 600 m čeličnog cjevovoda.

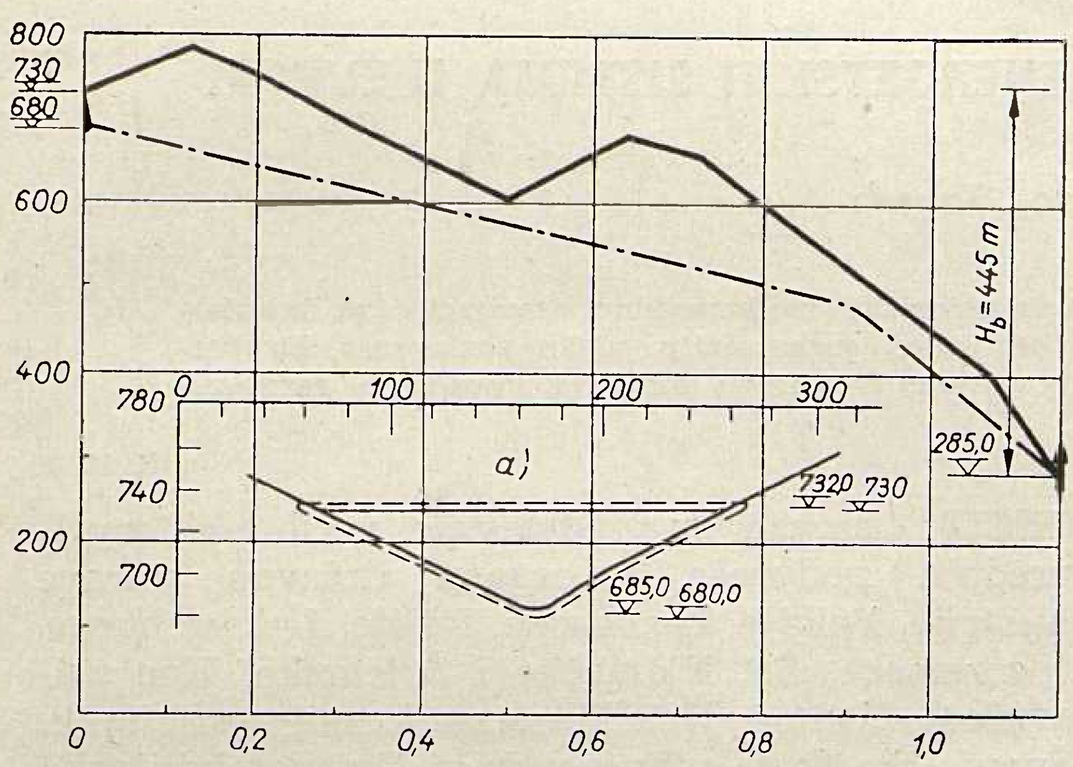
4. Brana za akumulacioni bazen sadržine $2{,}5 \cdot 10^3$ m^3 i s padom od 420 m relativno je jeftina. Akumulacioni bazen i cjevovod nalaze se na kompaktnom, tvrdom i vodonepropusnom terenu.

5. Kod pumpnog pogona se upotrebljava voda iz bazena HE Ožbalt I i na taj način otpadaju pomoćne pumpe i brane za vodu koja se pumpa.

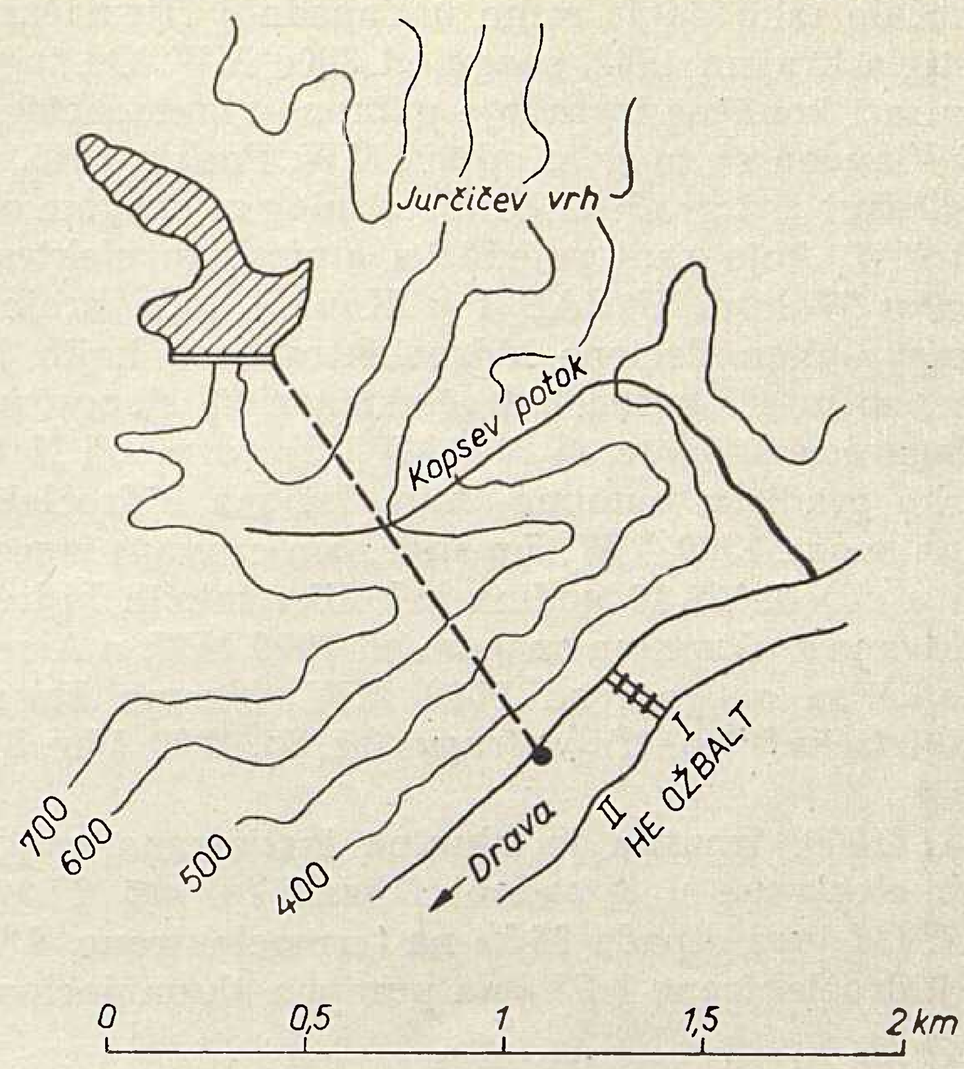
6. Nije potreban novi komandni prostor niti upravna zgrada, jer se može upotrijebiti postojeća HE Ožbalt I.

7. Nije potrebno stambeno naselje za pogonsko osoblje.

8. Oprema za vlastitu potrošnju i telefoniju nije potrebna, jer se mogu upotrijebiti postojeće iz HE Ožbalt I.



Sl. 8. Situacija brane HE Ožbalt II s profilom pregradnog mjesta *a*)



Sl. 9. Situacija

9. Skladišta, montažna dvorana i radionica mogu se upotrijebiti od HE Ožbalt I.

10. Saobraćajne veze (put i željeznička pruga) su izgrađene. Za pretovar teških tereta može se upotrijebiti dizalica 15 t HE Ožbalt I.

Uvjereni smo, da je tako izabrana lokacija pumpne hidroelektrane veoma pogodna.

Pregled pumpno-akumulacionih hidroelektrana u inostranstvu

U zapadnoj Evropi bile su izgrađene manje pumpne akumulacione hidroelektrane prije 60 godina. One su imale zadatak da osiguraju dobavu električne energije manjim pogonima. Poslije 1926. počela je izgradnja većih pumpno-akumulacionih hidroelektrana tako da je već 1936. iznosila njihova ukupna snaga 600 MW. Nakon drugog svjetskog rata izgradnja takvih hidroelektrana se

Pregled podataka pumpno-akumulacionih HE u zapadnoj Evropi

Red. br.	Naziv	Snaga MW	Pad m	Bazen 10^6 m^3	Bazen GWh	Godina izgradnje
1.	Schwarzenbach	34	345	14,3	10,6	1926
2.	Leitzach	24,2	124	9,5	1,6	1927
3.	Niederwartha	126	145	1,9	0,56	1930
4.	Herdecke	132	156	1,53	0,54	1930
5.	Häusern	110	190	108	131	1931
6.	Waldeck	115,2	295	0,76	0,5	1931
7.	Deichow	75	30	3,6	0,24	1936
8.	Witznau	175	231	4,7	4,20	1939
9.	Waldeskut	150	151	1,35	0,47	1951
10.	Rodund (Austrija)	170	328	0,96	0,72	1952
11	Reisach	63	180	1,5	0,54	1955
12.	Dhronkraftwerk	6,1	86	0,17	0,03	1956
13.	Lünersee (Aust.)	217	848	76	206	1957
14.	Hamburg	105	75	3,3	0,58	1958
15.	Happurg	70	199	1,8	0,83	1958
16.	Vianden (Luksb. ZN)	900	280	0,5	4,6	u grad.
17.	Hohenwarte	320	300	3,0	2,0	u grad.
18.	Erzhausen	204	280	1,33	0,88	u grad.
19.	Glems	81	283	0,78	0,50	u grad.
20.	Wendefurt	80	120			projekt
21.	Hotzen-Wald I	144	202	60	81	projekt
	Hotzen-Wald II	324	416	2,8	2,8	projekt
	Hotzen-Wald III	700	619	3,0	4,45	projekt
	S dolinskom pregradom					
22	Hemfurth	16,2	91	202		1928
23.	Bleiloch	43,5	26—58	170		1932
24	Hochenwarte	39,2	22—67	166		1935
25.	Sorpe	7,7	56	71		1935
26	Oder	6,2	45	26		1934

povećala tako da je samo u Zapadnoj Njemačkoj dostigla krajem 1962. snagu od 3000 MW. Od toga je u fazi konačne izgradnje pumpno-akumulaciona HE Vianden sa snagom od 900 MW. Poslije 1945. u Engleskoj je izgrađena HE Ffestiniog sa snagom od 326 MW, koja radi zajedno s atomskom elektranom u Walesu. U SAD i u Kanadi rade brojne pumpno-akumulacione hidroelektrane od kojih je posebno interesantna hidroelektrana na slapovima Nijagare sa snagom od 2400 MW. Sjeverno od New Yorka gradi se pumpno-akumulaciona hidroelektrana snage 1300 MW. Japanci namjeravaju izgraditi u slijedećih 10 godina nekoliko takvih hidroelektrana s ukupnom snagom od 7000 MW, a Amerikanci sa snagom od 5000 MW. (Prema *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* br. 85, 1960. i br. 94, 1961).

U 1960. iznosila je ukupna instalirana snaga svih elektrana u Zapadnoj Njemačkoj cca 27.500 MW. Od toga otpada 86 % na termoelektrane, 9 % na hidroelektrane i 5 % na pumpno-akumulacione hidroelektrane. S obzirom na tempo izgradnje udio pumpno-akumulacionih hidroelektrana povećat će se na 10 %.

Današnji elektroenergetski sistem SFR Jugoslavije ima oko 2500 MW instalirane snage, pa bi 200 MW instaliranih u HE Ožbalt II predstavljalo oko 8 % ukupne instalirane snage elektrana u SFR Jugoslaviji.

Zaključak

Na osnovu stanja u našem elektroenergetskom sistemu krajem 1962. i na osnovu iznesenih ocjena moglo bi se zaključiti, da bi izgradnja pumpne akumulacione hidroelektrane bila tehničko-ekonomski opravdana. Ovaj je sastav imao namjeru, da grubim i orijentacionim ocjenama pobudi zanimanje i potakne na ozbiljniji studij mogućnosti izgradnje pumpno-akumulacionih hidroelektrana u našoj zemlji.

Naslov autora: Dušan Primožič, dipl. el. ing.
Dravske hidroelektrane, Maribor

INTEGRACIJA NACIONALNIH ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA U EVROPI

Daniel Feöcze, Zagreb

Autor daje prikaz Zapadnoevropske, Skandinavske i Istočnoevropske međunarodne asocijacije za interkoneksiju proizvodnje električne energije. Opisuje njihovo osnivanje, organizaciju, način poslovanja, elektroenergetski potencijal i planove za daljnje proširenje superponirane električne mreže i povećanje razmjene električne energije.

DK 621.31

1. Uvod

Stalni razvoj interkoneksije proizvodnje električne energije nacionalnih elektroprivreda i neravnomjerni raspored energetskih resursa u Evropi uvjetovali su međudržavnu koordiniranu proizvodnju i razmjenu električne energije. Prvi počeci međudržavne paralelne proizvodnje i razmjene energije bili su neznatni u odnosu na današnja dostignuća. Međutim, s porastom konzuma i izgradnjom nacionalnih mreža višeg napona sve više se proširivala međudržavna razmjena i kooperativna proizvodnja električne energije što je dovelo i do osnivanja međunarodnih asocijacija za takvu suradnju.

U Evropi su poznate tri međunarodne asocijacije za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije i to: zapadnoevropska, skandinavska i istočnoevropska.

2. Zapadnoevropska asocijacija

Zapadnoevropska asocijacija za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije UCPTE (Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité) osnovana je u Parizu 1951. na preporuku Savjeta ministara OEEC (sada OECD). Osnivači su predstavnici većih elektroprivrednih poduzeća i organa državne uprave Austrije, Belgije, Francuske, Italije, Luksemburga, Nizozemske, SR Njemačke i Švicarske. Kao pridruženi članovi UCPTE-u su kasnije pristupili: Španjolska (koja s Francuskom čini posebnu regionalnu grupu UFEPTE = Union Franco-Espagnole pour la Production et le Transport de l'Electricité), Portugal i Jugoslavija (koja s Austrijom i Italijom čini južnu regionalnu grupu SUDEL).

UCPTE je udruženje osoba a ne poduzeća i korporacija. Prema tome, organiziran je na principu personalne unije kao gremij stručnih predstavnika najvećih elektroprivrednih poduzeća i predstavnika njihovih državnih uprava.

Zadatak UCPTE-a je optimalno iskorištavanje postojećih i budućih elektroenergetskih kapaciteta za proizvodnju i prijenos električne energije. Ova asocijacija obuhvaća široko elektroenergetske područje s ogromnom snagom od 91.272 MW (od toga su termoelektrane 54.457 MW, hidroelektrane 36.718 MW i nuklearne elektrane 97 MW — prema stanju 1962.) i proizvodnjom od 349,79 milijarda kWh (TE 225.722 GWh, HE 123.547 GWh i NE 521 GWh). Struktura proizvodnje ove asocijacije (TE 59,7 % HE 40,1 % NE 0,2 %) vrlo se razlikuje od strukture proizvodnje pojedinih energetskih regi-

ona i nacionalnih elektroprivreda, što upravo i uvjetuje međudržavnu interkoneksiju proizvodnje i živu razmjenu električne energije. Na jednoj strani su ugljeni regioni s pretežnom termoproizvodnjom kao Ruhr u Donjorajnskoj nizini, ogranci Ardena u sjevernoj Francuskoj, zatim južni dio srednje Belgije i prijelaz prema Ardenima te nizozemska regija Limburg. Na ovim područjima postoje ogromne zalihe goriva. U Ruhru 54 milijarda tona, u Saaru 8 milijarda tona, u spomenutom dijelu Belgije 11 milijarda tona ugljena itd. Na drugoj strani su regioni s bogatim hidroenergetskim potencijalom kao Alpski region, Centralni masiv i Pirineji. Hidroenergetski potencijal ovih regiona procijenjen je s preko 200 milijarda kWh. Od toga je izgrađeno preko 65 %. Tu nije uzet u obzir hidroenergetski potencijal pridruženih članova Jugoslavije, Španjolske i Portugalije. Tehnički iskoristivi hidroenergetski potencijal Jugoslavije procijenjen je s oko 66 milijarda kWh. Jadranski i egejski sliv tog potencijala daju tzv. zimsku hidroenergiju za razliku od alpskih voda koje daju ljetnu hidroenergiju. Srednja Evropa ima tokom zimskih mjeseci manjak hidroenergije jer rijeke koje izviru u alpskom području imaju zimi, uslijed niske temperature, mnogo manje vode nego u ljetnim mjesecima, od maja do septembra, kada se otapaju velike naslage snijega na Alpama. Zbog toga se u zimskom periodu stavljaju u pogon i najstarije termoelektrane koje troše velike količine skupog goriva. Otuda i velika razlika u cijeni kilovatsata između zimske i ljetne energije. Zimski kWh plaća se u Srednjoj Evropi 3 do 4 puta skuplje od ljetnog. Već je davno poznato da bi se zimski deficit energije Srednje Evrope mogao ekonomično izravnati jeftinom energijom iz jadranskog pojasa Jugoslavije.

Najviši organ UCPTE je Skupština. Osim Skupštine djeluju još Uži odbor (Comité restreint) u koji se bira po jedan član iz svake zemlje članice i Prošireni odbor (Comité élargi) koji sačinjavaju svi članovi Užeg odbora i po 3 do 4 stručnjaka svake zemlje-članice. Osim upravnih organa djeluju još i tri radne grupe u koje se biraju najbolji stručnjaci iz elektroprivrede. Ove grupe su: 1. Radna grupa za termoelektrane, 2. Radna grupa za hidroelektrane i 3. Radna grupa za pitanja pogona kooperativne proizvodnje udruženih članova. Radne grupe obrađuju pitanja o kojima odlučuje Skupština.

Iz poslovnih izvještaja proizlazi da UCPTE konstantno i sistematski prati i unapređuje međusobni promet električne energije, da stvara tehničke osnove za proširenje i poboljšanje paralelne proizvodnje elektrana u međunarodnim razmjerima npr. koordinacijom planiranja prijenosne mreže, studijem pitanja regulacije frekvencije i napona te izborom napona pojedinih mreža i načinom njihovog spajanja, da stalno i sistematski prati proizvodnju hidroelektrana i termoelektrana kao i izgradnju elektroenergetskih objekata na području zemalja-članica, da sastavlja kratkoročne elektroenergetske bilance kako bi se mogli pravovremeno utvrditi periodični viškovi i manjkovi električne energije na pojedinim područjima i dogovoriti njihova izravnanja, da koordinira planove revizija i remonata termoelektrana i omogućuje izmjenu pogonskih iskustava, da usavršuje postojeću prijenosnu mrežu kao i tehničke koncepcije za njeno daljnje spajanje u jednu mrežu Zapadne Evrope i za trajnije poboljšanje njenog paralelnog pogona, da sposobnost ove mreže prilagođuje budućim potrebama u svrhu iskorištenja svih kapaciteta i da postojeće elektrane tako stavlja u pogon da se kod svih udruženih članova poveća pogonska sigurnost i smanje zajedničke rezerve.

Promet električne energije između zemalja-članica UCPTE odvija se na temelju ugovora udruženih elektroprivrednih poduzeća na tri načina i to:

1. Kao garantirane dugoročne isporuke koje se vrše po ugovorenom režimu na dulji rok. Takvi se ugovori sklapaju uglavnom za isporuku energije iz onih hidroelektrana čiju izgradnju djelomično financira zemlja kupac električne energije jer zemlji-prodavaču u tom periodu nije potrebna cijela količina proizvodnje.

2. Kao razmjena električne energije koja se ugovara uglavnom za kraće vremensko razdoblje. Električna energija se ne plaća već se po određenom ključu vraća u određeno vrijeme.

Kod sezonskih izravnanja, hidroenergetski regioni razmjenjuju ljetnu proizvodnju svojih elektrana za zimsku proizvodnju termoenergetskih regiona. Osim toga, nejednake hidrološke karakteristike sjevernih i južnih regiona (Francuska—Španjolska; Austrija—Jugoslavija) omogućuju i razmjenu sezonske proizvodnje hidroelektrana, zimske za ljetnu i obratno.

3. Kao nepredviđene prigodne dobave električne energije koje vrše uglavnom hidroenergetski regioni u vrijeme izvanrednih dotoka vode. Oni isporučuju svoju hidroproizvodnju termoenergetskim regionima, koji za to vrijeme obustavljaju proizvodnju svojih termoelektrana. Osobito je važna međusobna ispomoć u izvanrednim slučajevima. Iznenadni ispadi pogonskih jedinica pojedinih velikih elektrana te izvanredne suše i smrzavice ne mogu više ozbiljno ugroziti opskrbu električnom energijom bilo kojeg područja zemalja UCPTE jer se ova u energetskim neprilikama mogu osloniti na pomoć svojih susjeda i drugih zemalja-članica i to odmah bez posebne suglasnosti njihovih organa državne uprave. Brzu poslovnost omogućuje s jedne strane provedena liberalizacija međunarodnog prometa električne energije a s druge strane dobri ugovori između poduzeća-kooperanata. U ispomoćnim isporukama električne energije sudjeluje ponekad više poduzeća raznih zemalja.

Danas se bez ikakovih carinskih i deviznih formalnosti i poteškoća može isporučivati električna energija bilo iz Belgije u Švicarsku bilo iz Austrije u Nizozemsku, dakle i posredno, jer je provedena liberalizacija međunarodne razmjene električne energije. Na električnu energiju ne plaća se carina a kWh se može mijenjati za kWh uz primjenu ugovorenih korekcionih faktora. Samo se saldo energije plaća devizama.

3. Skandinavska asocijacija

Skandinavska asocijacija za interkoneksiju proizvodnje električne energije osnovana je 1963. u Kopenhagenu pod nazivom NORDEL i ima iste zadatke kao i UCPTE. U NORDEL su učlanjene Danska, Island, Finska, Norveška i Švedska. Svaka država članica može imati najviše četiri delegata. Delegati se biraju svake treće godine s tim da se iste osobe mogu ponovo birati. U 1963. i u naredne tri godine Danska, Finska, Norveška i Švedska zastupljene su s po četiri delegata a Island s dva. Predsjednik i njegov zamjenik biraju se na tri godine. Novi predsjednik bira se uvijek iz druge zemlje-članice. U pravilu je to prethodni potpredsjednik. Prvi predsjednik je Norvežanin Carl Berner Bluydt a prvi potpredsjednik je Danac Carl Andersen, koji će se prema Statutu birati za predsjednika 1966. godine. Sekretarijat NORDEL-a se nalazi u domicilu predsjednika odnosno poduzeća ili institucije državne uprave iz koje je delegiran. Predsjednik je odgovoran za poslovanje a organizacija iz koje je delegiran snosi troškove Sekretarijata. Statutom NORDEL-a regulirana je suradnja i s drugim međunarodnim asocijacijama za interkoneksiju proizvodnje električne energije.

Prva energetska veza između Švedske i Danske uspostavljena je 1915. preko podmorskog kabela 25 kV između Helsingborga (Švedska) i Helsingora (Danska) odnosno između švedskog poduzeća Sydsvenska Kraftaktiebolaget (Sydkraft) i danskog poduzeća Nordsjaellands Elektricitets og Sporvejs Aktieselskab (NESA). Preko ovog kabela vršila se prva razmjena energije preko državne granice. Švedska je izvozila svoje južne viškove hidroenergije u Dansku koja je raspolagala samo s termoenergijom. Prenosni kapacitet iznosio je 6 MW. Ova veza je pojačana 1926. i 1930. s dva 50 kV kabela pa se prenosni kapacitet povećao na 40 MW. Kasnije, 1951. godine, položen je novi kabel 120 kV napona (85 MW), zatim 1954. još jedan kabel od 120 kV (170 MW) a demontiran je onaj prvi od 25 kV. Godine 1958. položen je treći rezervni kabel 120 kV napona, 1964. stavljen je pod napon četvrti kabel 120 kV napona (izgrađen je 1963.), a demontirani su kabeli 50 kV napona. Time je postignut prenosni kapacitet od 350 MW.

U izvanredno sušnim godinama Danska isporučuje Švedskoj električnu energiju iz svojih termoelektrana. Većih isporuka iz Danske u Švedsku bilo je 1956. preko 300 GWh, zatim 1957. preko 350 GWh i 1959. nešto ispod 500 GWh. S druge strane Švedska je isporučila Danskoj svoje viškove npr. 1958. preko 850 GWh i 1962. oko 1100 GWh.

Razmjena električne energije između Švedske i Norveške na temelju dugoročnih ugovora vrši se preko vodova (od juga prema sjeveru): Borgvik-Hasle 400 kV, Järpströmmen-Nea 220 kV, Blaasjön-Linnvasselv 220 kV, Ajaure-Rössaaga 150 kV (220 kV) i sasvim na sjeveru između Tornehamm-Straumsnes 150 kV. Do 1964. spojit će se i izolirani dijelovi manjih elektroenergetskih sistema Norveške i priključiti, na važnijim tačkama, elektroenergetskom sistemu Švedske. Do 1965. dovršit će se i dalekovod 380 kV napona koji ide od regiona Oslo (Hasle) prema južnom dijelu Švedske (Borkvik). Preko ovog dalekovoda vršit će se prigodna razmjena i isporuka švedskih viškova električne energije za koje vrijeme će Norveška puniti svoje godišnje akumulacije vode.

U cilju prigodne razmjene električne energije između Švedske i Finske veza je uspostavljena već 1959. na krajnjem graničnom jugu dalekovodom 220 kV napona između Kalixa i Petäjäskoski.

Finska ima energetsku vezu i sa Sovjetskim Savezom preko dalekovoda 110 kV napona kod Imatre a Danska sa SR Njemačkom preko dalekovoda 220 kV napona između Aabernaa i Flensburga.

Nordijski elektroenergetski sistem proizvest će prema planu za 1965. godinu 108 milijarda kWh i to:

Danska (samo istočno od Velikog Belta)	4 TWh
Finska	13 TWh
Norveška	42 TWh
Švedska	49 TWh
Ukupno	108 TWh

Zapadni dio Danske Jütland-Fünen nije uključen u gornju proizvodnju jer je električni odvojen kod Velikog Belta.

Od planirane proizvodnje 108 TWh na termoelektrane otpada samo 8 %.

Na temelju preporuke Savjeta ministara OEEC iz 1956. Danska i Švedska (kao i zemlje UCPTE) provele su liberalizaciju sezonske i ispomoćne isporuke električne energije. Iako su i ostale nordijske zemlje već ranijih godina razmjenjivale električnu energiju, potrebno je bilo, zbog sve većeg porasta proizvodnje i razlika u oborinama, nejednakih mogućnosti akumulacije vode kao i zbog razlika u vršnom opterećenju, osnovati asocijaciju nordijskih zemalja za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije.

Proizvodnja električne energije nordijskih zemalja temelji se uglavnom (osim Jütlanda) na hidroenergetici pa je razumljiva njihova težnja za proširenjem interkoneksije proizvodnje na nova područja odnosno da se energetski povežu s elektroprivredom velike termoproizvodnje. To je elektroprivreda SR Njemačke koja će 1965. proizvesti 155 milijarda kWh od kojih 90 % u termoelektranama.

Na prijedlog Švedske osnovan je 1960. Studijski komitet KONTI-SKAN (Kontinent-Skandinavija) sa zadatkom da istraži mogućnost energetskog povezivanja Skandinavije s kontinetalnom Evropom. U ovaj komitet ušli su:

iz Švedske predstavnici Kungl. Vattenfalsstyrelsen und Sydkraft (KVS),
iz Norveške predstavnici Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen,
iz Danske predstavnici Kraftimport i
iz SR Njemačke predstavnici Deutsche Verbundgesellschaft (DVG).

U okviru Studijskog komiteta radilo je pet radnih grupa na rješenju otvorenih pitanja tehničke, ekonomske, financijske, pravne i poslovne naravi. U radu su sudjelovali također i predstavnici zainteresiranih elektroprivrednih poduzeća: Det Jysk-Fynske Elsamarbejde (ELSAM) iz Danske i Nordwestdeutsche Kraftwerke AG (NWK) te Hamburgische Elektrizitäts-Werke AG (HEW) iz SR Njemačke.

Studijski komitet KONTI-SKAN završio je svoj rad u jesen 1962. i predložio tri varijante energetskog spajanja Skandinavije s kontinentalnom Evropom i to:

1. Direktna veza 380 kV između Hälsingborga na južnom dijelu Švedske i Hamburga preko Sjaellanda i Lollanda. Ovom vezom spojili bi se hidroenergetski sistemi Norveške i Švedske s elektroenergetskim sistemom kontinenta a naročito s velikim termoelektranama hamburškog regiona.

2. Veza 380 kV između Hälsingborga i Skaerbacka na Jütlandu (Jylland) preko Sjaellanda i Fyna. Ovom vezom spojili bi se hidroenergetski sistemi Norveške i Švedske s termoelektranama Jütlanda a odatle s posebnim dalekovodom 220 kV napona i s velikim termoelektranama hamburškog regiona.

3. Veza 380/220 između Göteborga na zapadnom dijelu Švedske i elektroenergetskog sistema SR Njemačke preko Aalborga, na sjevernom dijelu Jütlanda, i Skaerbacka.

Studijski komitet KONTI-SKAN predložio je da izbor varijante izvrše zainteresirani partneri. Kungl. Vattenfallsstyrelsen und Sydkraft (KVS), Švedska i Det Jysk-Fynske Elsamarbejde (ELSAM), Danska zaključile su na temelju tog prijedloga ugovor aprila 1963. o izgradnji veze 250 kV istosmjerne struje na potezu Göteborg—Laesø—Aalborg s kapacitetom prijenosa 250 MW i rokom dovršenja 1965. godine. Istovremeno su ELSAM i Nordwestdeutsche Elektrizitäts-Werke AG ugovorili pojačanje jütlandske mreže naizmjenične struje od Aalborga prema jugu.

Projekt KONTI-SKAN omogućuje i povezivanje elektroenergetskog sistema Sovjeskog Saveza s elektroenergetskim sistemom ostalih evropskih zemalja preko Finske i Švedske.

Ostvarenje ove elektroenergetske veze samo je dio plana povezivanja sjevernih i južnih područja Evrope, koja raspolažu moćnim hidroenergetskim potencijalom, sa zapadnoevropskim centrom u kojem se nalazi jako razvijeni konzum električne energije. Značajnu hidroenergetsku osnovu na sjeveru ima Norveška. Djelovanjem Golfske struje Norveška ima najtopliju klimu sjeverne Evrope (topliju od Švedske, Finske i Danske) što povoljno utječe na iskorištenje njenog bogatog hidroenergetskog potencijala (22.000 MW odnosno 110 TWh od kojih nije izgrađena ni jedna trećina). Klima je oceanska s mnogo oborina. Osim toga, suprotno Švedskoj, bogati se hidroenergetski potencijal Norveške ne nalazi daleko gore na sjeveru odakle treba električnu energiju prenositi uz velike gubitke u vodovima u južna područja, već na jugozapadnoj strani između luka Stavanger i Bergen. Mnoge švedske vode s istočnog obronka graničnog gorja mogu se daleko ekonomičnije iskoristiti ako se provedu na zapadne obronke, dakle na teritorij Norveške. Na tom principu postavljen je i plan izgradnje hidroelektrane od 1000 MW na fjordu Rombaks kod Narvika. Međunarodnih projekata za izgradnju dvovlasničkih elektrana Norveška ima i sa Sovjetskim Savezom (rusko-noveška elektrana na rijeci Pasvik).

4. Istočnoevropska asocijacija

Istočnoevropska asocijacija za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije djeluje u okviru SEV (Sovjet ekonomičeskoj vzajmopomošči — Savjet međusobne ekonomske pomoći). Prvo ekonomsko savjetovanje predstavnika Bugarske, Čehoslovačke, Mađarske, Poljske, Rumunjske i Sovjetskog Saveza održano je januara 1949. u Moskvi. Na tom savjetovanju donesena je odluka o osnivanju SEV. Ovom savjetu naknadno su 1950. pristupile Albanija (koja je međutim istupila 1962) i DR Njemačka, a 1962. i NR Mongolija.

Interkoneksija proizvodnje električne energije između pojedinih istočnoevropskih zemalja počela se razvijati tek 1959. nakon IX zasjedanja SEV-a u Bukureštu kad su donesene principijelne odluke o koordinaciji srednjeročnih planova privrednog razvoja za razdoblje od 1959. do 1965, naročito u vezi investicija za izgradnju elektroenergetike.

Zajedničke investicije DR Njemačke, Čehoslovačke, Mađarske i Poljske u izgradnju superponirane električne mreže omogućile su razvoj interkoneksije proizvodnje električne energije na tom području. Zajednička elektroenergetska dispečerska služba osnovana je u Pragu 1962. Iste godine povezani su preko Karpata elektroenergetski sistemi Ukrajine i Mađarske. Za sada postoje slijedeće veze između elektroenergetskih sistema zemalja-članica SEV:

DR Njemačka—Poljska 220 odnosno 110 kV,
DR Njemačka—Čehoslovačka 220 kV,
Čehoslovačka—Poljska 220 kV,
Čehoslovačka—Mađarska 220 kV,
Zapadna Ukrajina—Mađarska 220 kV.

Godine 1963. završeni su i radovi na spajanju elektroenergetskih sistema Sovjeskog Saveza i Čehoslovačke s jedne strane i Rumunjske i Čehoslovačke s druge strane. Elektroenergetski sistemi Rumunjske i Bugarske bit će do 1965. radijalno spojeni s integriranim elektroenergetskim sistemom Istočne Evrope vodovima 380 odnosno 220 kV napona. Time će biti povezani elektroenergetski sistemi Sovjetskog Saveza, Rumunjske, Bugarske, Mađarske, Čehoslovačke, DR Njemačke i Poljske. Ovako integrirani elektroenergetski sistem imat će, prema nekim proračunima, proizvodnju od 170 milijarda kWh.

Proizvodnja električne energije, ugljena i nafte zemalja SEV u 1962. godini prikazana je na tablici 1.

Proizvodnja električne energije, kamenog ugljena, lignita i nafte u 1962.

Tablica 1

Država	Električna energija GWh	Kameni ugljen kilotona	Lignit kilotona	Nafta kilotona
1. Bugarska	6.048	591	18.043	207
2. Čehoslovačka	28.740	26.382	65.302	150
3. DR Njemačka	42.515	2.671	236.926	—
4. Mađarska	9.120	3.336	25.308	1.644
5. Poljska	35.388	109.608	11.088	—
6. Rumunjska	8.657	4.902	3.801	15.996
7. Sovjetski Savez	369.000	516.996	133.516	186.000
Ukupno	499.468	664.486	493.984	203.997

Značajna sredstva ulažu se u povećanje proizvodnje lignita, koji se upotrebljava za proizvodnju električne energije, u domaćinstvu i u kemijskoj industriji. Od ukupnih rezervi ugljena u Bugarskoj 90 % otpada na lignit. Zbog toga je forsirala izgradnju termoelektrana na bazi lignita. Sovjetski Savez ima najbogatija nalazišta treseta na svijetu s kojim podmiruje 3 % svojih energetskih potreba a DR Njemačka najbogatije rezerve lignita na kojima je izgradila jaku kemijsku industriju. Proizvodnja nafte naglo raste. Do sada utvrđene zalihe nafte mogle bi uz godišnju proizvodnju od 1000 milijuna tona trajati još 100 godina. U ukupnoj proizvodnji primarne energije udio nafte i zemnog plina iznosio je 1937. godine 18 % a u 1959. godini već 24 %.

Specifični potrošak ukupne energije po stanovniku zemalja-članica SEV prikazan je na tablici 2.

Specifični potrošak ukupne energije po stanovniku izražen u tonama uvjetnog kamenog ugljena

Tablica 2

Država	1958	1959	1960	1961
1. Bugarska	0,98	1,20	1,38	1,58
2. Čehoslovačka	4,56	4,49	4,72	5,13
3. DR Njemačka	4,33	4,42	4,64	4,94
4. Mađarska	2,06	2,18	2,31	2,50
5. Poljska	2,84	2,99	3,10	3,18
6. Rumunjska	1,26	1,33	1,39	1,43
7. Sovjetski Savez	2,66	2,77	2,85	2,92

Budući da Bugarska, Čehoslovačka, DR Njemačka, Mađarska i Poljska ne raspolažu s vlastitim zalihama nafte, odnosno ne u dovoljnim količinama, taj se nedostatak rješava zajedničkim investicijama u izgradnju naftovoda »Prijateljstvo« dugom 5000 kilometara koji povezuje naftonosna područja Srednje Volge u rajonu Kujbiševa s potrošačkim područjima zemalja-članica SEV. Naftovod se izgrađuje zajedničkim naporima DR Njemačke, Čehoslovačke, Mađarske, Poljske i Sovjetskog Saveza. U zapadnom dijelu Sovjetskog Saveza kod grada Mozira naftovod se razdvaja na dva kraka. Jedan krak ide preko Ukrajine i Mađarske u Čehoslovačku, a drugi kroz Poljsku i DR Njemačku. Naknadno je odlučeno da se izgradi i treći krak do Baltičkog mora u luci Venstils u Letoniji. Naftovod je djelomično već izgrađen i parcijalno pušten u pogon. Sovjetski Savez je već 1963. isporučivao preko ovog naftovoda 36 % nafte zemljama-članicama SEV koje sudjeluju u njegovoj izgradnji. Transport nafte cjevovodom znatno je ekonomičniji. Ušteda po toni transportirane nafte iznosi 10 rubalja (11 dolara) računajući transport na relaciji od 3000 kilometara što je prosječna relacija putovanja ove nafte. U područja Istočne Evrope Sovjetski Savez isporučuje godišnje preko 10 milijuna tona nafte.

Radi deficita energije nastoji se maksimalno razviti energetika u svim zemljama-članicama SEV. Naročito u Mađarskoj, koja bi trebala povećati svoje energetske izvore (sada uvozi oko milijardu kWh električne energije iz Sovjetskog Saveza) kako bi mogla prerađivati vlastitu glinicu u aluminij u mnogo većim količinama nego dosada.

Izrađuju se i naučne osnove za sastav kompleksne elektroenergetske bilance (konzum električne energije i primarni oblici energije za proizvodnju električne energije) s najnižim troškovima proizvodnje i transporta energije i maksimalnim stopama rasta.

Poslove elektroprivrede u okviru SEV vodi Stalna komisija za elektroprivredu. Zadaća ove komisije je da omogući daljnji razvoj energetskih veza između zemalja-članica SEV te da koordinira mnogostranu ekonomsku i tehničku suradnju na području energetike. Komisija koordinira i perspektivne planove razvoja energetike zemalja-članica SEV a bavi se i racionalizacijama proizvodnje i primjene električne energije.

Stalna komisija za elektroprivredu ima četiri sekcije i to:

1. Sekciju za elektroenergetske sisteme i opća pitanja energetike.
2. Sekciju za termoelektrane,
3. Sekciju za hidroelektrane i
4. Sekciju za naučno-istraživačke radove.

Zaključci Stalne komisije se donose u obliku preporuka. Preporuke se provode u život tek nakon što ih prihvate zainteresirane zemlje-članice. Na temelju preporuka ove komisije izgradit će se u toku 1964. godine 1200 kilometara dalekovoda. Do sada su već završena mnoga ispitivanja na području regulacije frekvencije i tokova energije i snage kao i druga. U toku je izrada perspektivne elektroenergetske bilance do 1980. kao i plan izgradnje i zajedničkog financiranja termoelektrana, hidroelektrana i dalekovodne električne mreže.

5. Zaključak

Integracija nacionalnih elektroenergetskih sistema omogućuje bolje iskorištenje kapaciteta i ekonomičniju proizvodnju a povećava i sigurnost opskrbe električnom energijom.

Regioni s hidroenergetskom osnovom u znatnoj mjeri su ovisni o klimatskim prilikama. Ove se stalno mijenjaju a promjene je teško predvidjeti.

Oni zbog toga ne mogu sami izravnati svoje viškove i manjkove energije. Naprotiv, termoenergetski regioni mogu svoju proizvodnju prilagoditi kolebljivoj potražnji električne energije a isto tako i varijacijama proizvodnje električne energije hidroenergetskih regiona. Kooperacijom ovih regiona iskorišćuje se svakodobni višak hidroenergije i prenosi u konzumna područja termoenergetskih regiona koji za tu količinu smanjuju proizvodnju svojih termoelektrana i ušteđuju velike količine skupog energetskog goriva. U nepovoljnim hidrološkim prilikama kad hidroelektrane zbog nedovoljnog dotoka vode ne mogu pokriti sve potrebe svojih potrošača električne energije, manjak hidroproizvodnje pokriva se proizvodnjom termoenergetskih regiona. Kad regioni s različitim energetskim resursima ne bi bili električki povezani trebalo bi ili uložiti ogromna sredstva za izgradnju rezervnih kapaciteta, koji bi se slabo iskorištavali, ili bi trebalo reducirati konzum, što bi predstavljalo veliku privrednu štetu. Posebnu ulogu u kooperativnoj proizvodnji elektroenergetskih regiona imaju akumulacione hidroelektrane za sezonska i višegodišnja izravnanja dotoka vode.

Integracijom elektroenergetskih sistema povećava se i sigurnost opskrbe električnom energijom. U slučajevima iznenadnih ispada pogonskih jedinica pojedinih velikih elektrana ili pojedinih dijelova mreže u integriranim elektroenergetskim sistemima nije više potrebno reducirati konzum. Proširenjem područja kooperacije riziko ovakvih ispada se smanjuje a i rezervnih snaga treba mnogo manje.

Literatura

1. Daniel Feöcze, *UCPTE — Udruženje za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije Zapadne Evrope.* Energija, Zagreb broj 5—6/1962.
2. Carl Andersen, *Skandinavien und die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Stromversorgung.* Elektrizitätswirtschaft, Frankfurt a/Main, br. 3/1964.
3. Ludwig Bauer, *NORDEL und KONTI-SKAN.* ÖZE, Wien br. 1/1964.
4. Daniel Feöcze, *Norveška elektroprivreda.* Energija Zagreb br. 3—4/1961.
5. Stjepan Hahn, *Yougelexport.* Elektroprivreda Beograd br. 2/1954.
6. Ljubica Marošan-Katić, *Proizvodnja energije Istočne Evrope i Sovjetskog Saveza u poslijeratnom periodu.* Ekonomski pregled, br. 9/1963.

Naslov pisca: Daniel Feöcze, dipl. oec. — Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37/II

ANALIZA VRŠNIH OPTEREĆENJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA ZAPADNE HRVATSKE

Franjo Černohous, Zagreb

Na temelju srednjesatnih podataka iz evidencije Dispečerske službe Hrvatske provedena je analiza vršnih opterećenja, te rasta i potrebe energije u SR Hrvatskoj za zimski period 1964. Prikazan je i razvoj elektroenergetskog sistema Hrvatske te opisana proizvodna i prijenosna postrojenja. Navedeni su podaci o redukcijama.

DK 621.31

Uvod

Potražnja električne energije u stalnom je porastu, koji diktira razvoj elektroenergetskog sistema. Zato je održanje ravnoteže između proizvodnje i potrošnje uz uslov kvalitetne energije (energije određenog napona i frekvencije) zadatak dispečerske službe i njenih pratećih službi. Dežurnoj dispečerskoj ekipi je, dakle, stalno pred očima dnevni dijagram opterećenja elektroenergetskog sistema, kao grafička predodžba spomenute ravnoteže. Karakteristične veličine dijagrama opterećenja su maksimalna P_{max} i minimalna snaga P_{min}, i dnevni potrošak energije W. To znači da u svakom momentu mora radi zadovoljenja potražnje stajati na raspolaganju određena energija i snaga. Ako tempo izgradnje proizvodnih postrojenja u promatranom području zaostaje za porastom potrošnje, treba manjak nadoknaditi uvozom, a ako ni to ne može udovoljiti, bilo zbog nemogućnosti izvoznika da isporuči određenu energiju i snagu, bilo zbog nedovoljno razvijenog prijenosnog postrojenja, treba pribjeći krajnjim sredstvima, a to su:

- ograničenje potrošnje električne energije pojedinim kategorijama potrošača, već prema redu veličine manjka energije;
- ograničenje potrošnje električne energije lošom kvalitetom energije.

U današnjim uslovima, kad su elektroenergetski sistemi pojedinih republika povezani u jedinstveni elektroenergetski sistem Jugoslavije, kad su dakle međusobno povezana područja različitih karakteristika s obzirom na potrošnju i proizvodnju, treba posvetiti punu pažnju prijenosnim mogućnostima i razvoju toga sistema. Upravo zbog te povezanosti moći će se manjak u jednom od područja nadoknaditi viškom u ostalim dijelovima sistema, ali samo uz uvjet, ako prijenosne mogućnosti budu dovoljne. Stanje koncem 1963. dovolj-

no nam rječito ilustrira poteškoće koje nastaju zbog slabe prijenosne mreže. Proizvodnja hidroelektrana na Dravi postala je vrlo ograničena zbog smanjenja dotoka u to doba godine, porast potražnje bio je veći od očekivanog, pa su potrebe energije i snage Slovenije diktirale znatan preriv energije preko mreže Hrvatske, opteretivši do granice prijenosa međurepubličke vodove Hrvatska—Slovenija i Bosna—Hrvatska. Uz zadovoljavajuću kvalitetu energije u jugoistočnom dijelu jedinstvenog elektroenergetskog sistema (s djelomičnim redukcijama), potrošač sjeverozapadnog dijela sistema imao je loše naponske prilike. Potrošači Hrvatske su dakle zbog velikog preriva energije, trpjeli od loše kvalitete energije i bili na taj način djelomično prisilno reducirani. Ta činjenica navodi na zaključak da u promatranom elektroenergetskom sistemu jedno područje mora biti zainteresirano za prilike u drugom i nesebično učestvovati u razvoju sistema.

1. Razvoj elektroenergetskog sistema zapadne Hrvatske

Elektroenergetski sistem SR Hrvatske sačinjavaju tri područja: zapadna Hrvatska, Dalmacija i Slavonija. Svako od ta tri područja razvijalo se samostalno s time što je područje Dalmacije i Slavonije bilo uklopljeno u centralni, a područje zapadne Hrvatske u zapadni sistem. Područje Dalmacije i Slavonije oslanjalo se svojim viškovima energije i snage, odnosno potrebama, na Bosnu, a područje zapadne Hrvatske na Sloveniju, kao svoje najbliže susjede. Otuda proizlazi i težnja tih područja za izgradnjom vodova 110 kV u pravcu spomenutih susjeda. Spajanje centralnog i zapadnog sistema omogućila je izgradnja voda 110 kV Jajce—Resnik, čijim je puštanjem u pogon (1957) konačno formiran jedinstveni elektroenergetski sistem Jugoslavije.

Godine 1954. kad počinje ovaj prikaz, bile su u zapadnoj Hrvatskoj u pogonu elektrane prikazane u tablici 1.

Tablica 1

Elektrana	Instalirano P_i MW	Raspoloživo P_s MW
HE Ozalj I i II	5,2	4,6
HE Vinodol	56,0	56,0
TE Zagreb	33,4	18,0
TE Jertovec	14,8	14,7
TE Rijeka	7,2	7,2
TE Vlaška	7,3	7,0
Ukupno	123,9 MW	107,5 MW

Mreža 110 kV bila je s tri voda spojena s mrežom 110 kV Slovenije (spojne točke: Varaždin, Rakitje i Matulji), pa se elektroenergetski manjak mogao nadoknaditi samo iz Slovenije.

Prema godinama stanje se razvijalo kako slijedi:

1955. U pogon ulazi i treći agregat HE Vinodol, čime se raspoloživa snaga povećava na 125,7 MW.

1956. Nema promjene u raspoloživoj snazi. Istra se povezuje vodom 110 kV Matulji — Raša na mrežu 110 kV.

1957. U pogon ulazi drugi agregat TE Jertovec, pa je raspoloživa snaga narasla na 138,5 MW. Izgrađen je dvostruki vod 110 kV Jajce — Resnik čime je spojeno zapadno i centralno područje i stvoren jedinstveni jugoslavenski sistem.

1958. U pogon ulazi i treći agregat TE Jertovec, čime se raspoloživa snaga povećava na 150,8 MW.

1959. Završena je HE Gojak sa 48 MW raspoložive snage.

1960. Stanje proizvodnih i prijenosnih postrojenja ostaje nepromijenjeno.

1961. Priključuje se Senj na mrežu 110 kV.

1962. Raspoloživa snaga znatno se povećava ulaskom u pogon Toplane Zagreb. Raspoloživa se snaga popela na 270,8 MW. Osim toga, započeta je eksploatacija prvog voda 220 kV u Hrvatskoj na potezu Split — Mraclin. Time je sistem zapadne Hrvatske dobio na raspolaganje novih 150 MW iz HE Split.

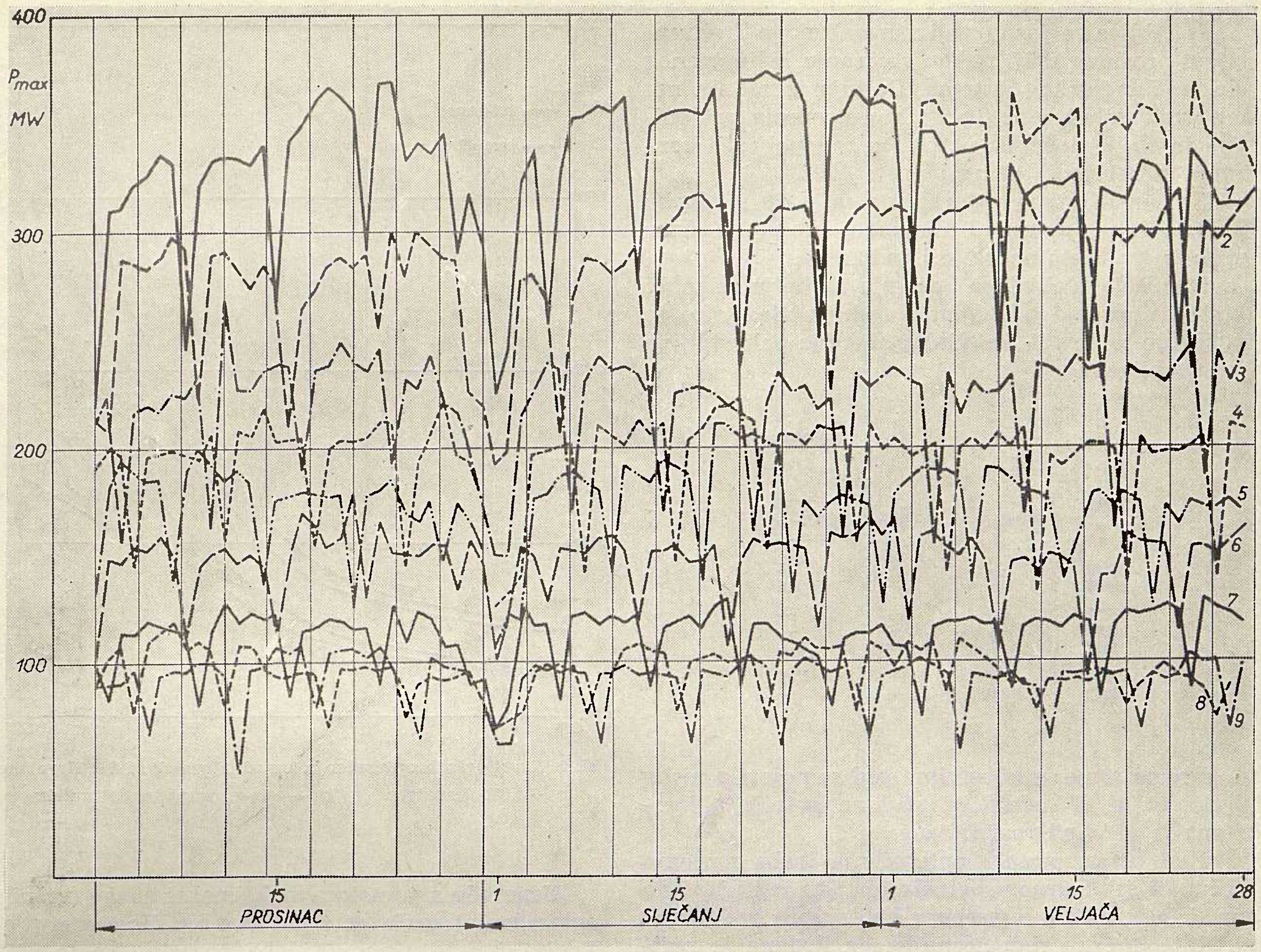
1963. Uspostavljena je i četvrta veza sa Slovenijom na potezu Mraclin — Kidričevo, predviđena za napon 220 kV, ali privremeno u pogonu sa 110 kV.

2. Vršna opterećenja elektroenergetskog sistema

Konzum električne energije, kao što je poznato, neprestano varira iz sata u sat. U radnim je danima veći nego u neradnim (nedjelje i praznici), a također je zimi veći nego ljeti. Konzum je najveći zimi, kako po potrebi energije, tako i po potrebi snage, dakle krajem i početkom godine. Upravo zato je ovim razmatranjem to doba i obuhvaćeno. Budući da nas interesiraju vršna opterećenja sistema, spomenut ćemo još, da su glavni faktori koji na njih utječu životni običaji ljudi, duljina dana, promjene temperature.

Analizom vršnih opterećenja određenog elektroenergetskog sistema kroz niz godina, može se utvrditi njihov trend porasta, kao posljedica razvoja privrede, tehnike i standarda. Poznavajući taj porast, može se predskazati njegov rad veličine u budućnosti, što će služiti kao orijentacija za izgradnju pojedinih dijelova elektroenergetskog sistema. No zbog ekonomičnosti, pojedini dijelovi sistema ne smiju biti predimenzionirani, pa je tačnost prognoze važna, da se osigura kvalitetna električna energija na najracionalniji način. Ovdje je analiziran sistem zapadne Hrvatske s izvjesnim osvrtom na Hrvatsku u cjelini. Razmatrane snage su srednjesatni podaci iz evidencije dispečerske službe Hrvatske, uzete na generatoru, odnosno na prijenosnom vodu.

Na sl. 1 prikazane su maksimalne snage (vršna opterećenja) zapadne Hrvatske po danima za zim-



Sl. 1. Maksimalna opterećenja sjeverozapadne Hrvatske

1 — 1963/64 4 — 1960/61 7 — 1956/57
2 — 1962/63 5 — 1959/60 8 — 1955/56
3 — 1961/62 6 — 1957/58 9 — 1954/55

sko razdoblje od godine 1954. Već letimičnim pogledom na sliku mogu se uočiti jaka kolebanja vršnih opterećenja, kao posljedica svih onih spomenutih faktora koji učestvuju u njihovom formiranju. Naročito je naglašen oštar pad vršnih opterećenja na neradne dane i oko Nove godine. Najveća kolebanja karakteriziraju početak zimskog razdoblja (prosinac), a poprimaju smireniji tok sredinom i krajem zime (siječanj i veljača). Također se vidi, da vršna opterećenja dosižu redovito najveće vrijednosti u prosincu, ali da se i u siječnju i veljači mogu očekivati čak i nešto veće vrijednosti. Može se zapravo govoriti o nivoima vršnih opterećenja i to posebno za prosinac, a posebno za siječanj i veljaču. Npr. nivo vršnih opterećenja prosinca 1954. približno je isti kao nivo siječanj—veljača 1955. Spomeniti nivoi po godinama uneseni su u tablicu 2.

Ti su nivoi vršnih opterećenja prikazani i na sl. 2, a također i procentualno, s bazom vrijednosti iz 1954. godine, 100 MW = 100 %. Iz slike je vidljiv i procentualni porast nivoa od godine u godinu, koji je dan i u tablici 2. Upada u oči porast od 33 % od 1956. na 1957, te porast 25 % od 1961. na 1962. Objašnjenje leži u činjenici, da je zapadna Hrvatska bila do prosinca 1957. vezana samo na zapadni sistem i da to razdoblje karakterizira manjak energije i snage, što je vidljivo iz podataka o frekvenciji sistema navedenih u tablici 3.

Tablica 2

Godina	Mjesec			
	Prosinac		Siječanj - Veljača	
	MW	%	MW	%
1954	100	10	—	—
1955	110	9	100	10
1956	120		110	
1957	160	33	120	9
1958	180	12,5	160	33
1960	210	16,5	190	18,7
1961	240	14,2	210	10,5
1962	300	25,0	240	14,2
1963	360	20,0	315	31,2
1964	—	—	365	16,0

Tablica 3

Godina	Mjesec		
	Siječanj Hz	Veljača Hz	Prosinac Hz
1954	—	—	49,5 —50
1955	48,5 —50	48,5—50	47,2 —50
1956	47,75—50	47,2—48,5	48,25—50
1957	48 —50	48 —50	50 —50.25
1958	50	50	50

Iz tablice se jasno vidi normalizacija frekvencije u prosincu 1957. nakon stvaranja jedinstvenog elektroenergetskog sistema. Daljnja izgradnja novih proizvodnih i prijenosnih postrojenja pridonijela je, da je došlo do potpunog zadovoljenja konzuma električnom energijom do 1962.

Navedena vršna opterećenja ne daju međutim pravu sliku o potražnji konzuma, ako se ne uzme u obzir kvaliteta energije i redukcije.

Kvaliteta električne energije najbolje se može prosuditi prema odstupanju frekvencije, kako to pokazuje tablica 3. Veličina redukcije pak vidljiva je iz tablice 4.

Tablica 4

Godina	Redukcije u GWh		
	Siječanj	Veljača	Ožujak
1958	—	—	1,5
1959	—	—	8,0
1960	4,0	—	—
1961	—	—	—
1962	—	—	—
1963	—	—	13,4
1964	40,0	—	—

Prema tome, u mjesecima kad se pojavila niska frekvencija ili redukcija, stvarna potrošnja konzuma je veća od registrirane.

Kod prognoziranja opterećenja treba naravno računati sa stvarnom potražnjom, što je i učinjeno na sl. 2. U sl. 1, u mjesecima kad su bile redukcije, srednja dnevna reducirana snaga dodana je registriranim vršnim opterećenjima (nacrtano crtkano).

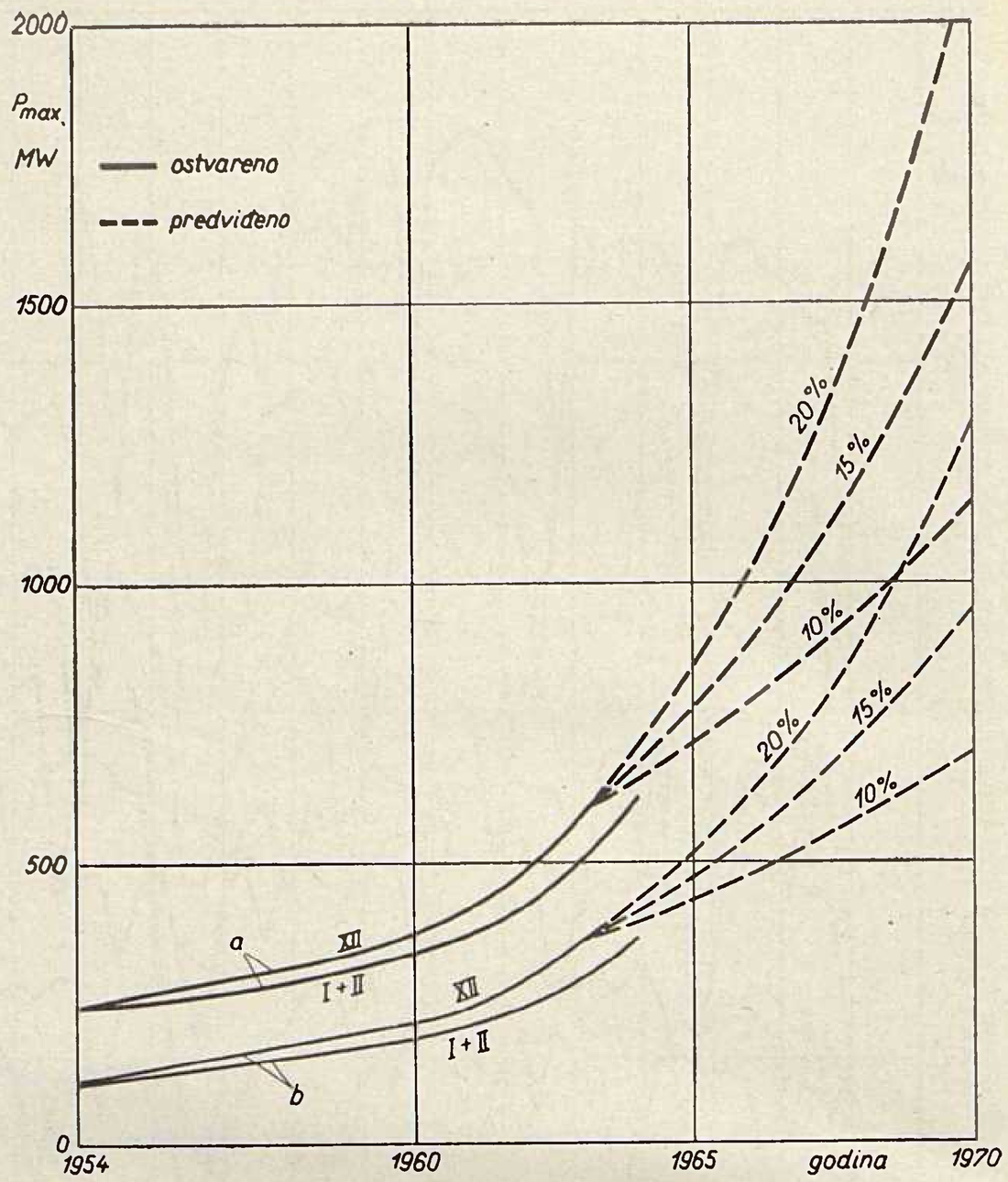
Zbog usporedbe dana je također tablica 5 u koju su unesena vršna opterećenja čitave SR Hrvatske i naznačeni procenti porasta iz godine u godinu počevši od 1958.

Tablica 5

Godina	Mjesec			
	Prosinac		Siječanj + Veljača	
	MW	%	MW	%
1958	320		290	
1959	340	6,3	315	8,6
1960	370	9,0	340	8,0
1961	420	13,5	370	9,0
1962	480	14,2	420	13,5
1963	590	23,0	510	21,5
1964	—	—	620	21,5

Tablica 6

Godine	Porast u prosincu u %			
	Zapadna Hrvatska		SR Hrvatska	
	Maksimalna snaga	Energija	Maksimalna snaga	Energija
1958	—			
1959		10,7	6,3	—
1960	—	10,3	9,0	—
1961	14,2	13,7	13,5	15,2
1962	25,0	12,0	14,2	26,3
1963	20,0	16,7	23,0	21,0
1964	—	—	—	—



Sl. 2. Nivoi vršnih opterećenja zapad. Hrvatske i SR Hrvatske
a — SR Hrvatska *b* — sjeverozapadna Hrvatska

Usporedo s porastom maksimalne snage (vršnih opterećenja) rasle su i potrebe količina energije. Zanimljivo je usporediti oba porasta, što je učinjeno u tablici 6 za zapadnu Hrvatsku i za SR Hrvatsku u cjelini.

3. Zaključak

3.1. U razdoblju do 1962. porast vršnih opterećenja zapadne Hrvatske i komparativno SR Hrvatske iznosi u prosjeku oko 15 %.

3.2. Porast od 1961. na 1962, te 1962. na 1963. je znatno veći (20 do 25 %), što je vjerojatno odraz i neobično oštre zime.

3.3. Od 1956. vršno opterećenje zapadne Hrvatske premašuje vršna opterećenja Dalmacije i Slavonije zajedno (sl. 2), što ranije nije bilo, a to svjedoči o intenzivnom razvoju konzuma u tom području.

3.4. Od 1962. naglašena je opet tendencija porasta vršnih opterećenja Dalmacije i Slavonije u odnosu na zapadnu Hrvatsku.

3.5. Tempo izgradnje proizvodnih i prijenosnih postrojenja, te izuzetno loša energetska situacija, uslovili su tolike redukcije snage, da je u veljači 1964. dostignut nivo vršnih opterećenja 1963. S time u vezi odmah je jasna situacija koja slijedi krajem 1964. i početkom 1965. (stvarna snaga sistema nepromijenjena), kada se pojavljuje manjak od cca 100 MW samo na području SR Hrvatske.

3.6. Tempo izgradnje proizvodnih i prijenosnih postrojenja nije do 1957. slijedio tempo porasta

konzuma zapadnog sistema, pa se to odražavalo na kvaliteti energije, koja je izrazito loša. Prekretnica nastaje formiranjem jedinstvenog sistema i tempom izgradnje, pa je konzum sve do prosinca 1963. uglavnom zadovoljen kvalitetnom električnom energijom.

3.7. Potrebe maksimalne snage zapadne Hrvatske udvostručene su u razdoblju od 5 do 6 godina, a potrebe SR Hrvatske u razdoblju od cca 8 godina (sl. 2).

3.8. S obzirom na konstatacije u tačkama 3.1 i 3.2, *u budućnosti je posve realno očekivati porast vršnih opterećenja od cca 15 %*, iako s obzirom na nagli porast posljednjih godina ni porast od cca 20 % ne bi smio iznenaditi. Radi komparacije ucrtane su i u sl. 2 krivulje za porast od 10 %.

Naslov pisca: Franjo Černohous, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

KVAROVI NA TRANSFORMATORIMA I NJIHOVO OTKRIVANJE POMOĆU »UREĐAJA ZA ISPITIVANJE PLINA«*

Tomislav Pavlović, Zagreb

U ovom je članku detaljno prikazano nekoliko kvarova na transformatorima gornjeg napona 110 kV, različitih po uzrocima i posljedicama kvara, koji su se desili u mreži SRH u posljednjoj godini dana. Dan je i prikaz i opis »Uređaja za ispitivanje plina« pomoću reakcije srebrnim nitratom, primijenjen u jednom od navedenih primjera, a koji omogućuje da se ispitivanjem sakupljenog plina u Buchholzovom releju približno odredi karakter i mjesto oštećenja.

DK 621.314.21

Sve veći broj učinskih transformatora u elektroprivrednoj organizaciji povlači za sobom i veći broj kvarova, a time u vezi i poteškoće u pogonu radi njihovog popravka i uzdržavanja.

Transformator je naprava koja praktički miruje, pa joj nisu potrebne revizije slične onima kod rotirajućih strojeva. S obzirom na način izolacije takove revizije nisu niti moguće, tako da u slučaju transformatora, kvar najčešće mora najprije nastati da bi ga mogli indicirati i zatim pristupiti popravku. Budući da većina kvarova na transformatoru zahtijeva i njegovu dopremu u tvornicu, moglo bi se reći da kod njih nema malih kvarova, jer praktički i za najsitniji popravak na namotu ili jarmu treba dva mjeseca ili više.

Vijek električnih strojeva određen je mehaničkom i električnom izdržljivošću njihovih dijelova. Kod transformatora vijek trajanja uglavnom određuje stanje izolacije, a procjenjuje se na cca 25 godina. U ovisnosti o starosti izolacije ovisi i broj kvarova na transformatoru, tako da je kod starijih jedinica vjerojatnost defekta povećana.

Zbog toga, a i zato što u našoj mreži nema transformatora gornjeg napona reda 110 kV koji bi bio stariji od 20 godina, te što se broj transformatora u posljednjih par godina podvostručio, može se objasniti da ranije praktički nije bilo kvara ni na jednoj transformatorskoj jedinici gornjeg napona 110 kV. Međutim, zadnje godine Elektroprivreda Hrvatske bilježi 4 defekta na ovakvim transformatorima. Budući da su u sva 4 slučaja uzroci kvara kao i posljedice različiti, navest ćemo svaki pojedinačno:

1) Transformator 110/30 kV, 10 MVA, Yorkshire, postavljen je u TS Ston, isporučen od UNRRE 1946, a kod nas u pogonu od 1948. Spoj transformatora Yy0, visokonaponsko zvjezdište uzemljeno, a niskonaponsko izolirano. Kvar je nastao 15. VII 1963. najvjerojatnije radi atmosferskih pražnjenja, koja su u tom području vrlo jaka. Kvar je indicirala Buchholzova zaštita.

2) Transformator 115/10,5 kV, 35 MVA, Secheron, postavljen je u HE Vinodol, izgrađen 1951, a u pogonu od 1952. Spoj transformatora Yd5; visokonaponsko zvjezdište uzemljeno. Kvar je nastao 17. XI 1963., a uzrokovan je ili slabim lemljenjem kabelske stopice ili pak njenim slabim pritezanjem. Kvar je indicirala Buchholzova zaštita.

3) Transformator 110/30 kV, 60 MVA, Rade Končar, postavljen u TS Resnik izgrađen 1958, a u pogonu od 1959. Spoj transformatora Yy0, d5; visokonaponsko zvjezdište uzemljeno, a niskonaponsko izolirano. Kvar je nastao 28. V 1964. prigodom uključivanja transformatora, a vjerojatno radi prenapona kod uključivanja. Kvar je indicirala i izbacila Buchholzova i diferencijalna zaštita. Pretpostavlja se da je do oštećenja došlo ili prigodom nekog atmosferskog prenapona ili pak radi prevelikog približenja zavoja na međuslojnom prelazu radi neprestanih vibracija, a da je prenapon kod uključivanja samo dokrajčio već nastali kvar.

Vanjska ispitivanja su ukazala da postoji potpuni prekid u jednoj fazi visokonaponskog namota.

4) Transformator 110/35 kV, 31,5 MVA, Rade Končar, postavljen u TS Sisak izgrađen i stavljen u po-

* Referat izrađen za VII. stručno savjetovanje elektroenergetičara, koje priređuje Jugoslavenski nacionalni komitet CIGRE na Bledu mjeseca rujna 1964.

gon 1963. Spoj transformatora Yy0, d5; visokonaponsko zvjezdište uzemljeno, a niskonaponsko izolirano. Kvar je nastao 15. V 1964. i to za vrijeme normalnog pogona. Prvi puta je kvar izbacila prekostrujna zaštita, zatim slijedi izbacivanje od strane diferencijalne i Buchholzove zaštite, zatim ponovno od strane diferencijalne i Buchholzove zaštite i četvrti put samo od Buchholzove zaštite. Uzrok kvara kao ni obim nije poznat, jer vanjska ispitivanja nisu ukazala da kvar postoji, a ispitivanja plina sakupljenog u Buchholzovu releju pokazala su da plin gori.

Simptomatično je da je u sva 4 navedena slučaja kvar indicirala i Buchholzova zaštita, odnosno da je u svakom od ovih slučajeva u transformatoru došlo do stvaranja plina. Defekte navedene pod 1) i 2) kao i način utvrđivanja mjesta i obima kvara s obzirom na njihovu osobitost opisat ćemo detaljnije. Kod defekta navedenog pod 3) nije se uopće vršilo ispitivanje plina, jer su već električna mjerenja ustanovila prekid namota, pa transformator nije ponovno ni uključen, a kod defekta navedenog pod 4) plin je gorio, ali budući da je ovaj transformator pod garancijom, daljnju brigu o njemu preuzela je sama tvornica »Rade Končar«.

Defekt na transformatoru 10 MVA, 110/30 kV u TS Ston

Za vrijeme velikog nevremena popraćenog jakim grmljavinskim pražnjenjem, koje je dana 9. VII 1963. godine vladalo na području TS Ston, proradila je Buchholzova zaštita transformatora 10 MVA tipa »Yorkshire«, te ga izbacila iz pogona. Osim prorade Buchholzove zaštite i znakova preskoka električnog luka od izolatora zvjezdišta strane 30 kV na poklopac transformatora, drugih vidljivih znakova oštećenja nije bilo. Budući da nije postojala mogućnost da se konzum ove stanice napaja iz neke druge stanice, odlučeno je, da se uz prethodno ispuštanje plina transformator pokuša staviti u pogon. U 11,30 transformator je uključen na mrežu. Kako kod ovog ukapčanja nije ispao, a nije pokazivao ni aktivnost stvaranja plina, ostavljen je i dalje u pogonu. Iste večeri oko 20,33 sata Buchholzova zaštita je ponovno signalizirala prisutnost plina, ali zaštita nije proradila. Nakon ispuštanja plina, stanje je ponovno bilo normalno.

Drugi dan tj. dne 10. 7. u 7,25 zaštita je ponovno signalizirala plin u Buchholzovom releju. Prigodom zadnjeg ispuštanja, plin je zapaljen. Plamen zapaljenog plina pokazivao je ljubičast ton. Kod zadnje signalizacije Buchholzove zaštite, pogonski je električar bio u neposrednoj blizini transformatora i tom prilikom čuo nekakovo ključanje iz donjeg dijela transformatora. Poslije toga, stanje se potpuno smirilo i transformator je bio normalno u pogonu. Usput treba napomenuti da je teret transformatora iznosio samo oko 2,0 MVA, odnosno samo 20 % nominalnog tereta. Daljnja promatranja slijedećih dana nisu pokazala nikakvih znakova, koji bi indicirali neko unutarnje oštećenje.

Kad proradi Buchholzova zaštita, uobičajeno je da se ispita transformator u beznaponskom stanju, kako bi se ustanovilo nije li ipak došlo do kakovih oštećenja. Radi toga je 12. 7. u prisustnosti stručnjaka iz tvornice Rade Končar izvršeno takovo ispitivanje. Ta su mjerenja dala slijedeće rezultate:

1. *Otpor izolacije* (mjereno megerom 5000 V)

a) visoki napon-masa	210 MΩ
b) niži napon-masa	130 MΩ
c) visoki napon-niži napon	400 MΩ

Ova su ispitivanja pokazala da je otpor izolacije u dozvoljenim granicama.

2. *Prijenosni odnos transformatora*

Mjerenje prijenosnog odnosa je također pokazalo da ni ovdje nema nikakvih promjena.

3. *Električna čvrstoća ulja*

Probojna čvrstoća ulja iznosila je 160 kV/cm što zadovoljava tražene uvjete za ulje u transformatorima, koji su u pogonu.

4. *Otpor namota*

a) Niženaponska strana (mjereno Thomsonovim mostom kod temp. 55° C)

u—v = 0,438 Ω
v—w = 0,438 Ω
u—w = 0,438 Ω

b) Visokonaponska strana (mjereno Wheatstonovim mostom kod temp. 55° C)

U—0 = 6,15 Ω
V—0 = 5,57 Ω (premještač transformatora u položaju 3)
W—0 = 3,57 Ω

Budući da su rezultati mjerenja pokazali različitost otpora u fazi U prema zemlji u odnosu na druge faze, odlučeno je da se mjerenje otpora visokonaponskog namota slijedećeg dana ponovi. Pri ponovljenom mjerenju dobiveni su slijedeći rezultati:

b) Visokonaponska strana (mjereno je i ovoga puta Wheatstonovim mostom kod temperature 55° C)

U—0 = 11,7 Ω
V—0 = 3,56 Ω (premještač transformatora u položaju 3)
W—0 = 3,56 Ω

Na temelju gornjeg rezultata moglo se zaključiti da je došlo do oštećenja u fazi U. Pretpostavljalo se da je oštećenje na nekom spoju ili kontaktu, a da je promjenljiva vrijednost dodatnog otpora uvjetovana radom, odnosno vibracijom samog transformatora.

Naknadna ispitivanja otpora visokonaponskog namota, a u cilju provjere već dobivenih rezultata, izvršena 24. i 25. 7., dala su slijedeće rezultate:

U—0 = 3,95 Ω
V—0 = 3,50 Ω (premještač transformatora u položaju 4)
W—0 = 3,50 Ω

odnosno

U—0 = 4,76 Ω
V—0 = 3,53 Ω (premještač transformatora u položaju 4)
W—0 = 3,53 Ω

Otpor je ispitivan i mjeren u različitim položajima preklopke (transformator ima 7 položaja regulacione preklopke, koji se mogu prekapčati u beznaponskom stanju), ali je dodatni otpor u fazi U ostao isti, pa su kontakti preklopke eliminirani kao eventualni uzročnik slabog kontakta, odnosno povećanja otpora.

Budući da je opterećenje ovog transformatora malo, a na ovom području ne postoji mogućnost rezervnog napajanja, transformator je i dalje ostavljen u pogonu. Zaključeno je da se pokuša skinuti poklopac transformatora i pogleda nije li povećanje otpora prouzrokovano nekom slabom vezom na spojevima, koju bi bilo moguće popraviti bez vađenja same jezgre. Bilo je i prijedloga da se transformator pokuša otvoriti na licu mjesta, te da se dizalicom i sama jezgra izvuče iz ulja i kvar pokuša otkloniti, jer bi otprema transformatora u tvornicu zahtijevala velike financijske troškove i relativno dugo trajala, za koje vrijeme nije bilo moguće osigurati rezervno napajanje a niti ostvariti potrošača bez snabdijevanja. Ali kako nije uspjelo naći odgovarajuću dizalicu, odustalo se od namjere otvaranja na licu mjesta, a transformator je ostao u pogonu do prosinca, kada je transformator izmijenjen, a da nijednom nije došlo do signalizacije ili izbacivanja Buchholzove zaštite.

Nakon zamjene, defektni je transformator otvoren u montažnom tornju Elektroprenosa Split i jaram s namotom izvučen je iz kotla. Na opće iznenađenje defekt je bio mnogo veći nego što se moglo pretpostavljati prema rezultatima mjerenja (sl. 1). Visokonaponski namot faze U na mjestu spoja s potencijalnim prstenom bio je prekinut. Na mjestu spoja namota s potencijalnim prstenom (spoj pomoću spojnice), postojao je prekid u dužini od približno 5 cm. U okolini prekinutog mjesta bilo je kapljica rastopljenog bakra i kositra, a odstojni ulošci između donjih nekoliko navoja i potencijalnog prstena bili su karbonizirani, tako da se struja visokonaponskog namota zatvarala preko karboniziranih odstojnika na potencijalni prsten i na takav način zatvarala strujni krug faze U (dodatni otpor faze U u stvari je predstavljao prijelazni otpor namota na potencijalni prsten, a preko karboniziranih odstojnih uložaka).

Nakon otkrivanja defekta, pokušalo se analizom utvrditi što je uzrokovalo ovakovo termičko razaranje namota. Uzročnik se međutim nije mogao naći u strujama dozemnog ili kratkog spoja na 110 kV sistemu, jer ove ni u jednom slučaju ne mogu biti tolikog iznosa, da bi došlo do ovakovog razaranja.

Pretpostavka, da bi uzročnik mogao biti atmosfersko pražnjenje, još je više učvršćena, kada je ispitivanje magnetskih štapića sa DV 110 kV Ston—Mostar pokazalo, da je 7 km od TS Ston registrirana struja pražnjenja iznosa preko 60 kA. Ne zna se tačno koliko je iznosila struja ovog pražnjenja, jer je magnetski štapić bio potpuno zasićen, a struja zasićenja štapića iznosi cca 60 kA. U ovom trenutku nije moguće utvrditi kakova su pražnjenja bila u samoj okolini TS

Sl. 1. Prekinuti visokonaponski namot na mjestu prijelaza na potencijalni prsten

Ston, jer još nema potpune slike pražnjenja uzduž dalekovoda Ston—Mostar. Međutim prema proračunu već struje od 50 kA mogu izvršiti ovakova razaranja.

Iako se vanjskim ispitivanjima transformatora, koja su bila provedena odmah poslije prorade Buchholzovog releja, nije moglo tačnije odrediti ni mjesto ni karakter kvara, ova su ispitivanja ipak bila korisna. Ona su naime upozorila da kvar postoji i da se može proširiti ako bi došlo do znatnijeg povećanja opterećenja, ali su i dokazala da se popravak odnosno zamjena može odgoditi za izvjesno vrijeme, dok se ne osigura rezervno snabdijevanje područja, ako transformator i dalje ostane u pogonu s ovako malim teretom.

Ovaj je transformator popravljen tako, da je u montažnom tornju u Splitu raspaketiran, a oštećeni namot otpremljen u tvornicu »Rade Končar« na popravak. Nakon popravka on je u montažnom tornju montiran, osušen i oslobođen navučene vlage i ponovo vraćen u pogon.

Defekt na blok-transformatoru 35 MVA, 10/115 kV u HE Vinodol

Dana 17. 11. 1963. signalizirala je Buchholzova zaštita blok-transformatora 35 MVA proizvodnje Secheron, Ženeva. Signalizacija je upozorila, da veći kvar još nije nastao, ali da postoji oštećenje, koje se može razviti i jače oštetiti transformator. Kako u HE Vinodol ne postoji rezervni blok-transformator, kvar na jednoj od tri jedinice značio bi i stavljanje van pogona i jedne od generatorskih grupa, što bi pak imalo za posljedicu i smanjenje proizvodnje HE Vinodol upravo u vrijeme kada su potrebe konzuma najveće, a rezerve u snazi vrlo male, dok je dotok vode u tom periodu na HE Vinodolu najveći.

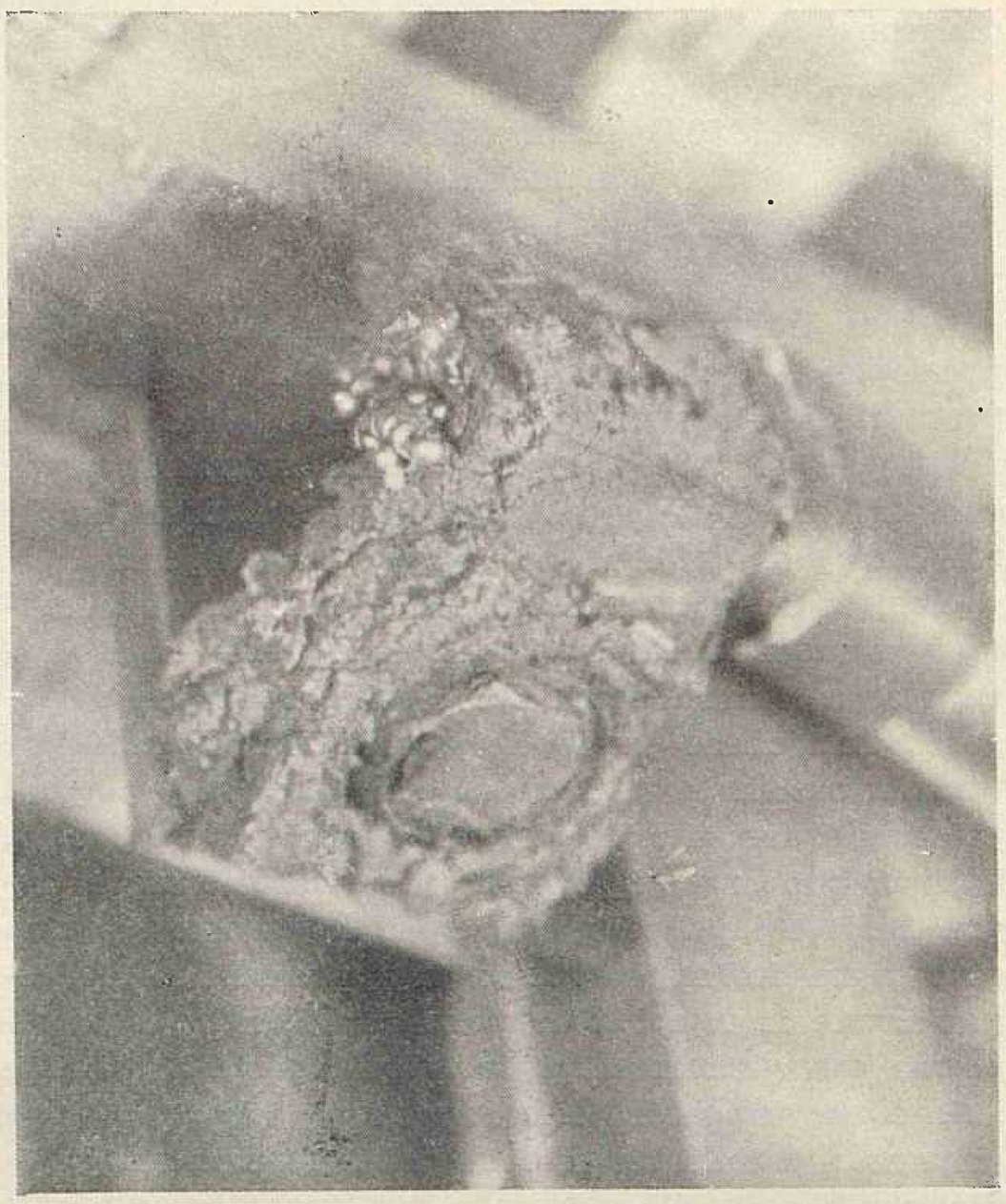
Nakon signalizacije Buchholzove zaštite, sakupljeni plin je analiziran u uređaju za ispitivanje plina na

bazi reakcije srebrnim nitratom, da bi se prema plamenu plina odnosno prema reakciji srebrnog nitrata moglo utvrditi o kakovom se defektu radi. Analiza plina je utvrdila da se ne radi o kvaru nekog aktivnog dijela transformatora, već je došlo do nekog jačeg lokalnog zagrijavanja, pa je zbog potrebe mreže, a uz pojačanu kontrolu, transformator stavljen ponovno u pogon. U toku daljnjeg pogona transformator je sve češće signalizirao, a opažena je i izvjesna analogija između signalizacije Buchholzove zaštite i opterećenja transformatora. Kod manjih opterećenja (oko 20 MVA), signalizacije uopće nije bilo, ali čim je opterećenje transformatora bilo veće (preko 25 MVA), signalizacije su ponovno učestale. Ponovno je analiziran plin, ali rezultat je bio isti kao i kod prvog ispitivanja. Tek kod treće analize plina, koja je izvršena prilikom prorade signalizacije dana 5. 12. 1963, konstatirano je gorenje plina, pa je transformator stavljen van pogona. Električna ispitivanja, koja su nakon toga izvršena dala su slijedeće rezultate:

1. *Otpor izolacije* (mjereno induktorom 2500 V)
   a) visoki napon-masa = 600 MΩ
   b) niži napon-masa = 190 MΩ
   c) visoki napon-niži napon = 700 MΩ

Ova su ispitivanja pokazala da je otpor izolacije dobar.

2. *Pokus praznog hoda.* Ovaj pokus, izvršen s gornje naponske strane, nije pokazao nesimetrije u strujama magnetiziranja.



Sl. 3. Nagorjeli spoj jedne grane niskonaponskog namota (detalj iz sl. 2.)

3. *Električna čvrstoća ulja* u momentu otvaranja iznosila je 190 kV/cm, što udovoljava traženim uvjetima.

4. *Mjerenje otpora* (mjereno Thomsonovim mostom)
   a) Niženaponski namot

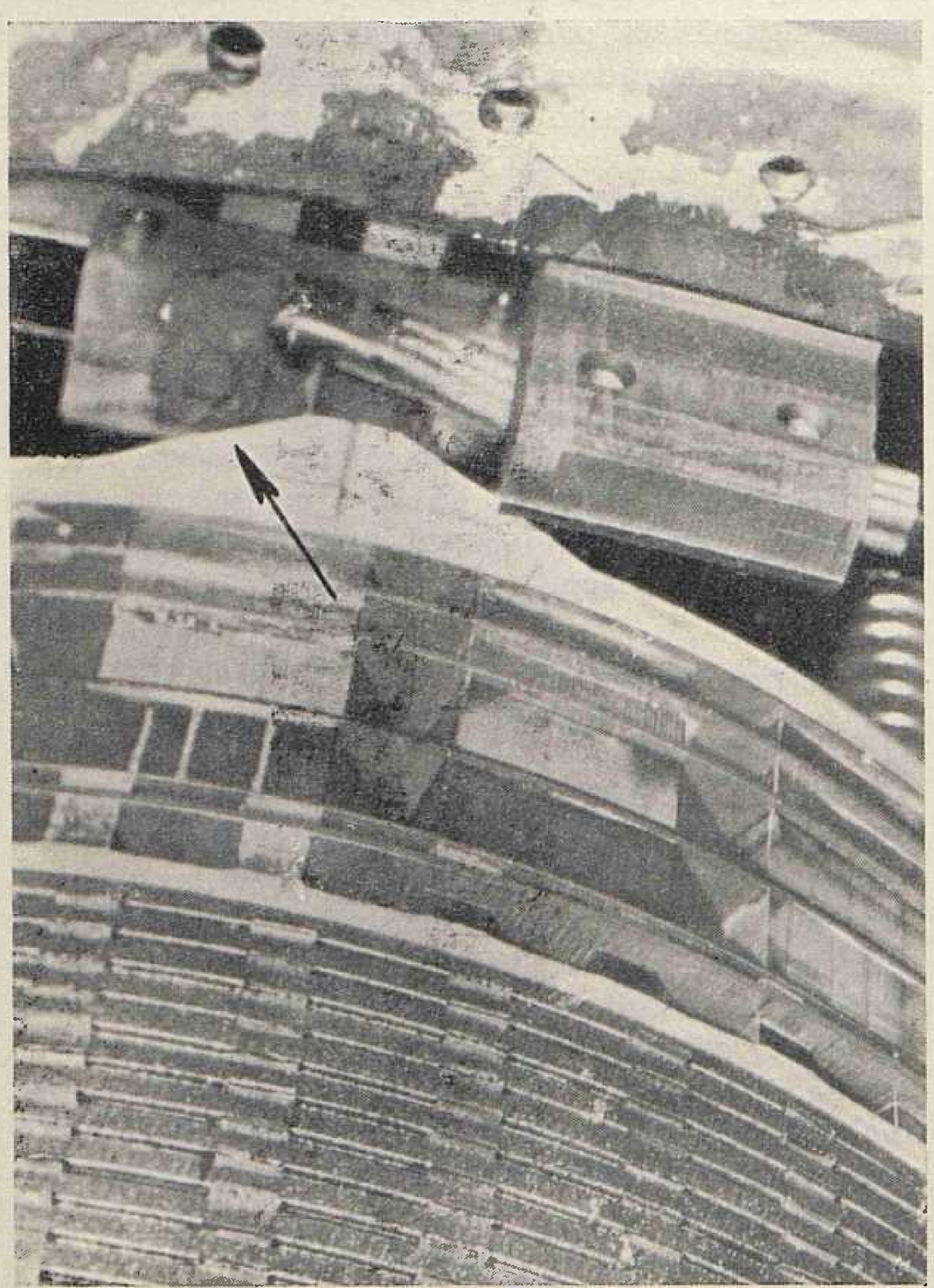
x—y = 0,0156 Ω
x—z = 0,0156 Ω
y—z = 0,0167 Ω

b) Visokonaponski namot. Otpori ovog namotaja nisu mjereni.

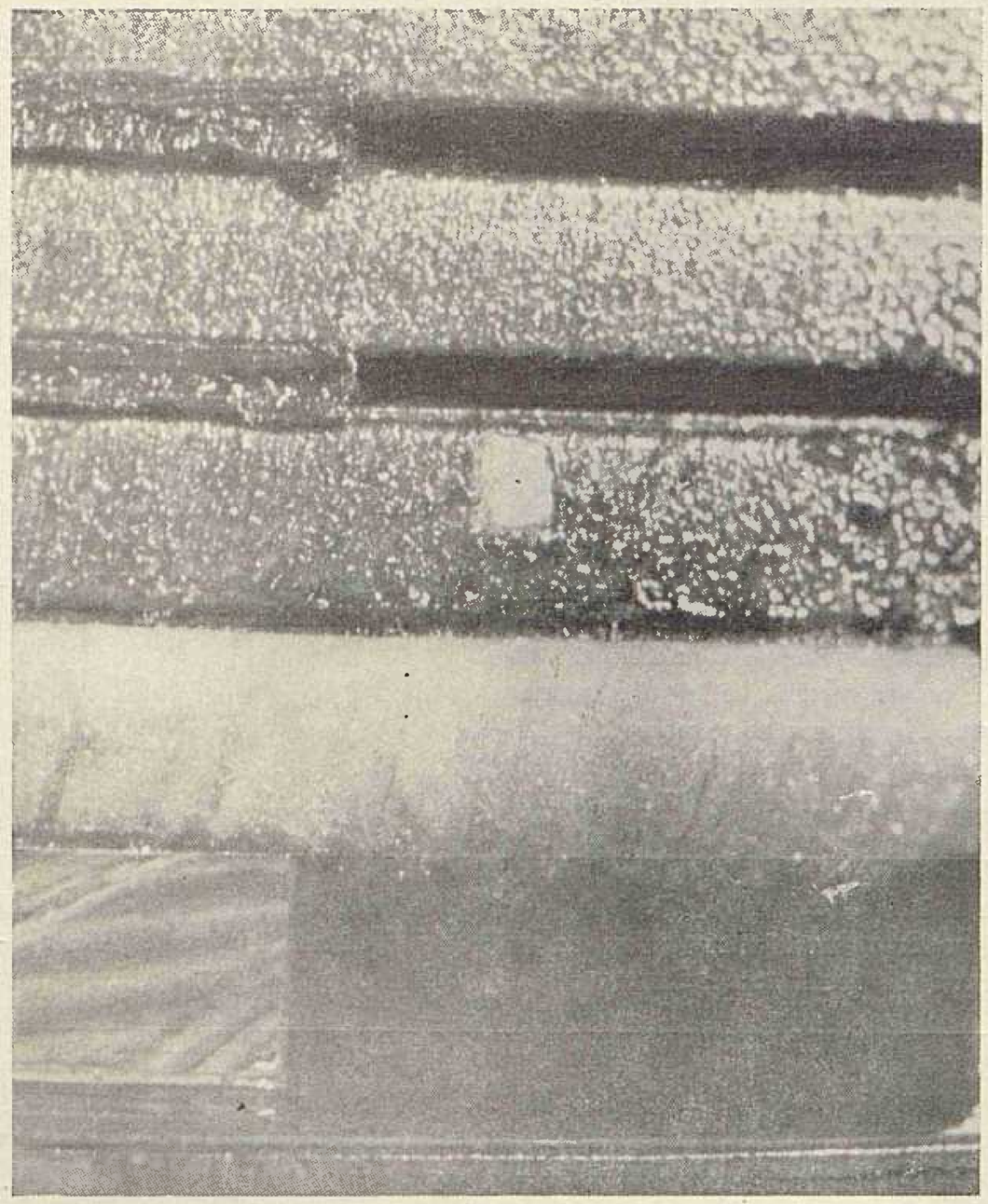
Iz gornjih podataka nije se moglo zaključiti ni na vrstu, a ni na mjesto oštećenja.

Da bi se izvršila dodatna ispitivanja ulja, transformator je ponovno stavljen pod opterećenje. Ispitivanja ponovno sakupljenog plina pokazala su da plin gori, a propuštanjem plina kroz uređaj za ispitivanje plina na reakciju srebrnim nitratom, došlo je do izlučivanja bijelih kristala koji su na svjetlu poprimili svijetlosmeđu boju, što je ukazalo na prisutnost acetilena u plinu, odnosno na termičko razaranje ulja. Na osnovu ovih ispitivanja i dobivenih podataka, utvrđeno je da je došlo do ozbiljnog oštećenja, pa je odlučeno, da se radi ustanovljenja kvara transformator otvori. Detaljnim pregledom otvorenog transformatora konstatirano je slijedeće:

a) Spoj jedne paralelne grane niženaponskog namota faze bio je u stanju izgaranja, a bliži dijelovi izolacije su karbonizirani (sl. 2 i 3). Pretpostavlja se, da je do oštećenja i izgaranja spoja došlo radi njegove loše izvedbe, odnosno pogreške u materijalu kojim je taj spoj izveden. S obzirom na stanje spoja, daljnji pogon transformatora s ovakovim oštećenjem



Sl. 2. Pogled na niskonaponski namot s označenim mjestom kvara



Sl. 4. Oštećene izolacije niskonaponskog namota srednje faze

izazvao bi u vrlo kratko vrijeme njegovo potpuno pregaranje s posljedicama većih razaranja i znatnijeg onečišćenja ulja.

b) Svi vijci na spojnim mjestima bili su više ili manje olabavljeni, a primijećeno je da ni osiguranja vijka protiv odvijanja nisu svugdje primijenjena.

c) Izolator niženaponske strane srednje faze nije bio ispod poklopca kotla propisno učvršćen.

d) Na prvom zavoju donjeg dijela niženaponskog namota srednje faze nađeno je oštećenje izolacije, tako da se je na tom mjestu vidio goli bakar veličine oko 1 cm^2 (sl 4).

e) Stanje ulja i opća čistoća ploha aktivnih i neaktivnih dijelova transformatora bila je u zadovoljavajućem stanju.

S obzirom na opseg defekta, te na činjenicu da u HE Vinodol postoji montažni toranj, transformator je otvoren i popravljen je na licu mjesta u relativno kratko vrijeme, tako da je čitav defekt prošao bez većih troškova odnosno gubitaka zbog nemogućnosti proizvodnje električne na jednoj generatorskoj grupi.

Upotreba uređaja za ispitivanje plina

Pomoću ovakovog uređaja upotrebljenog u naprijed navedenom primjeru ispituje se plin sakupljen u Buchholzovom releju. Reakcija otopine, ovisna o vrsti oštećenja, omogućuje, da se mjesto kvara mnogo lakše pronađe. Uređaj za ispitivanje plina (sl. 5) sastoji se od dvije ispitne posude označene brojevima 1 i 2, koje se pune s dvije različite otopine srebrnog nitrata. Ove se otopine isporučuju zajedno s uređajem. Otopinom napunjene posude mogu se upotrijebiti samo za jedno ispitivanje.

Ako se kod ispitivanja plina u posudi 1 stvori bijeli talog, koji uslijed djelovanja svjetla postaje smeđ, to ukazuje, da se radi o rastopljenom ulju. Ako pak u posudi 2 nastane tamnosmeđi talog znak je da je plin nastao od rastopljenog izolacionog materijala (pamuk, drvo i sl.).

Otopine se ne mogu neograničeno upotrebljavati i moraju se svake dvije godine obnavljati. Nadomjesne otopine treba pripremiti na licu mjesta.

Otopina za posudu 1 dobije se tako, da se 5 grama srebrnog nitrata ($Ag\ NO_3$) rastopi u 100 cm^3 destilirane vode.

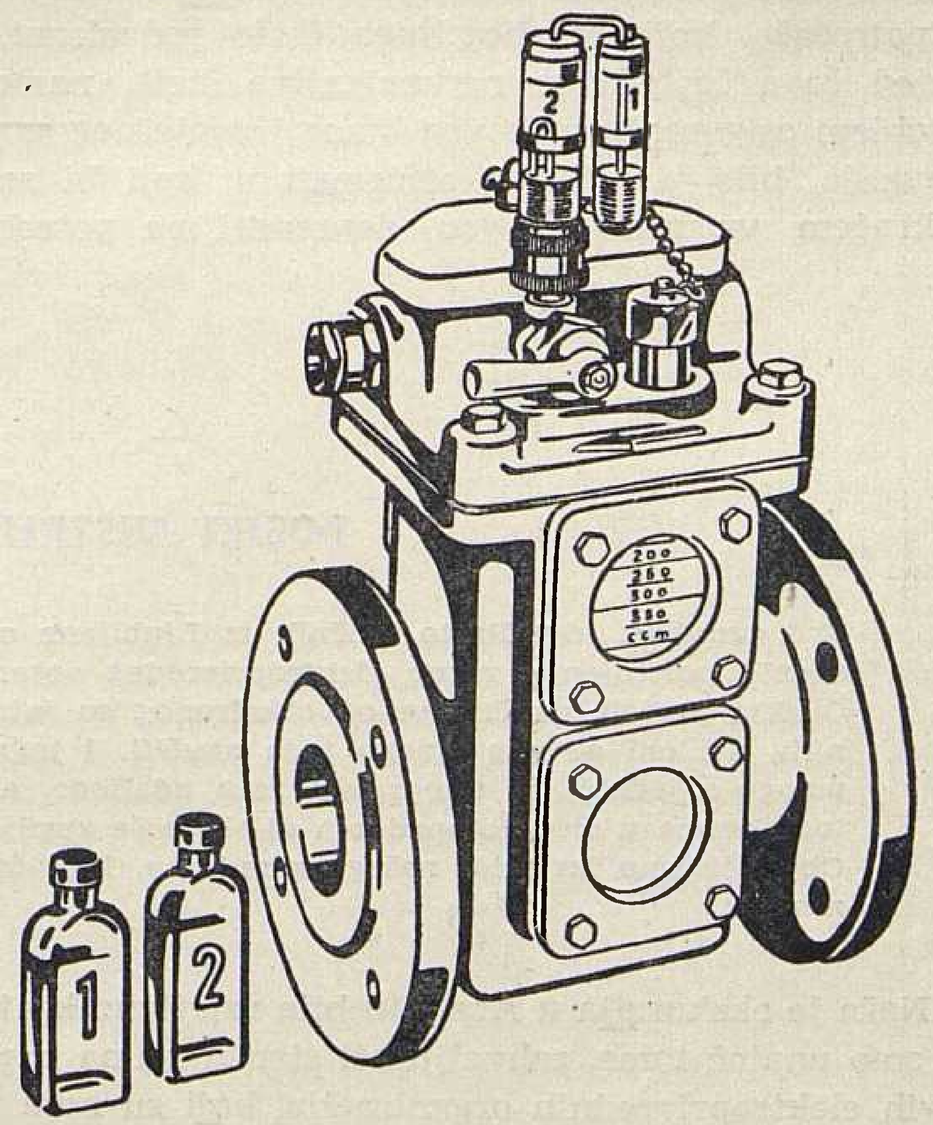
Kod otopine za posudu 2 rastopi se također 5 grama srebrnog nitrata ($Ag\ NO_3$) u 100 cm^3 destilirane vode, ali se tome doda još tekuća otopina amonijaka. dok se nastali bijeli sirasti talog opet ne otopi.

Pogonsko osoblje treba upozoriti da je opasnost za transformator to veća što se relej brže puni plinom i da tim brže treba poduzeti potrebne mjere. Brzina sakupljanja plina može se promatrati kroz prozor Buchholzova releja, koji je smješten sa strane. Također treba paziti i na sumnjive šumove u transformatorskom kotlu, osobito ako je relej proradio. Ispitivanje plina plamenom smije se provoditi samo ako je Buchholzov relej još pod tlakom ulja.

U tablici na str. 176 prikazane su mogućnosti kvara, prema kojima se mogu utvrditi mjere koje treba poduzeti.

Zaključak

Učestali kvarovi na transformatorima nameću potrebu da se o kvarovima dozna nešto više već prije samog otvaranja transformatora. Bilo bi zbog toga nužno, ukoliko je to moguće, da se plin sakupljen u Buchholzovu releju u svakom slučaju ispita kako na gorenje tako i na kemijsku reakciju srebrnim nitratom.



Sl. 5. Uređaj za ispitivanje plina

Pokazivanje kvara putem Buchholzova releja

Nalaz	Plin ne gori (acetilenska proba negativna) Sakupljanje zraka	Plin gori (acetilenska proba pozitivna) Plin od razaranja dijelova	Na otvorenom ventilu usisava se zrak Nivo ulja prenizak
1. Prorada gornje živine uklopne cjevčice (upozorenje)	Transformator isključiti bez ulaska u ćeliju. Poslije ispitivanja plina transformator se ponovno uključi i tačno promatra. Ako se kontakt ponovno zatvori, vjerojatno je zrak u transformatoru uzročnik ove pojave. Transformator treba ponovno isključiti. Propusna mjesta treba zabrtviti.	Transformator smije samo u izuzetno nužnom slučaju biti uključen. Vodeće osoblje treba o gornjem odmah obavijestiti. Pomoću pokusa praznog hoda i kratkog spoja treba ustanoviti da li jezgra ili namot imaju kvar. Stvaranje plina kod pokusa praznog hoda pokazuje da je nastao kvar na jezgri. Ako se kod pokusa praznog hoda više ne stvara nikakav plin, treba napraviti pokus kratkog spoja do iznosa nominalne struje. Kod toga se može upotrijebiti mali generator ili prigušnica za ograničavanja struje. Iz stvaranja plina kod pokusa kratkog spoja može se zaključiti da vjerojatno postoji prekid vodiča. Ako oba pokusa prođu bez rezultata, transformator se nakon ispuštanja plinova oprezno stavi u pogon. Ispitivanja treba ponoviti, ako kontakt za upozorenje ponovno isključi.	Razlog može biti nepotpuno brtvenje kotla ili rashladnih uređaja, kao i velika hladnoća. Slabo brtvenje mjesta treba popraviti. Ulje treba nadoliti.
2. Prorada obiju živinih uklopnih cjevčica (upozorenje i isključenje)	Poslije prvog stavljanja transformatora u pogon može se radi trešnje zbog kratkog spoja odvojiti zrak.		
3. Prorada donje živine uklopne cjevčice	Treba ispitati da li je prekostrujna ili diferencijalna zaštita zakazala ili nije bila dobro podešena, dalje da li su pomoćni vodovi u redu (kod mirne struje vodič ne smije biti prekinut, kod radne struje ne smije postojati nikakav spoj). Transformator treba potanko pregledati.		

Ako je oštećen namot, popravak redovito traje nekoliko mjeseci i to radi toga, što sama izrada namota traje najmanje mjesec dana. Tehnologija izrade takovog svitka treba prijeći sve faze proizvodnje, počevši od pravljenja šablona za izvlačenje profila, zatim izolacije i izrade. Kako svaki defekt na namotu praktički zahtijeva i njegovu kompletnu zamjenu, bilo bi opravdano, da elektroprivredne organizacije imaju za svaki tip transformatora bar po jedan rezervni svitak. Time bi se vrijeme popravka skratilo bar za 50 %, a često bi i omogućilo popravak u najbližem montažnom tornju, što bi rasteretilo i samu tvornicu, koja je ionako preopterećena poslom, a ujedno bi se smanjili i troškovi popravka.

Neugodne posljedice kvarova na transformatorima za potrošače, koji su zbog toga često reducirani, a uslijed čega često trpe neprocjenjive štete, nameću i problem osiguranja njihovog brzog i uspješnog snabdijevanja, bilo pomoću transformatora, koji bi se u najkraćem vremenu mogao dopremiti na potrebno mjesto i zamijeniti defektnim (transformator na željezničkom vagonu), bilo pak poprečnim vezama 35 kV. Tamo pak gdje su dva transformatora trebalo bi ugradnjom posebnih dodatnih hladionika omogućiti preopterećenje preostalog zdravog transformatora. U izvjesnim slučajevima može se tako povećati snaga transformatora i do iznosa od 35 %, ako se preopterećenja za vrijeme vrhova dočekaju sa sniženom temperaturom ulja, kod čega bi dodatni rashladni uređaji bili stalno u pogonu. Ove bi transformatore zbog povećanog termičkog naprezanja svakako trebalo kontrolirati pomoću termičke slike ugrađene na transformatoru.

Literatura

1. Zapisnici sa pregleda i ispitivanja transformatora u TS Ston i HE Vinodol.
2. Upute za korištenje »Uređaja za ispitivanje plina« AEG.

Naslov pisca: Tomislav Pavlović, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

POSJET AUSTRIJSKOJ ELEKTROPRIVREDI

Naš suradnik ing. Rasto Močnik iz Ljubljane obišao je, u svrhu proučavanja izgradnje i pogona prijenosnih postrojenja, razne elektroprivredne organizacije u Austriji i Zapadnoj Njemačkoj.
Ovakvi posjeti stručnjaka od obostranog su interesa, jer izmjenom misli i iskustava možemo i mi od njih, a i oni od nas mnogo toga naučiti. I jedna i druga od tih nama susjednih zemalja imaju s nama mnogo zajedničkog. Geografski nisu udaljene, a i klimatske su prilike u mnogočemu slične našima, pogotovo onima u sjeverozapadnom dijelu naše zemlje.
Objavljujemo izvještaj našega suradnika, koji će za naše stručnjake na tom području biti sigurno zanimljiv.

Uredništvo

Naša je ekskurzija u Austriju bila relativno kratka, ali smo unatoč tome, zahvaljujući stručnjacima iz njihovih elektroprivrednih organizacija, koji su nam veoma ljubazno izlagali svoja iskustva s pogonom i uzdržavanjem elektroprijenosnih postrojenja, imali priliku upoznati mnoga zanimljiva tehnička rješenja.

Naš prvi posjet bio je Austrijskom elektroprivrednom društvu u Beču (Österreichische Elektrizitäts-

wirtschaft A. G. — Verbundgesellschaft) te Bečkom gradskom električnom poduzeću (Wiener Stadtwerke — Elektrizitätswerke). Kod prve organizacije interesirali smo se prije svega za dalekovode i transformatorske stanice, a kod druge za pitanja u vezi s polaganjem i uzdržavanjem kabela 110 kV, za mrežnu tonfrekventnu komandu (MTK) i za daljinsko upravljanje. Budući da naša zapažanja u tom pogledu mogu biti zanimljiva i za širi krug elektrotehničara, donosimo ih u kratkim crtama.

Izgradnja dalekovoda visokog napona

Za izgradnju dalekovoda zadužen je u austrijskoj elektroprivredi poseban odjel, u kome radi preko 20 stručnjaka. Taj odjel obavlja sve poslove oko projektiranja dalekovoda, osim statičkog proračuna stupova, koji rade firme — dobavljači stupova. Na taj su način firme iz konkurentnih razloga prisiljene da što bolje koriste materijal kod danih zahtjeva u pogledu čvrstoće stupova, a elektroprivreda dobiva vitke i lagane, a prema tome i jeftine konstrukcije. U tom odjelu zaposlen je i jedan inženjer agronomije, koji rješava pitanja odštete za zemljišta na trasi dalekovoda. Taj odjel, osim toga što priprema dokumentaciju i raspisuje licitacije za građevne i montažne radove, nadzire i izgradnju vodova.

Svi dalekovodi građeni su u pravilu kao dvostruki vodovi. Razlog je tome prije svega pomanjkanje mogućih trasa zbog konfiguracije terena. Austrija je alpska zemlja, doline su gusto naseljene i po njima su sprovedene sve komunikacije, zbog čega je vrlo teško dobiti slobodnu trasu za dalekovod na pristupačnom zemljištu. Zbog toga se novi dalekovodi grade redovito kao dvosistemski i u slučajevima, kad se ne predviđa polaganje druge trojke u najskorijoj budućnosti. Za slučaj, da je kasnije predviđen prijelaz tog dalekovoda na viši napon (npr. od 110 kV na 220 kV) izgrađuje se barem jedan sistem već ispočetka za viši napon, da bi se omogućio nesmetani prijelaz kad to bude potrebno. U tom slučaju taj sistem preuzima cijelu snagu, a drugi sistem se iskopčava i prerađuje na viši napon. Drugi se sistem dakle polaže i kad je prvi sistem pod naponom. Treba napomenuti, da u Austriji nije uveden rad pod naponom i da takva praksa predstavlja zapravo iznimku, koja se dopušta uz uvjet, da se poduzmu sve potrebne mjere sigurnosti.

Za gradnju stupova primjenjuju skoro isključivo čelik. Upotrebom čelika veće čvrstoće i savinutih profila postigli su smanjenje težine stupa do 40 %. Svi čelični stupovi građeni su od pocinčanog čelika, a antikorozionu zaštitu bojadisanjem potpuno su napustili. Razlog je tome pomanjkanje radne snage. Pored izvrsne zaštite protiv korozije kroz duže vrijeme (dobavljači garantiraju 25 godina trajanja) pocinčavanje ima i tu prednost, da ne treba iskapčati dalekovode zbog premazivanja stupova.

Znatnu uštedu kod gradnje dalekovoda postigli su pojednostavnjenjem temelja za stupove. Kod običnih nosnih stupova upotrebljavaju za temelj betonsku ploču debljine 180 mm, pojačanu profilnim željezom. U pojačanoj izvedbi ta je ploča debela 500 mm, a samo se za najteže zahtjeve primjenjuju masivni betonski temelji.

Uzemljenja stupova izvode se pocinčanom željeznom trakom 40 × 4 mm u obliku zvijezde sa četiri kraka. Kod stupova za 220 kV dodaju dva prstena, od kojih je jedan oko stupa, a drugi na 2/3 dužine kraka. Kod novih dalekovoda 110 kV osim krakova dodaju i jedan prsten za slučaj da bi mreža 110 kV u budućnosti prešla od kompenziranog pogona na pogon s krutim uzemljenjem neutralne točke.

Za vodiče upotrebljavaju najviše alučelična užeta 240/40 mm² za 110 kV, a za 220 kV to isto uže u snopu od 2 vodiča. Kod izbora presjeka vodova nije uvijek mjerodavna samo prijenosna snaga, nego su često od značaja i drugi momenti. Imali smo priliku vidjeti dalekovod 220 kV kod Beča (Bisamberg — Wien Südost), koji je izgrađen sa snopom 2 × 240/40 mm² zbog smanjenja korone i radio-smetnji, jer taj dalekovod prolazi kroz prilično gusto naseljena periferna područja Beča. Distancione komade u snopu montiraju monteri pomoću motoriziranih kolica, koja se voze po vodičima. Kao zaštitno uže na jednosistemskim (u iznimnim slučajevima) vodovima 220 kV upotrebljavaju alučelično uže presjeka 120/42 mm², a kod dvosistemskih vodova uzimaju isto uže kao i za fazne vodiče, tj. 240/40 mm². Za vodove 110 kV upotrebljavaju pocinčano čelično uže presjeka 95 mm², ali su kod novih vodova stupovi dimenzionirani za alučelično uže 120/42 mm² za slučaj prijelaza mreže 110 kV na direktno uzemljenje. Zaštitno uže montirano je izolirano od stupa pomoću izolacione ploče, a sa stupom je spojeno gibljivom čeličnom trakom. Taj je način potreban, jer se kod svih stupova mjere uzemljenja, kod kojih je potrebno zaštitno uže odvojiti od stupa. Zaštitnom užetu na dalekovodima ne pripisuju velik značaj u pogledu štićenja voda od atmosferskih pražnjenja, te su zato napustili praksu 30° kuta štićenja, naročito kod najviših napona. Naprotiv je vrlo važna vodljivost zaštitnog užeta zbog utjecaja direktnog uzemljenja. Tako su npr. vodovi 380 kV (koji su u gradnji) dimenzionirani za struju jednopolnog kratkog spoja od 40 kA.

Kao izolatore upotrebljavaju u Austriji skoro isključivo štapne izolatore L 75/12. S tim izolatorima imaju vrlo dobra iskustva, kako u pogledu električne čvrstoće (što je poznato) tako i u pogledu mehaničkih osobina. Kad smo napomenuli, da kod nas štapni izolatori često pucaju, odgovorili su da su i kod njih ti izolatori starije izrade bili dosta nesigurni, ali je danas tehnologija izrade izolatora vanredno napredovala, a i cijena se je dosta snizila. Visoka sigurnost kod upotrebe tih izolatora postiže se zahvaljujući strogoj kontroli. Svaki komad ispituje se u tvornici pomoću ultrazvuka u uzdužnom smjeru prije nego što se namjesti kapa, a poslije toga još jednom u poprečnom smjeru. Na taj način iz tvornice izlaze samo potpuno ispravni izolatori na kojima, razumljivo, ne može doći do kvarova, a osim toga izolatori se ispituju kod preuzimanja. Treba ipak napomenuti, da se štapni izolatori izrađuju u Austriji te je zato njihova široka primjena tim više razumljiva.

Osim štapnih izolatora primjenjuju i staklene kapaste izolatore francuske izrade. Za te izolatore kažu da su jeftiniji, da imaju bolje mehaničke osobine, a naročita im je prednost, da kod proboja jednog člana

vodič ne padne na tlo, ali da im površina po nekim navodima tokom vremena postaje hrapava, zbog čega su im električka svostva nešto slabija. Da bi u praksi utvrdili ponašanje obiju vrsta izolatora, na jednom dvostrukom vodu 220 kV (od Beča do čehoslovačke granice) izgradili su jedan sistem sa štapnim izolatorima, a drugi sa staklenim kapastim izolatorima. Ipak neka naročita iskustva ne postoje, jer je sistem, koji je u Austriji izoliran staklenim izolatorima, u produženju u Čehoslovačkoj izoliran porcelanskim kapaizolatorima, a i vrijeme je još prekratko, da bi se o tome mogao dati konačni sud. U svakom slučaju sa staklenim izolatorima dosada nisu imali nikakvih poteškoća. I ti su izolatori u tvornici pažljivo ispitani, naročito u pogledu postojanosti pri promjenama temperature, na taj način što se izlažu iznenadnoj promjeni temperature od 100 °C na 0 °C. Ta se proba vrši tri puta, premda propisi zahtijevaju samo ispitivanje od 80 °C na 0 °C.

Zbog usporedbe možda je zanimljivo navesti i cijene za 1 km dalekovoda:

za dvosistemski dalekovod 110 kV oko 600 do 650.000 šilinga;

za dvosistemski dalekovod 220 kV oko 700 do 750.000 šilinga;

za jednosistemski dalekovod 220 kV oko 1 do 1,5 milijuna šilinga.

Prenaponska zaštita

Budući da kod nas često postoje različita mišljenja o ugradnji prenaponskih odvodnika u dalekovodna polja, zanimljivo je usporediti stanovište austrijske elektroprivrede. U buduće će — prema izjavama stručnjaka — ugrađivati prenaponske odvodnike samo ispred transformatora, a ne i u dalekovodna polja. Svi transformatori 110 kV i 220 kV zaštićeni su prenaponskim odvodnicima ispred transformatora, koji su smješteni ne samo prema zemlji, nego i međufazno. Prema izjavama bitno su se smanjile smetnje uslijed pogonskih prenapona, otkako su ugradili odvodnike i među faze. Odvodnici su za 10 kA, a iskrišta na transformatorskim provodnicima ne primjenjuju, jer misle da moraju zaštitu transformatora od prenapona preuzeti odvodnici. Isto tako su i svi kabelski odsjeci zaštićeni na početku i na kraju kabela odvodnicima prenapona.

Uzdržavanje dalekovoda

Za uzdržavanje dalekovoda zadužen je kod austrijske elektroprivrede poseban odjel. Služba uzdržavanja raspolaže sa 6 ekipa, koje su stacionirane u transformatorskim stanicama na čitavom teritoriju Austrije. Svaka ekipa broji 12 do 15 kvalificiranih i priučenih radnika, a ekipe potpadaju direktno pod odjel za dalekovode u Beču. Uzdržavanje se sastoji uglavnom u tome, da se redovito — svaka 2 do 3 mjeseca — obilaze dalekovodi, i naravno otklanjaju kvarovi u slučaju defekata. Svake 2 do 3 godine ispituju se pomoću posebne aparature u beznaponskom stanju svi kapasti izolatori, te se zamjenjuju oštećeni ili probijeni članovi. Uzemljenja stupova mjere se svake dvije godine. Ekipe raspolažu specijalnim vozilima i sigurnim UKV-vezama. Zanimljiva je činjenica, da se UKV-veze mogu koristiti samo za mobilne stanice, jer nadležne vlasti zbog pomanjkanja raspoloživih frekvencija ne dozvoljavaju upotrebu UKV-veza za stacionarne stanice. Zbog toga se za veze između transformatorskih stanica, odnosno elektrana, primjenjuju VF-veze i telefonske veze preko TT-kabela.

Transformatorske stanice

Prilikom ekskurzije imali smo priliku posjetiti jednu stariju i jednu noviju transformatorsku stanicu, pa ćemo i o njima iznijeti neka najznačajnija zapažanja.

TS Bisamberg kod Beča 220/110/60 kV smatra se starijom stanicom, premda je završena tek poslije drugog svjetskog rata. Ukupna snaga transformacije iznosi preko 400 MVA. Upozorili su nas na nedostatak u koncepciji rasporeda prostorija, jer je relejna prostorija smještena ispod komandne prostorije, što je nezgodno jer dežurni uklopničar mora zbog popisivanja signalizacije zaštite prilikom ispada napustiti komandni prostor i otići u niži kat. U toj stanici je smještena kondenzatorska baterija 110 kV za kompenzaciju jalove energije, sa stepenima 4 × 10 MVAr. Interesantno je rješenje zaštite kondenzatora. Ti su naime montirani na visećim izolatorima u zraku i nalaze se na potencijalu 110 kV. Kod kvara na jednom kondenzatoru struja kvara teče kroz žarulju, koja je montirana na svakom kondenzatoru, i ta žarulja zasvijetli. Svjetlo žarulje padne na fotoćeliju, koja je smještena na dovoljnom razmaku nasuprot kondenzatoru, a ta preko pojačala pobudi relej, koji vrši iskopčanje. Regulacija kompenzacije je automatska.

Zanimljivo je i to, da su naponski mjerni transformatori montirani u svim dalekovodnim poljima, a rjeđe na sabirnicama. Preko rasklopnog postrojenja uvijek je montirano zaštitno uže.

Veće transformatore (snage oko 100 MVA i više) revidiraju svake godine, ali ih ne otvaraju. U slučaju kvara transformatore ne popravljaju sami, nego ih otpreme u tvornicu, koja obavi popravke i kod najtežih kvarova u roku od najviše 2 mjeseca.

U većim transformatorskim stanicama zaposleni su poslovođa i njegov zamjenik, a kao dežurno osoblje 4 vođe smjene i 4 uklopničara. Osim toga u radionicama je zaposlen određeni broj radnika i montera. Od brojnih transformatorskih stanica 110 kV daljinski su upravljane samo 3. Daljinsko upravljanje sprovodi se preko VF na razmacima od nekoliko desetaka kilometara.

Vrlo je interesantna antikoroziona stanica, koja je smještena u TS Bisamberg. Na brojnim limenim komadima raznog oblika koji su obojeni raznim premazima, provjerava se postojanost tih zaštitnih sredstava u toku duljeg vremena. Isto tako provjerava se i otpornost raznih načina pocinčanja, a rezultati se koriste kod izgradnje dalekovoda i rasklopnih postrojenja.

Osim TS Bisamberg posjetili smo i najnoviju transformatorsku stanicu Wien-Südost 220/110 kV sa dva transformatora 120 MVA u jednofaznoj izvedbi. Kao

rezerva za šest jednofaznih jedinica montirana je tu i sedma jedinica, koja se može staviti u pogon nakon nekoliko sati, dakle nije odmah upotrebljiva. Stanica Wien — Südost je vrlo moderna i arhitektonski dotjerana. U tom istom kompleksu nalazi se i rasklopno postrojenje 110 kV, koje pripada gradskom električnom poduzeću i koje nije zaposjednuto, nego se daljinski upravlja iz jedne druge stanice gradskog električnog poduzeća (WEW).

Protupožarna zaštita ne postoji čak ni kod velikih transformatora. Svi transformatori ispituju se prilikom preuzimanja udarnim naponom. Kod djelovanja Buchholzovog releja plin se analizira pomoću 2 reagensa, kojima se može utvrditi, da li je proboj nastupio u ulju ili nije.

Zaštitni uređaji

Za zaštitu dalekovoda 220 kV upotrebljeni su najmoderniji distantni releji s vlastitim vremenima djelovanja 25 — 30 ms. Takva su kratka vremena potrebna zbog propisa poštanske uprave, da se kod direktno uzemljene mreže 220 kV jednopolni kratki spojevi moraju iskopčati u vremenu od 150 ms, da se smanje smetnje na vodovima slabe struje. Takva se kratka vremena, dakako, ne mogu postići običnim distantnim relejima u jednorelejnom spoju. Posebno je pitanje kvarova na sabirnicama, koji su normalno iskopčani u drugom distantnom stepenu. Premda postoje naročite izvedbe zaštite sabirnica, samo su u dva postrojenja primijenili zaštitu sabirnica, a predviđaju, da će riješiti iskapčanje kvarova na sabirnicama posebnom izvedbom zaštite sabirnica pomoću pilotskih veza preko VF-kanala. S takvim pilotskim vezama, koje primjenjuju za zaštitu dalekovoda 220 kV na principu istovremenog iskopčanja sklopki na oba kraja voda, imaju vrlo dobra iskustva, jer su pokazale veliku sigurnost u pogonu i neosjetljivost za smetnje. Svakako se takvi uređaji isplate samo kod vodova 220 kV, jer su vrlo skupi, no oni omogućuju skraćenje isklopnih vremena, pa često ušteđuju troškove zbog poboljšanja uzemljenja, premještanja vodova slabe struje itd. Kod svih distantnih releja ugrađeni su posebni ispitni uređaji, kojima je olakšano ispitivanje releja, jer omogućuju istovremeno kratko spajanje strujnih krugova, prekidanje isklopne komande i priključak ispitne aparature. Distantnim relejima, koji već imaju podimpedantnu pobudu, prigrađuju još odvojenu prekostrujnu pobudu za slučaj kvarova na početku voda, a kod kojih bi djelovanje distantnog releja zbog vrlo malog napona moglo biti nešto sporije. U takvim slučajevima prekostrujna pobuda je brža, jer su struje kratkog spoja kod kvarova u blizini sabirnica velike. Zbog istog razloga ne preporučuju korištenje distantnih releja za zaštitu sabirnica, premda savremeni distantni releji to omogućuju, jer kod kvarova na sabirnicama napon jako opadne i zato mjerni organi distantnih releja navodno više ne djeluju sasvim sigurno. Budući da je mreža 220 kV direktno uzemljena, primjenjuju ponovo ukapčanje, i to po pravilu jednopolno s beznaponskom stankom 0,5 sek, a u iznimnim slučajevima tropolno s beznaponskom stankom 0,3 sek.

Prilikom našeg posjeta Gradskom električnom poduzeću interesirali smo se za polaganje i iskustva s pogonom kabela 110 kV, jer se i u Ljubljani predviđa izgradnja kabelske mreže 110 kV.

Naročito smo se interesirali za izvedbu zaštite kratkih kabelskih dionica u uslovima krutog uzemljenja, ali tu nismo saznali prihvatljiva rješenja, jer je bečka mreža 110 kV kompenzirana Petersonovim svicima. Zaštita vrlo kratkih odsjeka sprovodi se usmjerenom impedantnom zaštitom pomoću pilotske veze preko TT-vodova upotrebom istosmjernog napona 60 V. Napomenuti je, da se uz kabelsku trasu uvijek polažu i telefonski vodovi, koji služe za vezu između pojedinih stanica i za daljinsko upravljanje kao i za zaštitu. U Beču polažu uljne jednožilne kabele 110 kV, koji su zbog smanjenja gubitaka raspoređeni u trokutu. Upozorili su nas, da se kod polaganja naročito pazi na postojeće visinske razlike terena, pa se prema potrebi kod velikih razlika kabel mora razdijeliti na odsjeke. Manometri za kontrolu pritiska ulja bitne su važnosti i moraju biti što sigurniji. Visokonaponski kabeli uvijek se polažu ispod svih ostalih instalacija, čak do dubine 3,5 m.

WEW široko primjenjuje daljinsko upravljanje svojih transformatorskih stanica, prije svega zbog pomanjkanja kvalificiranog osoblja, a osim toga time se podiže i radni efekt. Telefonske veze između stanica uvijek se polažu, pa su troškovi dodatnih parica za daljinsko upravljanje relativno maleni. Od ukupno 45 transformatorskih stanica daljinski se upravlja čak njih 25.

Isto tako primjenjuju i mrežnu tonfrekventnu komandu (MTK) pomoću 3 predajnika na nivou 30 kV. Za sada je na gradskom području montirano oko 14.000 prijemnika, preko kojih upravljaju gradsku rasvjetu, a naročito akumulacione uređaje za električko grijanje, kao što su peći za grijanje prostorija, bojleri, peći u pekarnama itd. Osim toga MTK omogućuje dispečeru, da u slučaju potrebe smanji vršno opterećenje grada za oko 60 MW (vršno opterećenje Beča iznosi preko 500 MW). Ipak je interesantno, da ne predviđaju upotrebu MTK za preklapanje dvotarifnih brojila, jer zbog relativno malih potreba domaća industrija još ne predviđa izradu prijemnih releja.

Zaključak

U toku ekskurzije vidjeli smo i saznali dosta korisnih stvari, koje bi se mogle i kod nas upotrijebiti. Ipak imamo utisak, da na području uzdržavanja elektroenergetskih postrojenja ne zaostajemo mnogo iza naših sjevernih susjeda. Možda to ne bismo mogli tvrditi u pogledu izgradnje novih prijenosnih i proizvodnih uređaja, koji se u Austriji izgrađuju dosta brzim tempom. To smo isto primijetili i prilikom posjeta u Njemačkoj, o čemu ćemo govoriti drugi put.

Rasto Močnik, dipl. elektroing.

ORGANIZACIJA DRŽAVNE KONTROLE O POTROŠNJI ELEKTRIČNE ENERGIJE U SSSR

Rukovođenje aktivnošću na racionalizaciji i uštedi električne energije imaju u SSSR organi Državne energetske inspekcije. Pri Gosplanu postoji Glavna energetska uprava (Sojuzglavenergo) koja ima Državnu inspekciju za industrijsku energetiku i energetski nadzor.

U ekonomskim administrativnim rajonima postoje tvorničke inspekcije za energetiku koje vrše državni nadzor o energetici. One imaju svoje inženjere — inspektore. Inženjeri — inspektori tvorničkih inspekcija za energetiku, po pravilu, pripadaju grupama industrijskih i transportnih poduzeća i velikih gradnja prema vrstama grana ili teritoriju. Oni vode nadzor o tehničkom stanju električnih postrojenja i instalacija tih poduzeća. Tvorničke inspekcije za energetiku administrativno ulaze u sastav poduzeća za prodaju električne energije, koja se nalaze pod Savjetom narodne privrede ekonomskih rajona. Državna inspekcija za industrijsku energetiku i energetski nadzor (Sojuzglavenergo) rukovodi aktivnošću tvorničkih inspekcija za energetiku dajući im tehničke i metodološke smjernice.

Državna inspekcija za industrijsku energetiku i energetski nadzor ima Međuresorni ekspertno-tehnički savjet koji je u stvari naučno-tehnički organ koji vrši preporuke. U sastav Međuresornog ekspertno-tehničkog savjeta ulaze radnici i visokokvalificirani specijalisti raznih resora koje predlažu rukovodioci odgovarajućih organizacija. Predsjednik ekspertno-tehničkog savjeta je načelnik Državne inspekcije za industrijsku energetiku i energetski nadzor. Po potrebi ekspertno-tehnički savjet uzima za svoj rad konsultante i eksperte iz redova specijalista odnosnih resora prema privrednim granama.

Zadaci

Državna inspekcija za industrijsku energetiku i energetski nadzor ima za glavni zadatak sprovođenje državne kontrole i nadzora o:

izvođenju električnih instalacija u industrijskim i drugim poduzećima, nezavisno pod čijom upravom se ona nalaze, prema važećim općesaveznim pravilima;

tehničkom stanju uređaja i izvršenju općesaveznih pravila tehničke eksploatacije i zaštitnih mjera pri rukovanju električnim i termičkim instalacijama i sprovođenju pravila korištenja električne i toplotne energije u industrijskim i drugim poduzećima;

racionalnoj potrošnji električne i toplotne energije i sprovođenju utvrđenih normativa specifične potrošnje, o poboljšanju i održavanju faktora snage.

Državna inspekcija za industrijsku energetiku i energetski nadzor ima zadatak da objavljuje i uopćuje rezultate aktivnosti svih resora o racionalnoj potrošnji i uštedi električne energije (bolje nagrađene prijedloge objavljuje u časopisu »Promišljanaja energetika«). Ona donosi rješenja u svim spornim pitanjima između potrošača i isporučioca električne energije, između projektantskih i montažnih organizacija i to u pogledu primjene i tumačenja općesaveznih pravila. Rješenja Državne inspekcije postaju obavezna za sve vlasti i organizacije.

Međuresorni ekspertno-tehnički savjet pri Državnoj inspekciji za energetiku i energetski nadzor razmatra prijedloge o racionalnoj potrošnji električne i toplinske energije, koje su pripremile državne inspekcije za energetiku i energetski nadzor i druge vlasti — Savjet narodne privrede ekonomskih rajona. On provodi primjenu naprednih pogleda i tehničkih dostignuća usmjerenih na smanjenje specifične potrošnje električne energije i na povećanje sigurnosti rada električnih instalacija i industrijskih pogona. Također uopćuje napredna iskustva i tehnička dostignuća u industriji i transportu u cilju smanjenja normativa potrošnje električne i toplinske energije.

Tvorničke inspekcije za energetiku imaju slijedeći zadatak:

odobravaju projekte električnih postrojenja i instalacija za eksploataciju i periodički vrše nadzor o njihovom tehničkom stanju. Ove inspekcije imaju pravo da narede rukovodiocima poduzeća da otklone tehničke nedostatke u postojećim električnim instalacijama u slučajevima, ako je njihovo stanje ugroženo havarijom i požarom ili ako one predstavljaju opasnost po život radnika;

vode nadzor o stanju ispravnosti instrumenata i pribora za mjerenje električne energije;

vode nadzor o režimu rada električnih instalacija i postrodjenja;

kontroliraju održavanje faktora snage na potrebnom nivou i vode nadzor o instalacijama za kompenzaciju reaktivne snage;

vrše nadzor o iskorištavanju instalacija za opskrbu toplinom i ujedinjuju i povećavaju industrijska i rajonska kotlovska postrojenja u cilju racionalnog njihovog korištenja i stimuliranja zajedničke proizvodnje električne i toplinske energije;

izdaju mjesečne biltene i informativna saopćenja o razmjeni iskustava za uštede električne energije; učestvuju u žiriju mjesnih takmičenja kolektivnih poduzeća na uštedi električne energije, kao i kod natječaja za dobivanje boljih prijedloga o uštedi električne energije;

signaliziraju mjesnim rukovodećim organizacijama o nastalim slučajevima neracionalne potrošnje električne energije kod pojedinih poduzeća.

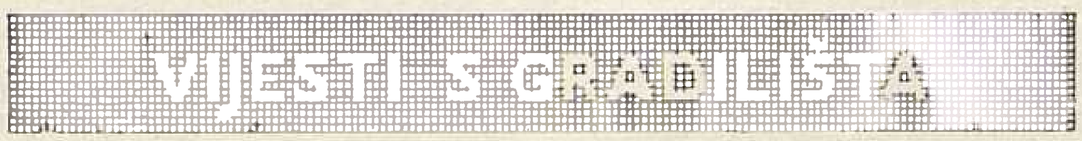
Inženjeri — inspektori tvorničkih inspekcija za energetiku posjećuju razna poduzeća i upoznavaju se sa stečenim iskustvom i boljim prijedlozima postignute uštede u električnoj energiji. Oni pomažu bržem uvođenju primjene boljih mjera i u drugim poduzećima.

Stalna i usmjerena aktivnost kolektiva industrijskih poduzeća pri aktivnom učešću društvenih organizacija i organizirani rad koji provode organi Državne energetske inspekcije o racionalizaciji potrošnje električne energije daju velike pozitivne rezultate. U g. 1960. ukupna ušteda električne energije u industriji prema normativima specifične potrošnje iznosila je ukupno oko 6 milijarda. Ako se uzme u obzir ostvareno smanjenje specifičnih normativa potrošnje električne energije u 1960. prema onima koji su važili u 1959., ušteda na električnoj energiji u sovjetskoj industriji iznosila je 1960. godine 9,5 milijarda kWh.

Literatura

1. Simpozij o racionalnom korištenju električne energije, referat VAR/SYMP/D 19, Varšava 22—25. maja 1962.

Vladimir Zloković, dipl. ing.



Stanje izgradnje Hidroelektrane Senj početkom kolovoza 1964.

Građevinski radovi

Brana Sklope. Nasipavanje brane vrši se užurbanim tempom kroz 24 sata dnevno. Česte kiše ometaju nasipavanje gline, što djelomično koči i rad na kamenom nabačaju.

Tuneli. Mjesečna napredovanja na svim gradilištima dosižu ukupno cca 3.000 m, a izbetonirano je do 10. VIII. 1964. preko 14.000 m. Na nekim dionicama započeto je s injektiranjem.

Kanali. Rad na oblaganju kanala u području Otočca i Gusić Polja uspješno napreduje. Vrše se maksimalni napori da se glavnina radova dovrši do kraja građevinske sezone.

Akumulacija Gusić Polje. Nasipavanje brane Gusić Polje završit će se krajem građevinske sezone.

Objekti preljeva i zatvaračnica. Dovršeni su ulazni uređaji Gusić Polje, Gornja Švica, brana Šumečica, a u gradnji je i preljevna brana Gusić Polje, Selište i zatvaračnica Selište.

Napredak tih radova na objektima u Lici, zbog stimulativnog nagrađivanja radnih kolektiva, vrlo je povoljan.

Objekti u Maloj Grabovi. Dovršeni su glavni građevinski radovi (isklopi i betoniranje u strojarnici). Dovršena je zgrada komande i rasklopište 35 kV. Završavaju se glavni građevinski radovi na rasklopištu 110 i 220 kV. Započeto je s iskopom odvodnog kanala u more.

Kosi i razdjelni cjevovod. Dovršeni su pripremni radovi na kosom cjevovodu.

Rasklopna stanica Brinje. Završeni su glavni građevinski radovi.

Oprema i montaža

Montažna dizalica. Dizalice su montirane već u 1963. godini.

Turbine. Preuzete su tri turbine (»Litostroj«), a u fazi montaže su dvije turbine.

Generatori. Dovršavaju se dva generatora u tvornici Rade Končar. Prvi generator nalazi se u fazi ulaganja namota statora u strojarnici. U rujnu su predviđena vitlanja rotora.

Transformatori. Isporuka transformatora 150 MVA; 110/220 kV kasni, a isto tako nije riješeno da li će Tvornica »Rade Končar« održati rokove isporuke za blok-transformatore.

Oprema rasklopišta 110 i 220 kV. Postavljeni su portali, dopremljena su postolja aparata i dio aparata. Tvornica Rade Končar kasni s isporukom prekidača.

Tlačni cjevovod. Dopremljeno je 900 t cjevovoda, a u fazi montaže nalaze se račve. Montirano je donje koljeno, a priprema se i montaža kosog dijela. Tvornica »Metalna« kasni sa svojim dijelom proizvoda, cca 500 t cjevovoda. Montiraju se pojačanja na dijelu cjevovoda.

Hidromehanička oprema. Dovršena je izrada opreme za objekte: Izlazna građevina (montirano), ulaz Gusić Polje (80 % montirana), brana Šumečica (u fazi montaže), ulaz Gornja Švica, sifon Marasi, zasunska komora, a dovršava se i oprema za branu i ulaz Selište i preljev Gusić Polje.

Uljni kabeli 110 i 220 kV. Kabeli su preuzeti, montaža započinje početkom rujna.

Dalekovod 220 kV Senj — Brinje. Gradnja i montaža su dovršene krajem kolovoza.

Montaža u strojarnici i rasklopištu 35, 110 i 220 kV tekla je dosada paralelno sa gradnjom.

Maksimalni intenzitet montaže očekuje se tokom idućih mjeseci, po završetku glavnih građevinskih radova i isporuci ostale opreme, dok izuzetak čini jedino tlačni cjevovod. Drugi pripremni radovi zakočili su početak montaže tog najkritičnijeg objekta, o kojem ovisi ulazak u pogon HE »Senj« tokom druge polovine 1965. godine.

Razne teškoće i zakašnjenja isporuke ostale opreme mogu donekle utjecati na manja zakašnjenja montaže. Naravno da će dijelom utjecati na vanjske montaže i specifične klimatske prilike u Senju.

Đuro Furač, dipl. ing.

Razmatranja uz »Završni račun« za 1963. poduzeća »ELEKTROPRIMORJE« Rijeka

Završni računi, kako ih naš današnji društveni sistem zahtijeva, veoma su poučni. Oni treba da sadržavaju opće podatke o poduzeću (kada je i od koga osnovano, kako registrirano, kakve su mu djelatnosti itd.) zatim treba da dadu pregled osnovnih i obrtnih sredstava i njihova korištenja, prikaz troškova proizvodnje i usluga, kadrova, njihovih kvalifikacija i njihovih osobnih dohodaka, produktivnosti rada, dohotka i njegove raspodjele, fondova i njihova trošenja i na koncu još i analizu o rentabilitetu.

Da bi, međutim, neupućeni mogli dublje sagledati u srž poslovanja nisu dovoljne samo brojke, nego je potrebno upoznati prilike i okolnosti u kojima se poslovanje odvijalo, historijat ambijenta i život kolektiva izvan njegova radnog mjesta.

Razmatrajući prikaz poslovanja »Elektroprimorja«, poduzeća za elektrifikaciju Hrvatskog primorja i Gorskog kotara, kako glasi registracija, za 1963. ne možemo, a da sebi živo ne predočimo područje na kom djeluje: more i primorje, živu i bujnu luku sa stotinama brodova i brodica, krš i kamen, Učku i Snježnik, plaže i turiste, otoke i bure, sunčane pripeke i snježne zapuhe po Gorskom kotaru. A zatim i historiju kraja, i ljude i njihove borbe. Kad sve to sagledamo, onda tek možemo dobiti pravu sliku poslovanja, uspjeha ili neuspjeha jednoga kolektiva.

. . . . .

Najprije, dakle, neke historijske reminiscencije.

Kada je Karlo VI, želeći privući svjetsku trgovinu, a ujedno otvoriti puteve trgovini prostrane habsburške monarhije, proglasio godine 1719. gradove Trst i Rijeku slobodnim lukama, sa svima s tim aktom skopčanim privilegijama, udario je temelje njihovom kasnijem razvoju i današnjoj veličini. I jedna i druga luka postojale su tokom vremena, ponekad možda i nesvjesno, dva takmaca u borbi za što jače ekonomsko zaleđe. Dok su za Trstom stajale industrijske zemlje tzv. austrijske polovine, za Rijekom je stajalo bogato šumsko i agrarno područje zemalja tzv. krune Sv. Stjepana. Prema karakteru zemalja svoje pozadine, odnosno njihovog ekonomskog obilježja razvijao se i promet tih dviju luka. Trst je forsirao podizanje industrija, upućenih na prekomorske sirovine ili na izvoz gotovih industrijskih proizvoda, naročito u zemlje Srednjeg i Dalekog istoka. Rijeka je naprotiv zasnivala svoj opstanak i razvoj na prometu s nacionalnim zaleđem, izvozom drva i tranzitom.

Politički odnosi u posljednjih 50 godina imali su živog odraza na uspon i pad i jedne i druge luke. Raspadom austro-ugarske monarhije i jedna su i druga luka ostale bez svog nacionalnog zaleđa i borile se za goli opstanak. Bit će nam stoga razumljivo nastojanje Italije, koja je mirovnim ugovorom 1918. dobila Trst, da se dočepa i Rijeke, ne zato da je digne i razvije, nego da je onemogući kao konkurenta Trstu. S tim moramo biti na čistu. Vještim manevrima konačno joj je i uspjelo da riječku luku — koja je i po Londonskom ugovoru od 1915. i po Rapallskom ugovoru od 1920. bila dodijeljena Jugoslaviji — ipak 1924. anektira.

Dok se Trst lišen nacionalnog zaleđa nije mogao razviti u veću luku svjetskih razmjera, nego je pod Italijom samo životario, Rijeka je bila sasvim zamrla, a luku joj zarasla trava, što je, izgleda, bio i konačni cilj talijanske borbe za nju.

Drugi svjetski rat izmijenio je stvari iz temelja. U plamenu i krvi, doduše, Rijeka je oslobođenjem 1945. našla svoje pravo mjesto. (Interesantno je, da je za vrijeme mirovnih pregovora 1946. pitanje priključenja Rijeke materi zemlji, za razliku od 1918. bilo izvan svake diskusije, a da se borba još vodila samo za Istru, Trst i Goricu, odnosno oko triju linija: američke, engleske i francuske, koje su pokušavale raskomadati Istru.)

Našavši se Rijeka, konačno, uz svoje prirodno i nacionalno zaleđe, prvo joj je bilo da nađe samu sebe tj. da izbriše na svom prirodnom području linije, kojima su tokom povijesti rezali i komadali njezinu geografsku, etničku i ekonomsku cjelokupnost: ukloniti zid i »žicu« uz Rječinu, odstraniti mitničke stupove na Kantridi i energično pristupiti čišćenju ogromne hrpe gromača i brda kamenja, preostalih od užasnih i u historiji ratova nezapamćenih razaranja, kojima se ni danas ne zna pravog uzroka, ili se tek naslućuje.

. . . . .

Tu i takvu pozadinu treba eto poznavati, kad se pristupa razmatranju »Završnih računa« riječkih poduzeća, odnosno u našem slučaju »Završnog računa« »Elektroprimorja« za godinu 1963. tj. osamnaestu poslije rata.

Kakovo je bilo stanje elektrifikacije na tom području 1945? Nikakvo! Tabula rasa! Elektrana u Raši — ruina. Elektrana u Rijeci — za muzej. Mreža — sasvim šarolika, uglavnom derutna. Stručni kadar — ostaci ostataka.

S tim konstatacijama prilazimo čitanju »Završnog računa«.

Započet ćemo s »matičnim listom«.

»Elektroprimorje«, poduzeće za elektrifikaciju Hrvatskog primorja i Gorskog kotara sa sjedištem u Rijeci, osnovano je rješenjem Vlade NR Hrvatske od 6. VIII 1947. broj 13335, a registrirano kod Okružnog privrednog suda u Rijeci, rješenjem broj 567/55 od 9. IX 1955. Predmet poslovanja poduzeća je: distribucija (»javna opskrba«) električne energije, uzdržavanje po-

strojenja za distribuciju električne energije i elektrifikacija područja Hrvatskog primorja, Rijeke i Gorskog kotara, proizvodnja električne energije, projektiranje svih elektroenergetskih postrojenja do 35 kV i elektroinstalaterska djelatnost.

Poduzećem upravlja Radnički savjet od 40 članova, koji predstavljaju kolektiv od cca 650 ljudi, zaposlenih u 12 ekonomskih jedinica (Pogon Rijeka — Skrad — Crikvenica — Opatija — Mali Lošinj — Rab — Projektni biro — Izgradnja — Pomoćne radionice — Baždarnica — Servis — Uprava).

Ljudi

Struktura radne snage razvrstana po kvalifikacijama izgleda otprilike ovako:

nekvalificirani	2
polukvalificirani	94
kvalificirani	259
visoko kvalificirani	89
pomoćno osoblje	19
niža stručna sprema	69
srednja stručna sprema	80
visoka stručna sprema	24
svega na 31. XII 1964.	636

Osobnih dohodaka isplaćeno je u godini 1963. dinara 297,117.456 neto, što čini prosjek po čovjeku od cca 40.000 dinara mjesečno neto. 690 radnika u 1962. ostvarilo je ukupan prihod od 2,399.500.504 dinara, a 650 radnika u 1963. ostvarilo je ukupan prihod od 3,882.247.252 dinara. Dohodak po naplaćenoj realizaciji bio je u 1962. dinara 724,028.908 a u godini 1963. dinara 749, 952.395.

Već se iz ovih pokazatelja vidi, da su bolji rezultati u 1963. postignuti većim zalaganjem kolektiva, uz manji broj ljudi. Ostvarenje ukupnog prihoda bilo bi sigurno još i veće, da situacija koja je u poduzeću nastala u drugoj polovici godine, a o kojoj će kasnije biti riječi, nije poremetila intenzitet rada.

Poslovanje

U toku godine 1963. došlo je do izmjene Zakona o elektroprivrednim organizacijama. Značajne izmjene i dopune imale su vidnog odraza naročito kod distributivnih poduzeća. Do tada su distributivna poduzeća sklapala sa Zajednicom elektroprivrednih poduzeća ugovor o dobavi električne energije pod određenim uvjetima i ona im je na osnovu postojećih mjerila priznavala i nadoknađivala troškove. Danom 1. VII 1963. odnos se sa Zajednicom izmijenio. Od tada distributivna poduzeća kupuju električnu energiju na visokom naponu od udružene proizvodnje i prijenosa po ekonomskim cijenama, a realizacija od prodane električne energije ostaje njima. Distributivna poduzeća se time potpuno osamostaljuju, sama snose troškove i sama ubiru realizaciju. Odnos prema potrošačima nije, međutim, time izmijenjen. Pojedini potrošači, koji su bili povlašteni ranije, ostali su takovima i po donošenju izmjena i dopuna zakona. Neka su se distributivna poduzeća, među njima i Elektroprimorje, našla u situaciji da svoje rashode i troškove poslovanja ne mogu pokriti prihodima od realizacije po tarifama, a kamoli da bi si još mogla stvoriti i potrebne fondove.

Osim toga, da bi se razbila usitnjenost distributivnih poduzeća, kojih je samo u SR Hrvatskoj bilo 18, sprovedena je integracija i formirano u svemu samo 7 distributivnih poduzeća. Elektroprimorje je kod te reorganizacije ostalo u sastavu kao i ranije, samo što je trebalo da mu se još priključi TE Rijeka, s čime se međutim kolektiv nije saglasio, jer bi mu to bilo stvorilo manjak od godišnjih cca 190 milijuna dinara. Otočne dizelske elektrane (Mali Lošinj, Rab) sa blizu 100 milijuna dinara predviđenog manjka, postale su mu također osjetljiv teret. Sve je to predviđalo gubitak od 300 do 400 milijuna dinara. Kolektiv se je u toj situaciji odrekao nekih sredstava i to 50 milijuna dinara investicionog uzdržavanja, 20 milijuna dinara materijalnih troškova i 13 milijuna dinara osobnih dohodaka, no unatoč tome očekivao se manjak od 243 milijuna.

Preko Sekretarijata za industriju i Odbora za privredu SR Hrvatske te Zajednice elektroprivrednih poduzeća zatraženo je pokriće ovih manjkova, a na tom su se angažirali i predstavnici kotarske i općinske skupštine smatrajući da kolektiv ne smije snositi krivicu i biti kažnjen zbog situacije nastale izvan

Upravno-pogonska i stambena zgrada »Elektroprimorja« na Rijeci. Pogled s Ulice Viktora Cara Emina

njegove kompetencije. Međutim sredstava nije bilo i poduzeće se moralo snalaziti samo.

U duhu tarifnoga sistema zatraženo je povećanje cijene električne energije i izrađeni novi tarifni stavovi za pojedine grupe potrošnje.

Zahvaljujući naporima i zalaganjima (koji nisu bili maleni u nastaloj situaciji) članova kolektiva u svim ekonomskim jedinicama, poduzeće je uspjelo riješiti čitav niz problema, smanjiti predviđene manjkove i iznijeti pozitivnu bilancu, koja pokazuje slijedeće cifre:

Nabavljena električna energija	275.461 MWh
Gubici u mreži	33.833 MWh
Predano potrošačima: velepotrošnja	123.980 MWh
malopotrošnja	117.648 MWh
Broj velepotrošača	88
Broj malopotrošača	69.329

Ostvareni ukupni prihod po djelatnostima, dinara:

	1962	1963
Proizvodnja	151,070.508	121,708.262
Distribucija	1,136,907.034	2,035,253.153
Investicije	311,841.281	638,147.646
Remonti	243,171.681	261,200.891
Usluge	538,393.343	825,937.300
Svega	2,381,388.847	3,882,247.252

Ostvareni dohodak iz naplaćene realizacije	749,952.108
Doprinos iz dohotka	112,492.816
Čisti prihod	637,459.292
od toga poduzeću 61,42 % za osobne dohotke i fondove	391,537.053
društv. zajednici 38,58 %	245,922.239

Pitanje realizacije za poduzeće je sada mnogo interesantnije, nego što je bilo ranije. Do 1. VII 1963. realizacija od prodane električne energije pripadala je Zajednici, a poduzeća su samo obavljala naplatu. Kolektivi su imali stimulaciju samo na gubicima. Od sada su ne samo gubici nego i prodani kilovatsati njihova neposredna korist. Izgleda međutim da taj osjećaj kod članova kolektiva nije još dovoljno razvijen. Mjernim se uređajima ne posvećuje dovoljna pažnja. Treba što prije donijeti i normative gubitaka u distributivnim ekonomskim jedinicama, kako bi se kod njih pobudio što veći interes za njihovo smanjenje. Isto bi tako s obzirom na priznavanje samo naplaćene realizacije trebalo inkaso-službi posvetiti posebnu pažnju.

. . . . .

Radovi

U godini 1963. preuzeto je — kako je to gore navedeno — 275 milijuna kilovatsati, što je za 23 % više nego u 1962. Tako velik porast potroška električne energije uzrokovao je i odgovarajući porast opterećenja sa svim njegovim posljedicama.

Transformatorska stanica 110/30 kV Rijeka potpuno je opterećena tako da više nije u stanju snabdijevati Rijeku električnom energijom. Stoga je potreban paralelan rad transformatorskih stanica 110/30 kV Matulji i Rijeka preko vodova 30 kV. Isto je tako kao posljedica porasta opterećenja gotovo potpuno iskorištena transformatorska stanica 30/10 kV Školjić.

Uslijed povećanja kapaciteta ljevaonice Vulkan i skorih potreba brodogradilišta »Viktor Lenac« u Martinšćici potrebno je rekonstruirati transformatorsku stanicu 30/10 kV Martinšćica.

Intenzivna stambena izgradnja na Sušaku (Vežica, Vojak) sa 17 transformatorskih stanica 10/0,4 kV traži izgradnju nove transformatorske stanice 30/10 kV Krimeja, jer postojeće stanice s odgovarajućim kabelima 10 kV ne mogu prenijeti potrebnu snagu. Osiguranje potrebnih zajmova odvija se, na žalost, veoma sporo, pa postoji bojazan da će nastati poteškoće u snabdijevanju Sušaka.

U godini 1963. osigurana su sredstva za prvu etapu priključka Lošinja na zemaljsku mrežu 30 kV. Do konca godine iskopane su sve jame za stupove dalekovoda 30 kV, a transformatorske stanice su izvedene sa 25 %.

Zajmom od cca 350 milijuna dinara položen je podmorski kabel Biljuča—Goli—Pristanište—Rab kao i podzemni kabel na Golom. Izgrađen je vod 35 kV Žrnovnica—Biljuča i Pristanište—mjesto Rab, te transformatorska stanica 35/10 kV Goli. Par dana nakon polaganja kabela ustanovljen je kvar na podmorskom kabelu Goli—Pristanište—otok Rab, a neposredno prije stavljanja u probni pogon i na kabelu Biljuča—Goli. Dok je kabel Goli—Pristanište odmah popravljen i ispravan, Osiguravajući zavod u Rijeci nije dao saglasnost za popravak kabela Biljuča—Goli s obzizom na opasnost od još veće štete od zime i bure, već je radije platio totalnu štetu. Na sastancima zainteresiranih odlučeno je, da se položi jednožilni kabel. Rješenje je skuplje, ali sigurnije.

U toku 1963. izvršeno je raznih radova iz sredstava za njegu, investiciono uzdržavanje, iz fonda zajedničke potrošnje, poslovnog fonda i zajmova, radova u vrijednosti od 1,638,171.000 dinara (od čega iz zajmova 753,742.000 dinara; veći dio toga iznosa odnosi se na objekte 35 kV; za priključak Raba na zemaljsku mrežu 350 milijuna, Lošinja 127 milijuna, a ostatak se odnosi većinom na objekte u vezi sa stambenom izgradnjom u Rijeci).

Obujam radova iz godine je u godinu sve veći. Broj montiranih transformatorskih stanica zahtijeva bolju pripremu i striktnije pridržavanje planova. Najveću poteškoću čine stambena izgradnja i izgradnja za potrebe turističkih objekata. Sredstva za pojedine transformatorske stanice, koje su potrebne za već izgrađene i useljive objekte odobravaju se u zadnji čas, kada su često puta ceste već izgrađene, pa onda istom treba polagati kabele. Sve to čini nepotrebne poteškoće, a utječe i na kvalitetu radova (treba imati u vidu da se u Rijeci godišnje polaže preko 35 km kabela, tj. oko 3 km mjesečno). Zakasne li radovi samo za mjesec dana, izgubljeno je vrijeme veoma teško nadoknaditi.

Mogli bismo ovako nastaviti nizanjem rezultata rada svih ekonomskih jedinica i njihovih problema, ali bi nas to predaleko odvelo. Kao što poduzeće ima određen odnos prema zajednici tako ga i svaka jedinica ima prema poduzeću. Ona je samostalna, ima svoj plan i svoje zadatke i njezina je stvar kako će ih riješiti, naravno uz potrebnu pomoć uprave poduzeća i središnjih organa upravljanja. Na njima je da posluju što rentabilnije i da rješavaju probleme imajući uvijek u vidu i njihovu ekonomsku opravdanost za poduzeće kao cjelinu.

Neke ćemo jedinice ipak spomenuti.

Skrad. Bruto-produkt EJ Skrad ostvaren je sa 183,030.000 dinara tj. 3,42 % više nego u 1962. HE Zeleni vir, koja je u sklopu te jedinice, proizvela je 8,507.000 kWh energije uz prosječnu cijenu od 2,70 Din/kWh. Distribucija te jedinice prodala je 36,473.202

kWh. Izvršeno je mnogo radova za treća lica, a plan investicionog uzdržavanja ostvaren je sa 100 %.

Crikvenica. U godini 1963. prodano je 20,256.541 kWh energije. Planom predviđeni radovi na investicionom uzdržavanju ostvareni su u cijelosti. Veliki popravci izvršeni su na dalekovodu Plase—Kraljevica, Plase—Grižane, Šmrika—Jadranovo, Novi—Ledenice—Klenovica, Krk—Baška. Obavljene su znatne rekonstrukcije na pojedinim potezima mreže, tako npr. Kraljevica—Oštro skoro cijela mreža, zatim Križišće, Drivenik, Pećca, Blaškovići, Barci, Bribir, Novi, Bribirska obala, Donji Zagon, Senj, Jadranovo, Dramalj i Ledvić.

Na Krku se je radilo na poboljšanju novo preuzetih seoskih mreža u Omišlju, Malinskoj, Puntu i Baškoj. Rekonstruirana je i javna rasvjeta u Krku. U pogon su pušteni objekti: TS Malinska II, TS Šumarija Senj, TS Slaven Selce, TS Mediteran, TS Jela Kraljevica, TS Općina Crikvenica, TS Camping, TS Pliva, TS Pećca, TS Saftići, TS Jadranovo te TS Draga Senj i TS Baška II.

Opatija. U ovoj su ekonomskoj jedinici izvršeni brojni radovi na njezi postrojenja, izmijenjeni stupovi i izolatori, uklanjani kvarovi, dovršena niskonaponska mreža TS Pošta—Volosko i Spinčići—Trinajstići, te stavljeno u pogon 5 novih transformatorskih stanica.

Mali Lošinj. Godine 1961. primilo je poduzeće »Elektroprimorje« od poduzeća »Elektromehanike«, odnosno »Elektrovode«, otoke Lošinj i Cres i stvorilo od njih novi pogon. Uvjeti rada bili su već u samom početku vrlo teški, jer su postrojenja bila u veoma lošem stanju. Upravo je čudo da su takva postrojenja mogla uopće postojati. Trebalo je stoga uložiti mnogo truda da se stara i dotrajala postrojenja osposobe i zamijene novima.

Gledajući plan za 1963. i njegovo izvršenje dolazimo do pokazatelja, koji su neobično važni za sagledavanje daljnjeg razvoja pogona, a u isti nam čas pokazuju s kakvim je uspjehom ova jedinica završila poslovnu godinu 1963. Planom je bilo predviđeno, da će se izvršiti radova u vrijednosti od 171,000.000 dinara, a izvršeno ih je u vrijednosti od 300 milijuna dinara. Naročito padaju u oči radovi za treća lica, čije je izvršenje ostvareno sa 232 % od planiranoga. Tako su pušteni u pogon: TS Kopčanje, Tovar i TS Velopin sa svojim niskonaponskim i visokonaponskim postrojenjima i priključcima. Od radova na tim postrojenjima najznačajniji su montaža motora »Wumag« izgradnja niskonaponske mreže sa TS na stupu u Orlecu, rekonstrukcija u Čunskom i Sv. Jakovu, puštanje u pogon TS Obala sa visokonaponskim i niskonaponskim kabelskim raspletom itd. Osim toga položeno je i oko 1100 m kabela. Najviše brige bilo je oko uzdržavanja dizelske elektrane i dalekovoda Lošinj—Belej. Motor »Wumag« tek što je stavljen u pogon, čime se smatralo da je pitanje snabdijevanja jednog dijela pogona riješeno, već je doživio kvar, jer je došlo do loma osovine. Druga dva motora zbog svoje su dotrajalosti u čestom kvaru. Dalekovod Lošinj—Belej izrađen na betonskim stupovima pravi također velike poteškoće. Uslijed soli i smrzavanja dolazi do pucanja betona tako da mnogi stupovi vise na samoj armaturi, pa se uslijed samo malo jačeg udara vjetra ruše.

Rab. U ovoj su jedinici izvršene rekonstrukcije u TS Kampor, Lopar, Supetarska Draga i Konfekcija. Obavljena je i rekonstrukcija mreže niskog napona kod TS Barbat Kaštel i Barbat Hotel, Banjol (Keko), Supetarska Draga Stara, Supetarska Draga Mlinica, Lopar, Vila Mira, Kampor Stara, te TS Rab 2. Napravljene su tri nove zidane transformatorske stanice, seoski tornjić tipski 250 kVA. Izgrađeni su dalekovodi 10 kV od TS Lopar—Vila Mira—Barbat I do TS Barbat Kaštel. Položeno je 1500 metara visokonaponskog kabela i izgrađeno 2500 metara niskonaponske zračne mreže raznih presjeka i 920 metara niskonaponske kabelske mreže.

Od ostalih ekonomskih jedinica, od kojih svaka ima i svojih pozitivnih rezultata i svojih tegoba, spomenut ćemo još samo *Baždarnicu,* koja nam daje neke zanimljive brojke iz kojih saznajemo, da na području poduzeća ima oko 76.000 brojila od kojih je pregledano i žigosano 56.850 komada, dok oko 18.000 brojila nije uopće kontrolirano. Redovitom kontrolom postojećih brojila — a to su vage elektroprivrednih poduzeća — vjerojatno će biti izbačeni iz upotrebe neki zastarjeli tipovi brojila, te će ih trebati zamijeniti novima.

A sada još riječ-dvije o ljudima!

Da je služba u elektroprivredi ne samo odgovorna s obzirom na neprekidni i direktni kontakt njezinih trudbenika s interesima stotina tisuća potrošača, nego i opasna, dokazuje relativno visoki broj nesretnih slučajeva pri radu.

U »Energiji« br. 11—12/1962. bila je objavljena tablica nesretnih slučajeva na elektroprivrednim postrojenjima. Već je tamo »Elektroprimorje« bilo među prvima po broju nesretnih slučajeva na radu. I godina 1963. bilježi 52 slučaja, od toga 2 smrtna, oba prouzrokovana udarom električne struje. Da li je tome razlog temperament naših ljudi i njihovo pretjerano samopouzdanje ili specifične prilike opasnog kraškog terena na kom rade, teško je reći. Bit će, vjerojatno, i jedno i drugo. U svakom slučaju to su stvari zbog kojih se treba zamisliti i iz svakoga slučaja izvući pouku. Jer ne radi se samo o izgubljenim satovima i radnim danima, te financijskom gubitku, nego se radi o povredama l j u d i, koji gube zdravlje i sposobnost, radi se o porodicama, koje gube roditelja i hranitelja, što može biti od presudne važnosti za egzistenciju čitave generacije.

Zaštitnih sredstava i poduzimanja svih mogućih zaštitnih mjera ne bi smjelo biti nikada dovoljno. Ovo nije samo problem »Elektroprimorja« (u 1960. — 60 povrijeđenih i 2 smrti, u 1961. — 41 povrijeđeni, u 1962. — 42 povrijeđena, u 1963. — 52 povrijeđena i 2 smrti!) već je to problem u čitavoj zemlji, pa se je o njemu raspravljalo i na nivou saveznih organa. (Samo u 1962. našu su zemlju ozljede na radu i profesionalna oboljenja stajala preko 50 milijarda dinara). No to je manje važno. Važniji je gubitak zdravlja ljudi i njihovih života.

A sve su to naši dragi i simpatični drugovi, ponekad možda u svojoj revnosti premalo oprezni, pa smo pomalo i mi svi za njih odgovorni.

Pročitali smo evo i razmišljali o jednoj dobroj i lijepoj godišnjoj bilanci.

Ernest Radetić

Potres u Slavoniji i slavonska elektroprivreda

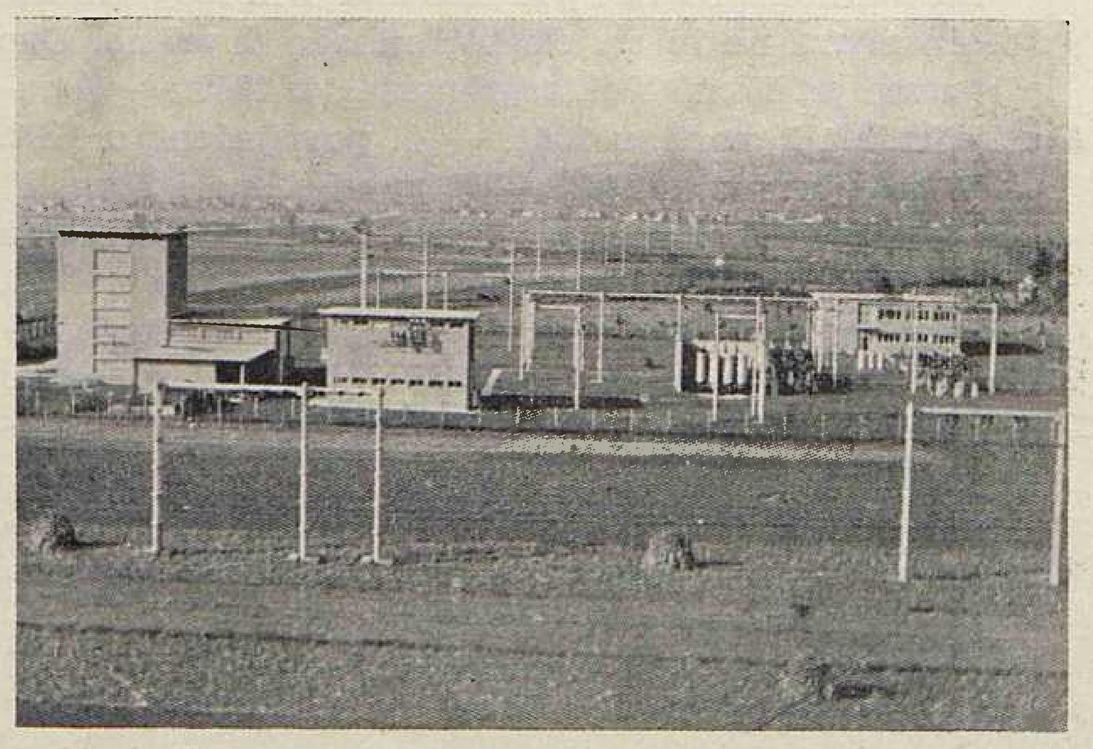
Posljednjih godina kao da se nešto u utrobi zemlje poremetilo. Kao da se negdje u dubinama ispod zemljine kore vrše neka golema preslojavanja. Paradoksalno je, da čovjek danas već ima tačne snimke površine Mjesečeve kore i da već pozna, tako reći, svaki krater stotine i stotine milijuna kilometara udaljenih planeta, a nema pojma o tome, što se zbiva u njegovoj najneposrednijoj blizini, tek par desetaka kilometara ispod njegovih nogu. Da to prouči, analizira i poduzme mjere opreza, da mu se ne dešava, da mu u jednom trenu budu uništena materijalna i kulturna dobra, što su ih stvarale stoljećima, pa i tisućljećima generacije i generacije najsvjetlijih umova čovječanstva.

Zemlja je još uvijek nemirna, već milijune i milijune godina, i tko zna koliko će još milijuna godina proteći dok se konačno smiri. Hoće li čovjek, ta neizmjerno sitna čestica koja plazi po njezinoj kori, ikada uspjeti da je do kraja upozna, da svojim umom konstruktivno djeluje na njezino preformiranje? Do sada je uspio jedino da djeluje destruktivno. Da ju, kad mu se god prohtije, neizmjernim snagama raznese u paramparčad. Svu, čitav globus, do zadnjeg kamenčića...

Uzdrmana zemlja ovaj se puta poigrala, na žalost, baš pod našim nogama. Prije tri godine oko Makarske, lanjske godine katastrofalnim potresom u Skoplju, ove godine — dne 13. travnja — u Slavoniji. Na dotle vesela i živahna slavonska sela, spustila se tuga i zabrinutost. Jer narod još uvijek živi u bojazni, da se strahota ne ponovi.

Epicentar potresa bio je na području Slavonskog Broda. Iako nije bilo brojnih ljudskih žrtava, materijalna je šteta ipak veoma velika. Ona ne ide u stotine milijarda, kako je to bio slučaj u Skoplju, ali je ipak znatna. Šteta je nanesena privredi, javnim objektima, školama i bolnicama, porušen je velik broj stambenih zgrada i društvenih objekata. Računa se da je u svemu oštećeno oko 90 privrednih organizacija, 75 škola i 5500 stambenih zgrada.

Naročito su stradala područja općine Slavonski Brod, Đakovo i Slavonska Požega. Situacija je znatno teža nego što se pretpostavljalo nakon prvih obavijesti.



TS Podvinje kod Sl. Broda

Za nas i naše čitatelje interesantno je, kako su se posljedice potresa odrazile na elektroprivredu i njena postrojenja.

Odmah nakon potresa, bila je već 18. travnja 1964. formirana kotarska komisija Skupštine Kotara Osijek, koja je imala pregledati sva elektroenergetska postrojenja. Prema procjeni komisije, koju je ona obavila vrlo savjesno, šteta na elektroprivrednim postrojenjima iznosi 108 milijuna i 325 tisuća dinara, a raspodijeljena je otprilike ovako:

Područje	Din
Slavonski Brod	84,500.000
Slavonska Požega	1,950.000
Đakovo	6,125.000
Vukovar	750.000
Naknadni troškovi	15,000.000

Komisija je obišla sva postrojenja na području poduzeća Elektroslavonija i podnijela iscrpiv izvještaj o svim štetama što ih je na elektroprivrednim objektima prouzročio potres.

Slavonski Brod

a) Objekti 35 kV

1) TS 35/10 kV Slavonski Brod je pojna tačka za čitavo područje Slav. Broda, za industriju »Đure Đakovića« i svih ostalih elektrificiranih naselja na tom području.

Objekat je uslijed potresa građevinski oštećen, bočni su zidovi popucali uzduž i poprijeko po čitavoj dužini, te se odvojili od osnovne konstrukcije zgrade na uglovima. Ove su raspukline vidljivije s unutrašnje zgrade nego s vanjske. U unutrašnjosti zgrade došlo je do manjih oštećenja i pucanja, a dvije poprečne grede pomakle su se sa svog prvotnog položaja.

S obzirom na važnost i značaj ovog objekta, kao jedinog izvora za ovo područje bilo bi potrebno izvršiti obimnije građevinske radove radi dovođenja objekta u normalno stanje i to što prije.

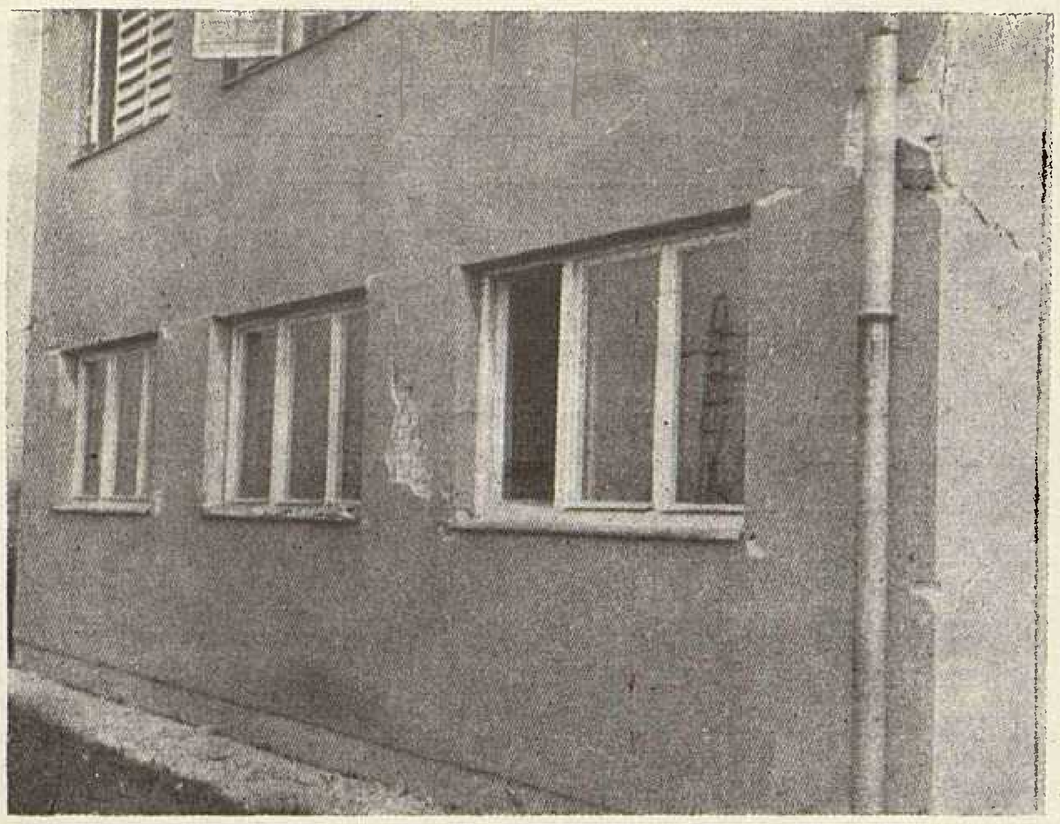
Veličina štete iznosi prema procjeni komisije 12 milijuna dinara.

2) TS 35/10 kV Bebrina je još u gradnji, pa prilikom pregleda nisu pronađena nikakva oštećenja.

b) Transformatorske stanice 10/0,4 kV

U većoj ili manjoj mjeri oštećeni su ovi objekti:

1) TS Naselje »Đure Đakovića« Slav. Brod
2) TS Podvinje
3) TS Podcrkavlje
4) TS Bukovlje
5) TS Klokočevik
6) TS Sibinj
7) TS Gornja Vrba
8) TS Strizivojna
9) TS Vrpolje — željeznica.



Oštećenja na zgradi komande TS Podvinje

Svi su ovi objekti oštećeni rasprsnućem zidova s manjim ili većim raspuklinama. Kod jednog dijela transform. stanica zidovi su se izbacili i to u mjestima Klokočevik, Podvinje, Bukovlje, Gornja Vrba, Podcrkavlje i Sibinj, te će u njima biti potrebno poduzeti veće građevinske radove ili graditi nove. Kod ostalih transformatorskih stanica štete se mogu otkloniti stanovitim građevnim zahvatima i izvjesnim vezivanjem naprslih dijelova s armaturom.

Šteta na svim ovim objektima iznosi 10 milijuna dinara.

c) Niskonaponska mreža

Pregledom objekata na terenu, te prema dobivenim podacima o uništenim i oštećenim zgradama utvrđena je šteta na niskonaponskoj mreži u ovim mjestima:

1) Sela: Brodsko Vinogorje — Podvinje — Grabarje — Podcrkavlje — Bukovlje — Vranovci — Sušijevci — Klokočevik — Trnjani — Sibinj — Tomica — Garčin — Selna — Donji Andrijevci — Gornja Vrba — Brodski Varoš — Gornji Andrijevci — Gromačnik — Slobodnica.

2) Slav. Brod: Partizanska ulica — Dombović livada — Podvinjska ulica — Kumičićeva ulica — Mali Pariz — Slavonska cesta — Istarska ulica — Dalmatinska ulica — Vinogradska ulica — Matoševićeva ulica — Ulica 1. Maja — Radnička i Metalčeva.

Prema dobivenim podacima na ovom se području nalazi oko 500 kuća za rušenje i 1500 oštećenih. Na svim ovim mjestima bit će potrebno prilikom rušenja ili rekonstrukcije kuća, gdje su mreže izgrađene na krovnim stalcima skinuti stupove i krovne stalke i ponovno ih postaviti. U mjestima pak, gdje su mreže izgrađene na drvenim stupovima, bit će potrebne manipulacije oko priključaka, koji su izvedeni na zabat.

U tu će svrhu biti potrebno:

800 komada ili 400 m³ impregniranih stupova od 9 m	14 milij. dinara
montaža i demontaža stupova	16 milij. dinara
1000 priključaka	10 milij. dinara
ukupno	40 milij. dinara

d) Brojila

Na čitavom području Slavonskog Broda ima 27.654 domaćinstava a od toga ih je elektrificirano 13.102. Brojila ima oko 10.000. Budući da su potresom bila zahvaćena i brojila to će ih trebati podvrći kontroli i ponovnom baždarenju. Baždarenje jednofaznog brojila s montažom i demontažom iznosi oko 2.000, a trofaznog oko 3.000 dinara. Predviđeno je da će biti

Armija postavlja šatore

potrebno podvrći kontroli i ponovnom baždarenju oko 50 % svih brojila tj. oko 5.000 komada, od čega 4.500 jednofaznih i 500 trofaznih.

Ukupni troškovi iznosili bi dakle 10,500.000 dinara.

Za vrijeme potresa najveći je dio ljudstva područnih ureda bio angažiran oko pregleda, iskapčanja raspleta mreže, kontrole te ostvarivanja minimalnih uvjeta za mogućnost stavljanja objekata pod napon. Na ovim intervencijama radilo je oko 50 ljudi područnog ureda sa voznim parkom kroz mjesec dana, što iznosi oko 7 milijuna dinara.

Budući da komisija nije mogla, prigodom pregleda elektroenergetskih postrojenja, predvidjeti sve neispravnosti, koje će se naknadno ustanoviti, to će i u tom pogledu biti potrebna daljnja detaljnija ispitivanja svih postrojenja, što će stajati otprilike daljnjih 5 milijuna dinara.

Slavonska Požega

Uslijed potresa došlo je do odronjavanja obala u dužini od 4 km između sela Derviš Age i HE Kuzmica, na kanalu Slavon. Požega — Kuzmica. Ovdje će biti potrebno čišćenje kanala i sifona, te utvrđivanje obala, što će iznositi oko 500 tisuća dinara.

Na čitavom području Slavon. Požege ima 19.723 domaćinstva od kojih je elektrificirano 9.833. Potresom je bilo zahvaćeno oko 600 brojila na kojima će trebati obaviti kontrolu i baždarenje, što će iznositi 1,200.000 dinara. Naknadne intervencije i kontrole računa se da će stajati daljnjih 250.000 dinara.

Na ostalim objektima na ovom području komisija nije pronašla oštećenja.

Đakovo

a) Transformatorska stanica 35/10 kV

Na TS 35/10 kV Đakovo ima manjih oštećenja na monijerkama, a zidovi i stepenice su naprsle. Svi popravci mogu se izvesti manjim građevnim zahvatima, što će iznositi oko 500 tisuća dinara.

b) Transformatorske stanice 10/0,4 kV

Na 10 kV postrojenjima primijećena su oštećenja na transformatorskim stanicama u Levanjskoj Varoši dok su u TS u Selcima mnogo manja. Troškovi odstranjenja kvarova nastalih potresom iznosit će oko 3 mil. dinara.

c) Niskonaponska mreža

Na području Đakova oštećenja su nastala na niskonaponskoj mreži u naselju Drašice u Đakovu, u mjestu Selcima i u Levanjskoj Varoši. Predviđeni troškovi iznose:

za 25 m³ stupova	875.000 dinara
za montažu i demontažu	100.000 dinara
za priključke oko	500.000 dinara

d) Brojila

Za kontrolu i ponovno baždarenje 500 jednofaznih i 50 trofaznih brojila trebat će oko 1,150.000 dinara.

Vukovar

Transformatorska stanica 35/10 kV

Na TS 35/10 kV Vukovar nastala su manja naprsnuća na monijerkama, na zidovima stanice, temeljima i na pregradnom zidu između transformatora. Sva ova oštećenja mogu se otkloniti manjim građevnim zahvatima uz trošak od cca 500.000 dinara.

Ostali troškovi oko intervencije i kontrole bit će oko 250.000 dinara. Na ostalim energetskim postrojenjima komisija nije naišla na oštećenja.

Općenito

1. Na vodu 30 kV Slavonski Brod — Požega komisija je obišla stupove broj 23 do 28 i 128 do 178, ali nije primijetila znakova odronjavanja ili klizanja zemljišta.

2. Čitav bazen poduzeća Elektroslavonija bio je uslijed potresa bez električne energije oko 2 sata.

Narod se sklonio pod šatore

Tako su izgledala slavonska sela nakon potresa

3. Vjerojatno će doći do nekih naknadnih otkrića na postrojenjima, a naročito na kabelskoj mreži 10 kV i na vodovima 10 kV. Od dana potresa pa sve do 22. aprila opskrba električnom energijom Broda tekla je više-manje normalno. Međutim je toga dana došlo do kvara na jednom kabelu, što je sigurno bila posljedica potresa. Dok ne dođe do smirivanja terena, vjerojatno će i dalje dolaziti do sličnih slučajeva.

Na ostalim područjima kotara Osijek za sada nema nekih oštećenja na elektroprivrednim objektima. Budući da su ta područja prilično udaljena od epicentra, izgleda da ih više neće ni biti.

Prva faza otklanjanja potresa je završena tj. uspostavljeno je osnovno snabdijevanje svih potrošača električnom energijom, gdje je to god bilo moguće.

Sada se radi na drugoj fazi, odnosno na dovođenju u normalno stanje postrojenja 35 i 10 kV i zahvatima na niskonaponskoj mreži te vodovima do brojila. Prema procjeni uništeno je oko 1500 kuća, a oštećeno — kako smo na početku spomenuli — oko 5500 kuća i velik broj drugih objekata. Neka će sela biti u 90 do 100 % srušena, iako prve procjene nisu davale takve rezultate. Štab Komune Slavonski Brod zamolio je elektroprivredu da predmetne mreže očuva, tj. da ih podupre stupovima na mjestima gdje se ruše kuće, a poslije izgradnje svakog porušenog objekta, da uspostavi normalno stanje (sve mreže su na krovnim stalcima!).

Problem je pitanje javne rasvjete, kako porušenih kuća tako i rasvjete privremenih smještaja stanovništva. Komisija nije uzela u obzir te investicije iako su momentano najneophodnije. Jednice JNA Sarajevske vojne oblasti, koje su bačene na ovo područje, te formirane radne brigade, mnogo su pomogle u zahvatima elektroprivrede, koja je sa svoje strane angažirala odgovarajuću stručnu radnu snagu sa čitavog svog područja.

Ne samo to! Poduzeće Elektroslavonija je angažiralo i sva svoja sredstva bez obzira za koju su svrhu bila namijenjena. Izvršno Vijeće Sabora Hrvatske predložilo je saveznim organima, da se za postradala područja u Slavoniji primijene isti kriteriji prilikom odobravanja kredita, kakvi su bili primjenjivani prilikom potresa u Makarskoj i Skoplju.

Pri kraju i nekoliko ljudskih riječi.

Nesreća, koja je zadesila našu Slavoniju, »zemlju plemenitu« sve nas je jednako zaboljela i svi mi s njome živo saosjećamo.

Stanovnici porušenih i oštećenih sela pokazali su doduše izvanrednu i divljenja vrijednu hrabrost i upornost, da bi nastavili normalan život i rad, pa ma i u najtežim uvjetima. Spasavaju svaku ciglu, svaki crijep, svaku gredu, svaki izolator, i odlučni su u tome, da — nakon dviju nacionalnih katastrofa koje su angažirale maksimalne napore svih naših naroda — upru sami i obnove svoja postradala sela i gradove vlastitim snagama. To »vlastitim snagama« predstavnici su Slavonije nekoliko puta naglasili.

Na nama je, međutim, da im dokažemo da je njihova nevolja i naša zajednička nevolja i da smo spremni za njih i za njihovu obnovu pridonijeti svaku žrtvu, da ublažimo i njima posljedice potresa, kao što smo i prije najpripravnije priskočili u pomoć i drugim, prije toga postradalim krajevima naše domovine.

Evo i broja tekućeg računa Fonda za pomoć postradalim krajevima kotara Osijek: 432-11-689/1.

Ernest Radetić

XIII kongres UNIPEDE u Skandinaviji

U Stockholmu u Švedskoj održan je od 23. do 30. VI. 1964. XIII Kongres UNIPEDE (Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique). To je internacionalno udruženje proizvođača i distributera električne energije kojemu je zadatak, da studira u internacionalnim okvirima sve probleme, čijim se rješenjem može poboljšati elektroprivredna djelatnost. U obzir dolaze npr. problemi iskorištenja postrojenja poboljšanja pogona, poboljšanja kvalitete električne energije, ekonomičnosti itd.

UNIPEDE nastoji izbjeći preklapanje obrade problema s ostalim srodnim internacionalnim organizacijama, kao npr. Svjetskom konferencijom za energiju (WPC), Internacionalnom komisijom za velike brane i Internacionalnom konferencijom za velike električne mreže (CIGRE). Prilično se približuju djelatnosti UNIPEDE i CIGRE, no bitna je razlika u tome, što prvo spomenuta organizacija promatra probleme s općeg elektroprivrednog, dok druga s potpuno tehničkog stanovišta.

UNIPEDE nije udruženje osoba, poduzeća ili nacionalnih komiteta, već udruženje organizacija koje u svojim zemljama predstavljaju elektroprivredu, tj. proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije. Prema važnosti i stupnju njihovog reprezentativnog karaktera te organizacije mogu biti aktivni ili pridruženi članovi. Jugoslavija je preko Zajednice jugoslavenske elektroprivrede aktivni član udruženja od 1958.

Gotovo svi članovi UNIPEDE su iz evropskih zemalja sto se obrazlaže time, što su problemi kojima se bavi UNIPEDE u tim zemljama prilično slični, pa se iskustva mogu lakše usporediti, a rjesenja primjenjivati.

Udruženjem UNIPEDE upravlja Upravni odbor (najviše 40 članova), čiji se članovi biraju iz organizacija koje su aktivni članovi udruženja. Predsjednika i potpredsjednika bira Upravni odbor na tri godine između svojih članova. Također se bira generalni opunomoćenik čija je zadaća, da koordinira rad organizacija unutar udruženja i da kontrolira rad sekretarijata koji vodi administrativne poslove.

Osim pitanja naročite važnosti, koja mora rješavati upravni odbor, studij sviju problema koji se pojavljuju u različitim granama elektroprirvede, povjerava se studijskim komitetima. Njih danas ima 8 i to su slijedeći:

Komitet za studij nuklearne energije,
Komitet za studij proizvodnje u termoelektranama,
Komitet za studij proizvodnje u hidroelektranama,
Komitet za studij velikih mreža i međunarodnog povezivanja sistema.
Komitet za studij distribucije
Komitet za studij tarifa,
Komitet za studij razvoja primjene električne energije,
Komitet za studij statistike.

Navedeni broj studijskih komiteta nije fiksan, već ovisi o aktueinosti i važnosti problema koje treba studirati. Članove studijskih komiteta određuje upravni odbor na prijedlog aktivnih članova, koji u svojim zemljama izaberu odgovarajuće stručnjake. Osim ovog redovnog postupka, upravni odbor može izabrati eminentne stručnjake i izvan članova udruženja.

Kad se pak pojavi neki novi problem, teško je odmah odrediti, da li je toliko važan da se osnuje novi studijski komitet pa je zgodno, da se najprije osnuje potkomitet ili radna grupa, koja će potpasti pod najsrodniji studijski komitet. Studijski komitet može, ako smatra potrebnim, osnovati za obradu specijalnih pitanja studijsku grupu, koja će razraditi problem prije nego što dođe pred studijski komitet. Rad potkomiteta, radnih i studijskih grupa vrlo je elastičan, kako bi rezultati rada bili što efikasniji. Svake tri godine UNIPEDE organizira internacionalni kongres, koji se uvijek održava u drugoj zemlji. Kongresu prisustvuje veliki broj stručnjaka, a posebno su pozvane ugledne ličnosti i predstavnici različitih internacionalnih organizacija koje surađuju s UNIPEDE.

Udruženje su 1925. osnovali predstavnici Francuske, Belgije i Italije, a prvi je kongres održan 1926. u Rimu (ostali kongresi: 1928 — Paris, 1930 — Bruxelles, 1932 — Paris, 1934 — Zürich — Lausanne, 1936 — Scheveningen, 1949 — Bruxelles, 1952 — Rim, 1955 — London, 1959 — Lausanne, 1961 — Baden-Baden, 1964 — Stockholm).

Ovogodišnji XIII kongres organizirale su skandinavske zemlje (Danska, Finska, Norveška i Švedska). Odaziv stručnjaka bio je vrlo velik. Prisustvovalo je oko 650 kongresista, sa 420 žena u pratnji, iz 21 evropske i 7 vanevropskih zemalja. Iz Jugoslavije je bilo 10 predstavnika i dvije žene u pratnji.

Program kongresa dijelio se, kako je do sada uvijek i uobičajeno, na dva dijela. Radni dio, s diskusijama o referatima, koji je održan u Stockholmu, i studijska putovanja po Skandinaviji.

Svečano otvorenje kongresa održano je 23. VI. ujutro u dvorani Konserthuset (koncertnoj palači) uz sudjelovanje Stockholmske filharmonije. Isti dan popodne počeo je radni dio kongresa. Radni dio se održavao od 23. VI do zaključno 26. VI u dvorani Folkets Hus, dnevno od 9 do 12,5 i od 14 do 17 sati. Referati, koji su već ranije poslani kongresistima, diskutirani su u grupama prema odgovarajućim studijskim komitetima.

Na diskusiji su bili slijedeći referati, koji su diskutirani redom, kako su navedeni:

Svečano otvorenje kongresa UNIPEDE u Stockholmu dne 23. VI. 1964.

Proizvodnja u termoelektranama

II 1. R. Ginocchio: *Iskustva u pogonu velikih agregata.*
II 2. F. Castelli: *Razvoj automatizacije agregata velike snage.*
II 3. G. Antro, J. Remeysen: *Dobivena iskustva o loženju mazutom i dodatni problemi.*
II 4. F. Hintermayer: *Izvještaj radne grupe za probleme kemije vode.*

Proizvodnja u hidroelektranama

III 1. T. Nilsson, L. Norlin: *Tehnički napredak u koncepcijama i izvedbama hidroelektričnih uređaja.*
III 2. E. Pfisterer: *Pumpno-akumulacione elektrane. Karakteristike, te tehničke i ekonomske mogućnosti.*
III 3. P. Delattre: *Tehnički i ekonomski napredak postignut upotrebom aksijalnih grupa u hidroelektranama s niskim padom.*
III 4. M. Fernet: *Poboljšanja postignuta u eksploataciji i održavanju hidroelektričnih uređaja.*

Medicinska grupa za nesreće uslijed električne struje

IX Izvještaj o radu grupe

Velike mreže i internacionalno povezivanje sistema

IV Opći izvještaj predsjednika komiteta.
IV 1. F. Cahen, P. Gaussens: *Studij razvoja prijenosne mreže vrlo visokog napona, promatrajući je s gledišta prelaza od 220 na 380 kV.*
IV 2. F. Cahen, B. Favez: *Regulacija frekvencije i izmjena snage u okviru internacionalnog povezivanja mreža.*
IV 3. J. Schaetzen: *Tendencije automatizacije ekonomičnog dispečiranja u Evropi.*
IV 4. B. Nordström, T. Johansson: *Proizvodnja i razdioba jalove energije u evropskim zemljama.*

Distribucija

V Generalni izvještaj predsjednika komiteta
V 1. P. Hertogs, R. Fritz: *Centralizirano daljinsko upravljanje u distributivnim mrežama. Tehnički i ekonomski aspekt.*
V 2. I. Michez: *Izvedba jedinstvenog napona u gradu od milijun stanovnika.*
V 3. P. Gaussens, D. Calvet: *Izvještaj o studiji o pojačanju distributivne mreže.*
V 4. C. Hill: *Sigurnost osoblja pri radu na mrežama.*
V 5. M. Westerberg, C. Hagson: *Iskustva dobivena mjerenjem polaganih promjera napona u nekim švedskim mrežama.*

Tarifiranje

VI Generalni izvještaj predsjednika komiteta.
VI 1. J. Fletcher: *Neki noviji razvoji tarifiranja u Švedskoj.*
Plaquette: *Opći principi tarifiranja električne energije.*

Nuklearna energija

I Uvod u radni sastanak studijskog komiteta.

Razvoj primjene električne energije

VII Generalni izvještaj predsjednika komiteta.
VII 1. G. Cova, L. Puiseux: *Razvoj primjene električne energije u industriji.*
VII 2. Radna grupa za poljoprivredu: *Razvoj primjene električne energije u poljoprivredi u području s više kultura.*
VII 3. J. de Félice, J. Catays: *Iskustva iz triju gradova (U vezi s razvojem konzuma prvenstveno sa komercijalnog gledišta).*
VII 4. J. de Félice: *Metode za predviđanje konzuma električne energije za srednje i dugo razdoblje.*

Statistika

VIII Generalni izvještaj predsjednika komiteta.
VIII 1. D. Jung: *Razdioba električne energije u godini.*
VIII a. Generalni izvještaj predsjednika potkomiteta: *Analiza dijagrama opterećenja*
VIII a1 E. Védère: *Usporedba istraživanja u vezi s dijagramom opterećenja grijanja vode i dijagramom opterećenja električnih štednjaka.*

Dakle, u radnom dijelu kongresa diskutiralo se o ukupno 32 referata iz različitih područja elektroprivrede. Jezici na sastancima UNIPEDE prvenstveno su francuski i engleski, a na ovom kongresu uzet je još i njemački. Na sva tri jezika vršili su se simultani prijevodi. Slušatelji su željeni jezik mogli birati posredstvom posebnih slušalica.

Za vrijeme radnog dijela kongresa nije bilo nikakovih stručnih pregleda ili ekskurzija, već samo izleti za dame iz pratnje.

Za učesnike su bila priređena dva prijema, jedan u Gradskoj vijećnici Stadshuset, a drugi u dvorcu Drottnigholm u blizini Stockholma, i svečani banket također u Gradskoj vijećnici. — Dne 26. VI. uvečer ili 27. VI. ujutro najveći dio kongresista krenuo je na studijska putovanja. Kako su domaćini ovog kongresa bile 4 zemlje Skandinavije, to su putovanja organizirana po tim zemljama. Bilo je više varijanata putovanja i to: 2 po Danskoj, 4 po Finskoj, 4 po Norveškoj i 5 po Švedskoj. Sva su putovanja trajala do 30. VI. uvečer, samo što je dužina puta bila različita. Putovanja je trebalo posebno platiti, ali su svote bile razmjerno niske prema onome, što su putovanja pružala.

Na kraju treba istaći gostoljubivost i susretljivost domaćina, koja je došla do punog izražaja u svim prilikama, i vrlo dobru organizaciju kongresa uopće.

Boris Markovčić, dipl. ing.

XX zasjedanje CIGRE u Parizu 1964

Ovogodišnje XX. zasjedanje međunarodne konferencije za velike električne mreže CIGRE (Conférence internationale des grands réseaux électriques) održano je od 1. do 10. lipnja po tradiciji u Parizu. Prema stanju na dan 1. svibnja lista prijavljenih učesnika pokazuje, da će zasjedanju prisustvovati 2.018 članova i delegata iz 55 zemalja sa svih kontinenata i 13 međunarodnih elektrotehničkih organizacija. Od toga otpada na Jugoslaviju 36 predstavnika, ne računajući ovamo naše građane stalno zaposlene u inozemstvu. Pretpostavlja se da je stvarni broj sudionika bio i nešto veći, radi naknadno prijavljenih i prispjelih učesnika. Dodamo li još da su brojni učesnici prispjeli u Pariz u pratnji svojih supruga, za čiju se razonodu i provod u Parizu brinuo posebni komitet za dame, moći ćemo bolje uočiti značaj i obimnost organizacije koja se je kroz dva tjedna besprijekorno brinula za udoban život i rad oko 3000 ljudi.

Život i rad učesnika za vrijeme zasjedanja sastojao se je od stručno-radnog i kulturno-zabavnog dijela. Prvi se odvijao unutar rada stručnih sekcija i međunarodnih studijskih komiteta te stručnih ekskurzija, dok se drugi sastojao iz prijema i postkongresnih ekskurzija.

Na zasjedanju su radile sve četiri sekcije CIGRE, ali sa samo 12 od ukupno 19 grupa. Kongresu je na diskusiju podnijeto 113 referata, među kojima i jedan iz Jugoslavije, te 12 posebnih referata grupa i 17 izvještaja studijskih komiteta od kojih 5 nije stavljeno na diskusiju, budući da odgovarajuće grupe nisu radile na ovogodišnjem zasjedanju. Sastanci su se održavali radnim danima kongresa dvokratno (prije podne i popodne), te je na sastancima stručnih sekcija pristup bio dozvoljen svim učesnicima kongresa, za razliku od sastanaka studijskih komiteta kojima su mogli prisustvovati samo članovi komiteta. Diskusije su se vodile na službenim jezicima, francuskom i engleskom, a simultani prijevodi u dvorani vršeni su osim na službene također i na njemački jezik.

Kako bi se dobio približni pregled o sadržaju i opsegu diskutirane materije prikazan je u slijedećem broj referata podnesenih na diskusiju po grupama pojedinih sekcija. Za zasjedanje je ukupno pripremljeno 142 referata.

1. Sekcija. Proizvodnja, transformacija i uklapanje struja. 45 referata

grupa 11 generatori	14 referata
grupa 12 transformatori	15 referata
grupa 13 sklopke	14 referata
grupa 14 ulja	1 referat
grupa 15 stanice	— referata
grupa 16 kondenzatori	1 referat

2. Sekcija. Konstrukcija, uzdržavanje i izolacija vodova. 40 referata

grupa 21 kabeli visokog napona	15 referata
grupa 22 stupovi i temelji	11 referata
grupa 23/24 zrač. vod. vibracije	9 referata
grupa 25 izolatori	5 referata

3. Sekcija. Pogon, zaštita i povezivanja mreže. 34 referata

grupa 31 zaštita i releji	7 referata
grupa 32 koncepcije i rad mreža	19 referata
grupa 33 grmljavine	6 referata
grupa 34 teletransmisije	1 referat
grupa 35 perturbacije	1 referat

4. Sekcija. Naponi iznad 220 kV. 23 referata

grupa 41 koordinacija izolacije	1 referat
grupa 42 izmjenične struje	15 referata
grupa 43 istosmjerne struje	7 referata

Na sastanku nisu bili diskutirani izvještaji studijskih komiteta za ulja, kondenzatore, teletransmisije, perturbacije i koordinaciju izolacije, iz već navedenog razloga. Konačno potrebno je napomenuti da pojedini referati radi svojeg sadržaja i značaja nisu bili stavljeni na diskusiju samo u jednoj sekciji, a što je osobito značajno jer su pojedine sekcije radile simultano, pa je tako svakom učesniku kongresa omogućeno da o tim referatima iznese svoje mišljenje. Radi velikog broja govornika diskusije su bile vremenski ograničene na 5 do 7 minuta.

Stručne ekskurzije održane su u četvrtak 4. lipnja, te je učesnicima kongresa omogućeno da uz posebnu naplatu posjete: Ispitni i istraživački centar EdF-a u Fontenay-u ili jednu od termoelektrana Montereau, Saint-Ouen odnosno Chartres.

Od kulturno-zabavnog dijela programa potrebno je svakako navesti prijem za sve učesnike u Cercle Interallié dne 3. VI uvečer te koktel-partiju u dvorcu Chantilly dne 6. VI. uvečer. Nadalje izlete u četvrtak 4. lipnja u Reims, Chartres, Rouen i Fontainebleau, te postkongresne ekskurzije u Bretagnu s posjetom elektrani Rance, koja iskorištava plimu i oseku mora, te u Touraine s posjetom nuklearne elektrane Chion.

Miroslav Jung, dipl. ing.

DRUŠTVENE I OSOBNE VIJESTI

Božidar Ribić, dipl. ing. — glavni sekretar Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Hrvatske

U elektroprivredi Hrvatske i našoj elektrotehnici uopće, ime ing. Božidara Ribića predstavlja već preko četrdeset godina jedan pojam. Pojam stručnjaka, organizatora i čovjeka.

Običaj je, da se o zaslužnim ljudima piše, kada stupaju na kakav visoki položaj, pa ih se predstavlja javnosti i ističe njihove kvalifikacije i sposobnosti. Ili im se, kad napuštaju položaj i silom prilika odlaze u mirovinu, odaje priznanje za ono što su stvorili.

Ovdje nije takav slučaj. Ing. Ribić je, doduše, već preko godinu dana u mirovini, a u elektroprivredi nije izravno već više od 13 godina, a ipak on je i danas, kao prije 45 godina — čovjek elektroprivrede s kojom radi i surađuje, bilo direktno kao njezin službenik, bilo indirektno kao suradnik ili javni radnik, koji je uvijek u toku s njezinom dinamikom i njenim potrebama.

Ing. Božidar Ribić rođen je u Varaždinu 26. XI 1895. Tamo je svršio osnovnu školu i gimnaziju. Iza toga odlazi na fakultet, gdje u Grazu i Beču studira elektrotehniku i strojarstvo. Diplomira godine 1918. Odmah nakon toga stupa u službu Jugosl. državnih željeznica u Zagrebu, gdje se mnogo bavi problemom elektrifikacije željeznica i ostalim željezničkim elektrotehničkim problemima, te slovi kao priznati stručnjak na tom području. Istodobno mnogo radi u radničkim željezničkim organizacijama, koje su se bavile socijalnim problemima željezničara. Kao takav dugo je godina u odboru željezničarskog »Konzuma«. Biran u gradsko zastupstvo redovno je, kao poznavalac ekonomske i tehničke strukture elektroprivrede grada Zagreba, živo surađivao u plinsko-električnom odboru.

Godine 1938 (19. IV) postaje direktorom tadašnje Gradske električne centrale, gdje je za najkraće vrijeme proveo temeljitu reorganizaciju i riješio čitav niz krupnih ekonomskih, tehničkih i personalnih problema na opće zadovoljstvo i osoblja i javnosti.

Za vrijeme rata napušta službu i radi samostalno, preuzevši zastupstvo švicarske firme Brown Boveri & Cie, Baden, sve do oslobođenja.

Godine 1945. ponovno se vraća u elektroprivredu i to u Glavnu upravu elektroprivrede (kasnije MINEL) i rukovodi pogonskim i komercijalnim sektorom sve do 1947, kada postaje direktorom zagrebačke Elektrane. Godine 1949. dolazi na čelo pogonskog sektora Glavne direkcije elektroprivrede Hrvatske u Zagrebu. Dne 16. veljače 1951. pozvan je u Savjet za industriju NR Hrvatske i postavljen je za glavnog energetskog inspektora, na kom mjestu ostaje sve do svog umirovljenja 30. IV 1963. i to redom: u Privrednom savjetu, Državnom sekretarijatu za poslove narodne privrede, te konačno u Sekretarijatu za industriju i građevinarstvo NR Hrvatske.

Uporedo s time ing. Ribić je uvijek aktivan u stručnim i društvenim organizacijama: Društvu inženjera i tehničara, Savjetu Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Upravnom odboru Instituta za elektroprivredu, Udruženju za održavanje strojeva, Jugoslavenskom nacionalnom komitetu CIGRE i dr.

Savez elektrotehničkih inženjera i tehničara Hrvatske, u kom je od prvog dana član upravnog odbora, izabrao ga je za tehničkog savjetnika i rukovodioca svoga sekretarijata. On je ujedno i predsjednik komisije za zaštitni znak.

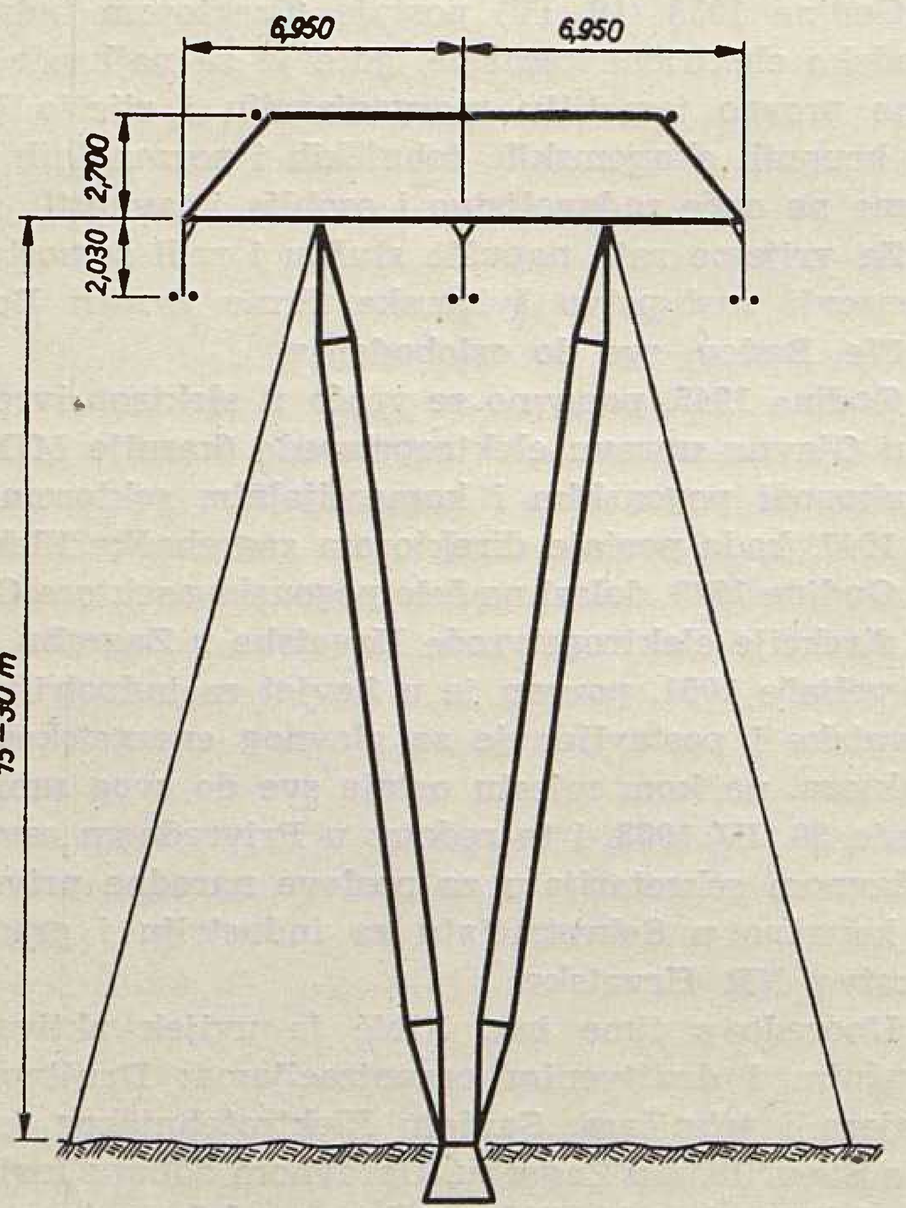
Kvalitete ing. Ribića doći će sigurno i na tom položaju do punog izražaja i mi mu, kao našem dugogodišnjem suradniku, čestitamo na tom postavljenju i želimo mnogo uspjeha i još dugi niz godina plodnoga i korisnog rada. *Redakcija »Energije«*

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Aluminijski stupovi za dalekovode

Svjetska proizvodnja aluminija, bez istočnoevropskih zemalja, iznosila je 1962. oko 3 900.000 tona, od čega je upotrebljeno u građevinske svrhe oko 790.000 tona. Pri tome je učešće SAD 77,6 %, Velike Britanije 3,5 %, Francuske 2,1 %, Savezne Republike Njemačke 3,4 %.

U SAD je do 1962. utrošeno 4300 tona aluminija za dalekovodne stupove, a od toga je 3000 tona utrošeno u 1962. Aluminijski stupovi se upotrebljavaju za dalekovode napona 138 i 345 kV. Naročito ekonomičnim se smatraju stupovi u obliku slova »V«, sa sidrima. Od 1960. godine izgrađena su četiri dalekovoda napona 138 kV sa 346 stupova »V«, sa sidrima (sl. 1) i četiri dalekovoda napona 435 kV sa 898 stupova (sl. 2). Dva dalekovoda napona 138 kV bila su u pogonu dulje od godinu dana, a jedan dalekovod napona 345 kV završen je u lipnju 1963. Svi ovi dalekovodi imaju dva vodiča u snopu. Pogonska iskustva s ovim dalekovodima su ograničena, ali nema razloga sumnjati da će zadovoljiti. Za buduće dalekovode još nije donesena konačna odluka, da li će se upotrijebiti klasična konstrukcija stupa ili sidreni stup. To će ovisiti o ekonomičnosti, uzimajući u obzir troškove izgradnje i uzdržavanja.



Sl. 1. Stup u obliku slova »V« sa sidrima za dalekovod napona 138 kV (mjere u m)

Za vrijeme gradnje gore spomenutih dalekovoda došlo je kod nekih stupova do pojave vibracije, što se pripisuje uglavnom pomanjkanju iskustva s aluminijskim konstrukcijama. Teški problem predstavljale su torzione vibracije na vanjskom kraju konzole. Rješenje je pronađeno pomoću ispitivanja u tunelu s malim brzinama vjetra, pri čemu je model bio u prirodnoj veličini. Rješenje se je sastojalo u upotrebi dijelova simetričnih presjeka i kraćih nepoduprtih dužina.

Do upotrebe sidra je došlo zbog velikih sila uzgona i zbog svladavanja različitih uvjeta nosivosti tla. Neke od procijenjenih ušteda sidrenih konstrukcija su otpale, zbog poskupljenja troškova temeljenja. Neka ispitivanja temelja sidrenih stupova su pokazala da se dobiveni rezultati ne slažu s pretpostavkama. Stoga su izrađeni i ispitani novi temelji, koji su zadovoljili, ali su nešto povećani troškovi.

U početku se pretpostavljalo da će biti poteškoća s dobivanjem dozvola za izgradnju dalekovoda sa stupovima u obliku slova »V« sa sidrima, zbog izgleda stupova i zbog činjenice da stupovi sa četiri sidra zauzimaju veću površinu od stupova bez sidra. Kod poljoprivrednih površina bilo je nekih problema, koji međutim nisu poskupili gradnju.

I u Evropi već ima nekoliko primjera upotrebe aluminijskih legura za stupove dalekovoda. Nedavno je u Finskoj izgrađen dalekovod napona 220 kV sa oko 350 stupova. U Saveznoj Republici Njemačkoj se grade prva dva aluminijska stupa za priključni vod 110 kV.

Kod upotrebe aluminijskih legura za stupove, postižu se uštede na težini oko 50 %, kod uobičajenih konstrukcija stupova, dok je ta ušteda i 70 % kod stupova sa sidrom.

Prednosti konstrukcija od aluminijskih legura jesu: ekonomična proizvodnja profila, povoljni postupci obrade, mala težina uz veliku mehaničku čvrstoću i otpornost prema koroziji i kiselinama. Otpadaju troškovi premaza i uzdržavanja. Zbog smanjene težine smanjuju se transportni troškovi, što naročito dolazi do izražaja kod teških transportnih uvjeta.

Nepovoljno utječu veliki proizvodni troškovi aluminijskih legura, koji su djelomično uvjetovani konjunkturom, a koji će se moći smanjiti povećanjem potreba i poboljšanjem metode proizvodnje. Relativno mali modul elastičnosti aluminijskih legura uvjetuje veći utrošak materijala, što se može djelomično kompenzirati izborom pogodnih oblika profila i specijalnim projektima stupova.

Pri projektiranju dalekovodnih stupova treba uzeti u obzir svojstva aluminija. Osim toga utječu veći proizvodni troškovi stupova od aluminijske legure na optimalni raspon dalekovoda, koji su u ovom slučaju veći nego kod dalekovoda s čeličnim stupovima.

U Njemačkoj se projektiraju konstrukcije od aluminijskih legura na osnovu standarda DIN 4113 »Aluminij u visokogradnji, smjernice za proračun i izvođenje građevnih dijelova od aluminija«.

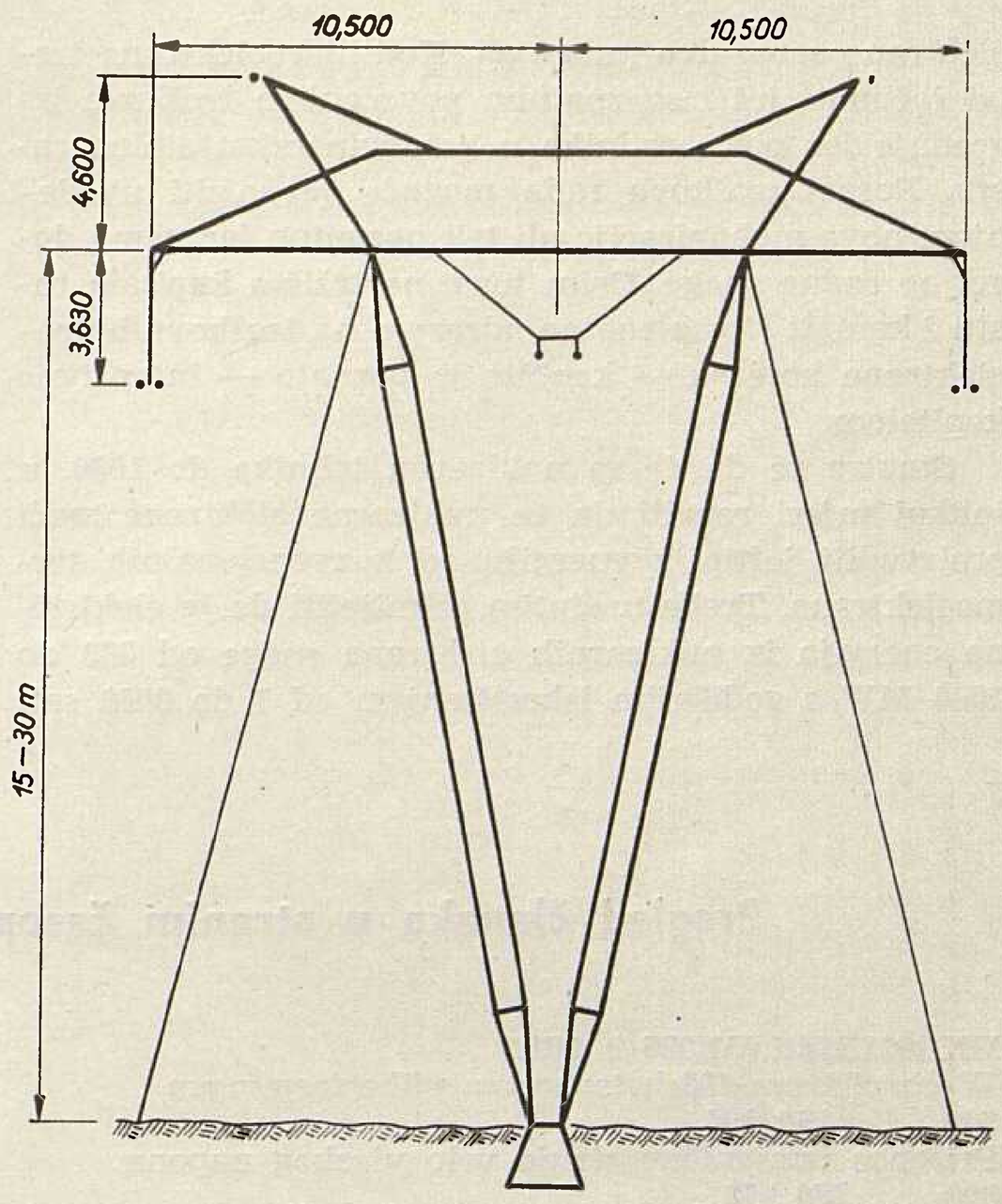
Stupovi dalekovoda izrađuju se od aluminijske legure AlMgSi 1F32 ili od slične legure. Karakteristični podaci aluminijske legure uspoređeni su u tablici s odgovarajućim vrijednostima za čelik 37.

Usporedba važnih vrijednosti čvrstoće za normalne profile

Materijal	Vlačna čvrstoća kp/mm²	Granica popuštanja σ 0,2 kp/mm²	Modul elastičnosti λ_p kp/mm²	Plastično područje	Specifična težina kg/dm²
Aluminijska legura AlMgSi 1F32	32 — 38	26	7000	< 85	2,7
elik 37	37 — 45	24	2100	< 104	7,85

Iz tablice se vidi da su relativno povoljne početne vrijednosti kod vlačnog naprezanja i naprezanja na savijanje, dok naprezanja na izvijanje aluminijskih profila, uz isti stepen vitkosti, iznad granice proporcionalnosti, iznose samo $^1/_3$ odgovarajućih vrijednosti čeličnih profila. Ispod ove granice proporcionalnosti, kod kojih za aluminij odgovaraju manje vrijednosti λ_p nego za čelik, brzo rastu aluminijska naprezanja na izvijanje i dostižu za $\lambda < 20$ veće vrijednosti nego čelični profili iste granice popuštanja. Dakle kod konstrukcija od aluminijskih legura treba svrsishodnim oblikovanjem postići što manje vrijednosti λ. Mali modul elastičnosti uzrokuje i veće progibe, tako da kod štapova opterećenih na savijanje treba odabrati jače profile ili smanjiti duljinu izvijanja, da se postignu veći momenti tromosti.

Otpor koroziji aluminija i aluminijskih legura je znatno veći nego čelika. Opsežna ispitivanja su pokazala da je gubitak na težini uslijed korozije kod aluminijskih legura znatno manji nego kod čelika. Približno nakon dvije godine stvaraju se na aluminiju i aluminijskim legurama prvi površinski slojevi, koji sprečavaju daljnji razvitak korozije.



Sl. 2. Stup u obliku slova »V« sa sidrima za dalekovod napona 345 kV (mjere u m)

Usporedba troškova dalekovoda izgrađenih s čeličnim i aluminijskim stupovima u Njemačkoj pokazuju da zasada nema ekonomskih prednosti kod upotrebe aluminijskih legura. Konačna odluka moći će se donijeti tek u toku idućih godina, uzimajući u obzir najpovoljniji raspon i daljnji razvoj konstrukcije stupa, proizvodnje, montaže i održavanja. U posebnim uvjetima, kao što su na primjer područja gdje dolazi do jake korozije ili gdje su vrlo teške transportne prilike, može već i sada biti opravdana upotreba stupova od aluminijske legure.

Literatura

1. H. Mors, Aluminiummaste für Freileitungen, ETZ-B, sv. 16 (1964), br. 7.
2. E. Zobel, C. Zimmermann, Guyed Aluminium V. Tower Faults Corrected, Electrical World, 1964, sv. 161, br. 1.

Karlo Fišer, dipl. ing.

Struktura potrošnje energije u Švicarskoj

Prema referatu A. Winigera, koji je održan novembra 1963. u Luzernu, struktura potrošnje energije u Švicarskoj za 1962. godinu izgleda ovako:

nafta	52 %
ugljen i plin	20 %
drvo	4 %
hidroenergija	24 %

Domaći energetski izvori samo su hidroenergija i drvo. Pretežni dio svojih energetskih potreba Švicarska pokriva iz uvoza. Budući da je izgradnja raspoloživog hidroenergetskog potencijala već pri kraju, Švicarska će prirast svojih energetskih potreba pokrivati sve više termoenergijom, a u periodu između 1975. do 1980. isključivo termoenergijom. Prema savim grubom proračunu proizlazi da su specifični troškovi investicija po instaliranom kW hidroelektrana tri puta veći od specifičnih troškova investicija po instaliranom kW termoelektrane na loživo ulje, dok su za nuklearnu

elektranu samo dva puta veći. Kod hidroelektrana treba računati još i sa znatnim povećanjem troškova izgradnje jer plaće radnika u građevinarstvu stalno rastu. Porast troškova rada moguće je sniziti uvođenjem nove mehanizacije ali tek neznatno jer nema dovoljno radne snage. Osim toga, na tržištu kapitala rastu i kamati što se znatno odrazuje na troškove hidroelektrana koje su — kao što je poznato — intenzivne kapitalom.

Smatra se da će se nuklearna tehnika do 1980. u tolikoj mjeri razviti da će nuklearne elektrane moći proizvoditi jeftiniju energiju od konvencionalnih termoelektrana. Treba međutim primijetiti da je električna energija iz nuklearnih elektrana snage od 300 do 1000 MW s godišnjim iskorištenjem od 7 do 8000 sati već danas konkurentna električnoj energiji iz konvencionalnih termoelektrana koje nisu izgrađene neposredno na rudniku.

Dr Viniger preporuča da Švicarska izgradi do god. 1980. još preostali hidroenergetski potencijal, da poveća uvoz električne energije, da izgradi konvencionalne termoelektrane, kako na vlastitom području tako i u susjednim državama na principu zajedničkih ulaganja (tzv. dvovlasničke elektrane) a da 1971/72. godine izgradi svoju prvu komercijalnu nuklearnu elektranu snage 200 do 300 MW a nakon tri do pet godina još jednu iste snage kao početak uvođenja nuklearne energije u elektroprivredu Švicarske.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

DK 621.315.1.051.025 : 061.3
Wechselstrom-Höchstspannungsübertragungen 500 . . . 750 kV
Prijenos izmjenične struje vrlo visokog napona 500 . . . 750 kV
W. Wanger
Bull. SEV 55 (1964), br. 9, S. 419.

DK 621.315.66 (480)
Guyed Tower in Finnish Transmission Network (Verankerte Maste im Übertragungsnetz Finnlands)
Usidreni stupovi u prijenosnoj mreži Finske
L. Haro
ÖZE 17 (1964), br. 4, 172—182.

DK 621.315.66
Die Bestimmung des Gewichtes von Fachwerkmasten auf Grund der Gestalt- und Belastungsparameter
Određivanje težine rešetkastih stupova na osnovu parametara oblika i opterećenja
L. Martini
Energietechnik 14 (1964), br. 4, 150—155.

DK 621.315.1
Switching Surges and Arrester and Gap Performance During 200 — Kv Line-Dropping Tests
Prenaponi isklapanja i pojave na odvodnicima i iskrištima kod pokusa na vodu 200 kV
W. N. Rothenbuhler
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 312—320.

DK 621.315.1
Results from the First Year Operation of Project EHV
Rezultat jednogodišnjeg pogona projekta EHV
P. A. Abetti
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 968—977.

DK 621.315.1
The Electrical Properties of Single-Layer Aluminium Conductors. Steel Core Wires with Heavy Aluminium Coating
Električna svojstva jednoslojnih aluminijskih vodiča s jezgrom od čeličnih žica presvučenih jakim slojem aluminija
C. H. Jensen
AIEE Transactions 81 (1962), P. III. 27—34 .

DK 621.315.2
The British 275 kV Cable Testing Station at Staythorpe, Nottinghamshire, England
Britanska kabelska ispitna stanica 275 kV u Staythorpeu u Engleskoj
C. C. Barnes
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 484—492.

DK 621.315.1
Probability Method for Determining Insulation of EHV Lines
Metoda vjerojatnosti za određivanje izolacije na vodovima vrlo visokog napona
W. H. Creary
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 192—200.

DK 621.315.2
Long Cable Lines-Alternating Current with Reactor Compensation or Direct Current
Dugačke kabelske linije izmjenične struje s reaktorskom kompenzacijom ili istosmjernom strujom
J. J. Dougherty
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 169—182.

DK 621.315.1
Performance of 161 kV and 115 kV Transmission Lines
Karakteristike prijenosnih vodova 161 i 115 kV
F. Chambers
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 431—460.

DK 621.316.54.064.31
Die Spannungsbeanspruchung von Hochspannungs-Hochleistungsschaltern beim Ausschalten von Abstandskurzschlüssen
Naponsko naprezanje visokonaponskih sklopki velikih snaga kod iskapčanja distantnih kratkih spojeva
G. Kummerov
Siemens-Z. 38 (1964), br. 5, 350—356.

DK 621.316
220 kV Innenraumschaltanlagen
Unutarnja rasklopna postrojenja 220 kV
W. Schrinner
Energietechnik 14 (1964), br. 3, 123—126.

DK 621.316.1.015.3
Betriebsfrequente Überspannung und Koordination der Isolierung an Höchstspannungsnetzen
Prenaponi pogonske frekvencije i koordinacija izolacije u mrežama vrlo visokih napona
J. Jirku
Energetika 14 (1964), br. 4, 158—164.

DK 321.316.13.027.838
Der 380 kV Halbring um Hamburg
Poluprsten 380 kV oko Hamburga
H. Sidau
ÖZE 17 (1964), br. 4, 162—167.

Stavljen je u pogon prvi agregat hidroelektrane Aschach na Dunavu. U prisutnosti saveznog predsjednika Austrije dra Adolfa Schärfa stavljen je u pogon 27. septembra 1963. prvi agregat Hidroelektrane Aschach na Dunavu. Investitor je Österreichische Donaukraftwerke AG.

Hidroelektrana Aschach na Dunavu, izgrađena na inicijativu prof. dr dr h. c. O. Vasa, najveća je protočna hidroelektrana zapadne i srednje Evrope. Imat će 4 agregata snage 282 MW i godišnju proizvodnju od 1690 GWh. Hidroelektrana Aschach je treća hidroelektrana Austrije na Dunavu. Prije nje su izgrađene: dvovlasnička austrijsko-bavarska Hidroelektrana Jochenstein s 940 GWh i Hidroelektrana Ibbs-Persenbeug s 1225 GWh godišnje proizvodnje.

Visokonaponski vod Konti-Skan ulazi u pogon sredinom 1965. Visokonaponski vod istosmjerne struje napona 250 kV od Göteborga na zapadnom dijelu Švedske i elektroenergetskog sistema SR Njemačke preko Aalborga, na sjevernom dijelu Jyllanda, i Skaerbaeka, nazvan KONTI-SKAN (Kontinent-Skandinavija) bit će stavljen pod napon sredinom 1965. Ovom vezom razmjenjivat će se električna energija između zemalja Skandinavije te Danske, Nizozemske i SR Njemačke. Investicije će iznositi 7 milijuna funti sterlinga od kojih polovicu plaća Švedska. Države sjeverne Evrope: Danska, Finska, Norveška i Švedska osnovale su 1963. svoju asocijaciju za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije koja nosi naziv NORDEL. Ocjenjuje se da će ova asocijacija nacionalnih elektroenergetskih sistema sjeverne Evrope imati u kooperativnoj proizvodnji snagu od preko 20 milijuna kW i proizvodnju od preko 100 milijarda kWh. Razmjena energije vezom KONTI-SKAN moći će se vršiti u oba smjera što je naročito važno radi vremenske nepodudarnosti vršnih opterećenja ovih zemalja.

Australija će izgraditi više hidroelektrana na bazi energije plime i oseke. Na obalama zapadne Australije planira se izgradnja većeg broja hidroelektrana na bazi energije plime i oseke. Plimovanje na tom području iznosi 12 metara. Pomoću energije ovih hidroelektrana podiglo bi se do sada još nenastanjeno područje Kimberleya. Energetičari smatraju da bi veći broj ovih hidroelektrana mogao dati pedeset puta više električne energije nego sve postojeće elektrane Australije. Poslovne godine 1960/61. u Australiji je proizvedeno 25.072 GWh električne energije od toga 20.344 GWh u termoelektranama. Unatoč izgradnji većeg broja velikih hidroelektrana — u okviru »Snowy-Mountains-Projecta« (projekt izgradnje hidroenergetskog potencijala Snježnih Alpa Australije na kojem surađuju i projektanti Norveške) — pretežni dio proizvodnje električne energije dat će termoelektrane. Australija podiže velike termoelektrane na rudnicima mrkog ugljena s dnevnim kopom. Australija raspolaže bogatim zalihama ugljena. Ima 33,9 milijarda tona kamenog i 34,3 milijarda tona mrkog ugljena i lignita s godišnjom proizvodnjom od 23 milijuna tona kamenog i 16 milijuna tona mrkog ugljena. Elektroprivreda troši godišnje 5,9 milijuna tona kamenog i 11,2 milijuna tona mrkog ugljena (od toga je 0,9 milijuna tona briketirani mrki ugljen). Osim toga, elektroprivreda Australije troši još 365 tisuća tona loživog ulja, 125 tisuća tona drva i 25 tisuća tona koksa.

Najveća elektrana Australije je termoelektrana Yallourn snage 642,5 MW. Locirana je kraj rijeke Latrobe (Gippsland-Victoria) na rudniku mrkog ugljena s dnevnim kopom.

Opada udio proizvodnje hidroelektrana u ukupnoj proizvodnji električne energije. Predstavnik Ekonomske komisije OUN za Evropu (ECE) u Ženevi izjavio je da u većini evropskih država opada udio proizvodnje hidroelektrana u ukupnoj proizvodnji električne energije. Sve veći dio proizvodnje preuzimaju termoelektrane, što prema istoj obavijesti iz ECE pokazuje naročito dinamika strukture proizvodnje električne energije u Austriji, Francuskoj, Irskoj, Italiji i SR Njemačkoj.

Povećanje proizvodnje nafte u svijetu. Ukupna proizvodnja nafte u svijetu iznosila je u prvom semestru 1963. godine 641 milijuna tona ili 8,3 % više od istog razdoblja prošle godine. Između 1950. i 1962. prosječni godišnji porast proizvodnje nafte u zemljama Zapada iznosio je za razdoblje januar-juni 7,9 % dok je u socijalističkim zemljama iznosio 10,5 % (ukupna proizvodnja 109,8 milijuna tona).

Najveći proizvođač nafte u svijetu SAD povećao je proizvodnju u prvom polugodištu 1963. za 2,2 % odnosno na 183 milijuna tona. U ukupnoj svjetskoj proizvodnji nafte SAD su prije 10 godina učestvovale s preko 50 % dok je u 1963. njihovo učešće u svjetskoj proizvodnji nafte palo na ispod 1/3.

Sovjetski Savez je u prvom semestru 1963. proizveo oko 100 milijuna tona nafte. Bude li Sovjetski Savez povećao svoju proizvodnju nafte po sadašnjoj stopi rasta onda će 1970. proizvoditi 300 milijuna tona godišnje.

Zemlje Srednjeg istoka također su 1963. povećale svoju proizvodnju nafte. Ukupna proizvodnja nafte iznosila je u prvom semestru 171,3 milijuna tona odnosno 13,6 % više nego u istom periodu prošle godine.

Hidroelektrana Švicarske neće moći pokriti konzum u 1967/68. godini. Prema izjavi dra H. Bergmaiera, predsjednika »Elektro-Watt Elektrische und Industrielle Unternehmen AG«, Zürich, švicarske elektrane, kako postojeće tako i one u izgradnji a i one posljednje koje su u planu izgradnje, neće moći 1967/68. pokriti potrebe potrošača električne energije u zemlji. Zbog toga treba do 1973. godine — kada će nuklearne elektrane biti već u mogućnosti dati ekonomičnu proizvodnju — izgraditi odgovarajući broj konvencionalnih termoelektrana na loživo ulje ili ugljen u blizini konzumnih centara.

UKAEA usmjerava razvoj i primjenu nuklearne energije Velike Britanije. S obzirom na sve veći razvoj nuklearne energije i njezin sve veći privredni značaj u Velikoj Britaniji, potrebno je bilo osnovati jedno upravno tijelo koje će usmjeravati razvoj i primjenu nuklearne energije. U tu svrhu osnovana je 1. VIII 1954. godine UKAEA = United Kingdom Atomic Energy Authority (Uprava za atomsku energiju Ujedinjenog Kraljevstva).

UKAEA je autonomna javna korporacija odgovorna parlamentu. Nalazi se pod direktnom kontrolom predsjednika vlade. U poslovnoj 1961/62. godini raspolagala je s 220 milijuna dolara. Ima 4 radne grupe i to: 1. Grupa za istraživanja, 2. Grupa za razvoj i tehniku, 3. Grupa za proizvodnju i 4. Grupa za atomsko oružje. UKAEA surađuje s Upravom za elektroprivredu (Central Electricity Authority) i s organima industrije za izgradnju atomskih elektrana.

Svjetske zalihe fisionog materijala za vojne svrhe. Nagomilane zalihe fisionog materijala za vojne svrhe bile bi dovoljne da se opskrbi 3000 nuklearnih elektrana po 200 MW. To je dva puta veća snaga od svih postojećih elektrana na svijetu.

Daniel Feöcze

NOVE KNJIGE I ČASOPISI

Voprosy avtomatiki i relejnoj zaščity energetičeskih sistem. Izd. Akad. nauk USSR 1963, 204 strane. Cijena 82 kop.

Uvođenje automatike u objekte elektroenergetskih postrojenja diktira prirodna potreba, jer se uslijed sve većeg njihovog razvoja nužno postavljaju zahtjevi kako za sigurnošću, tako i za ekonomičnošću rada. Potreba za ujedinjavanjem i međusobnim ispomaganjem (uvođenje i telemehanike) pojedinih elektroenergetskih izvora naročito postavlja u prvi plan gornje zahtjeve radi osiguranja proizvodnje, prenosa i distribucije električne energije.

Institut za elektrotehniku Akademije nauka USSR zahvatio je kompleksno u širok krug ovih problema, koji se odnose na teoriju stacionarnih i prelaznih režima energetskih sistema, no opću teoriju automatske regulacije, na matematičko i fizikalno modeliranje, kao i na konkretno konstruiranje. Rezultati ovih radova i ispitivanja u toku posljednjih nekoliko godina izloženi su u navedenoj knjizi, koja nema formu jedne cjelovite knjige, nego predstavlja zbornik o pojedinim pitanjima iz automatike, telemehanike i relejne zaštite.

Jedan dio radova iz zbornika obrađuje prelazne procese u krugovima zaštite velikih generatora, teoriju strujnih transformatora potrebnih za tu zaštitu, a također i osobitosti rada strujnih transformatora pri prelaznim procesima. Drugi dio radova posvećen je pitanjima automatske regulacije (automatski regulator uzbude velikih sinhronih motora, klasifikacija sistema automatske regulacije itd.). Treći dio radova sadrži razradu, prvog u SSSR, sistema cirkularnog teleupravljanja energetskog sistema sa dojavom po vodičima električne mreže.

Iza svakog članka nalazi se popis upotrebljene literature.

M. Vujnović

H. H. Meinke, *Elektromagnetische Wellen.* Springer-Verlag Berlin / Göttingen / Heidelberg 1963, 175 strana, 89 slika i crteža, kartonski uvez. Cijena DM 7,80.

Gornja knjižica predstavlja historijski prikaz razvoja ljudskog saznanja o biti elektromagnetskih valova, kao i njihova iskorištavanja u svakodnevnom životu — naročito u svrhu prijenosa vijesti bežičnim putem. Djelo nema namjeru da ulazi u teoriju, niti da objašnjava to područje detaljnije, nego idući historijskim putem objašnjava fizikalni smisao pojedinih ideja mnogih pionira na tom području.

Iako elektromagnetske pojave igraju važnu ulogu u zbivanjima našeg svijeta, njihova je priroda relativno kasno otkrivena. Razlog tome leži u činjenici da su za tu svrhu potrebna komplicirana sredstva. Historijski tok ovih spoznaja teško je pratiti, jer on teče već milenijima od prvih iskustava o »čudnovatim« svojstvima jantara, magnetne rudače, munje i slično, pa preko spoznaje o postojanju valova kod vidljive svjetlosti, sve do modernih saznanja o suštini, proizvođenju i iskorištavanju elektromagnetskih valova za svrhe radija, televizije, radara i drugog.

U knjizi je historijski obuhvaćen vremenski period od nekoliko stoljeća unatrag, od prvih pokušaja tumačenja suštine vidljive svjetlosti (teorija etera: svjetlost je elastično titranje »svjetlosnog etera« — hipotetske nematerijalne supstancije), pa sve do najnovijeg doba. Koja su područja pri tom obuhvaćena neka pokažu naslovi poglavlja: Eter svijeta i Maxwellove pomačne struje, Eksperimentalna potvrda Maxwellove teorije, Naše današnje shvaćanje fizike elektromagnetskih valova, Prvi pokušaji bežičnog prijenosa, Tehničke osnove odašiljanja i primanja (odašiljači, prijemnici i njihove antene), Širenje elektromagnetskih valova u blizini zemlje. Elektromagnetski valovi u dojavnoj tehnici, Radiolokacija, Vođeni valovi (valovodi, koaksijalni kabeli).

M. Vujnović

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE OŽUJAK I TRAVANJ 1964.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru						Razmjena			Ukupno (5-9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. 1963.	161.874	20.652	1.389	14.895	163.263	35.547	49.170	23.339	— 17.068	254.251
6. 1963.	152.132	29.551	1.591	13.810	153.723	43.361	46.280	26.271	— 19.382	250.253
7. 1963.	101.170	74.661	847	14.269	102.017	88.930	60.906	4.567	— 9.617	246.803
8. 1963.	119.639	70.772	659	16.052	120.298	86.824	71.400	— 14.844	49	263.727
9. 1963.	193.928	37.457	966	16.734	194.894	54.191	46.169	— 57.806	17.365	254.813
10. 1963.	199.165	56.871	1.145	25.384	200.310	82.255	10.701	— 11.459	5.864	287.671
11. 1963.	112.658	61.789	967	21.261	113.625	83.050	80.705	2.345	— 5.264	274.461
12. 1963.	220.022	51.148	1.580	15.762	221.602	66.910	6.227	42.570	— 8.304	316.551
Ukupno 1963.	2,194.993	579.964	16.416	190.207	2,211.409	770.171	197.909	149.990	— 62.718	3.266.761
1. 1964.	196.057	65.926	1.220	13.278	197.277	79.204	— 48.376	92.259	— 140	320.224
2. 1964.	144.860	74.022	1.472	14.970	146.332	88.992	7.178	24.343	— 306	266.539
3. 1964.	212.955	58.396	2.236	17.598	215.191	75.994	— 17.846	26.199	— 4.249	295.289
4. 1964.	216.089	36.113	2.042	16.238	218.131	52.351	— 24.455	49.506	— 13.840	281.693
Ukupno 1 — 4. 1964.	769.961	234.457	6.970	62.084	776.931	296.541	— 83.499	192.307	— 18.535	1,163.745

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece ožujak i travanj 1964.

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Veljača	Ožujak	Travanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	78,9	10.027	8.907	36.765	113,5	170,6	81,4	17,0	15,7	—	—
		Gojak	48,0	21.481	23.839	61.049	78,3	83,5	71,5	59,2	68,5	—	—
		Ozalj	5,1	2.793	2.777	8.257	100,0	84,8	87,3	73,0	72,0	—	—
		Kraljevac	67,0	16.183	16.094	44.119	85,2	71,0	52,9	32,6	40,6	—	—
		Peruća	42,0	3.826	3.607	25.065	36,5	22,6	42,8	12,6	12,0	—	—
		Split	224	139.328	142.620	529.152	101,5	100,5	92,6	92,8	91,7	—	—
		Manojlovac	20,5	15.367	14.411	51.038	102,6	100,5	89,6	86,0	83,0	—	—
		Jaruga	5,5	3.950	3.834	14.516	99,8	100,3	94,1	96,6	93,0	—	—
	TE	Zagreb TO*	64,9	35.830	20.011	140.316	106,0	152,6	137,2	75,0	43,0	...	...
		Zagreb	10	939	1.572	5.704	94,0	—	116,9	7,4	12,7	...	...
		Jertovec	36,0	15.492	10.942	60.650	108,5	126,7	108,7	52,3	38,1	4.074	4.105
		Vlaška	8,0	3.401	1.696	13.885	149,0	—	161,6	57,1	29,4	...	...
		Rijeka	7,2	2.734	1.893	11.082	—	—	252,0	51,4	36,4	...	...
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	2.541	3.659	9.236	166,0	275,4	164,0	19,3	29.3	...	...
		Sladorana, Županja	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. komb., Borovo	6,0	1.574	2.048	6.099	76,0	109,0	76,2	35,2	47,5	...	...
		Željezara, Sisak	5,5	3.650	2.112	12.471	106,0	185,4	107,8	89,9	53,0	...	...

1 Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1963 = 100.
2 Kod hidroelektrana iskazano je iskorišćenje voda, a kod termoelektrana iskorišćenje kapaciteta.

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece ožujak i travanj 1964.

Elementi energetske bilance	Ožujak		Travanj		Od početka god.		Indeks 1963 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Ožujak	Travanj	Od početka god.
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	264.610	75,1	245.591	71.0	978.872	71,3	95,2	95,0	88,1
Proizvodnja industrijskih elektrana	20.834	6,0	18.280	5,3	70.054	5,2	131,0	138,2	118,5
Ukupna proizvodnja na generatoru	285.444	81,1	263.871	76,3	1,048.926	76,5	98,0	96,0	89,6
Nabava el. en. od susjed. zajednica	66.291	18,9	81.419	23,7	319.184	23,45	108,2	159,0	126,8
Nabava el. en. iz inozemstva	—		—		646	0,05	—		
Ukupno raspoloživa električna energija	351.735	100,0	345.290	100,0	1,368.756	100,0	98,9	106,1	98,0
Vlast. potr. elektrana u sistemu	8.397	2,4	5.668	1,6	31.552	2,3	113,8	128,0	123,1
Vl. potr. industrijskih elektrana	2.083	0,6	1.828	0,5	7.005	0,5	125,3	138,4	119,0
Ukupno raspolož. na pragu elek.	341.255	97,0	337.794	97,9	1,330.199	97,2	95,7	106,0	97,0
(Dobava industr. elektrana u sistemu) (Prag elektrana u sistemu)	(322.504)	(91,6)	(322.204)	(93.5)	(1,254.605)	(91,6)	(98,0)	(103,5)	(94,8)
Gubici prijenosa u sistemu	20.742	5,8	16.864	4,8	78.799	5,7	106,5	80,0	88,6
Gubici razvoda u sistemu	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna predaja el. en. potrošačima	320.513	91,2	320.990	93,1	1,251.400	91,5	106,0	113,2	102,0
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	57.938	16,2	56.368	16,1	210.376	15,4	92,0	121,3	80,8
Predano inozemstvu	4.249	1,9	13.840	4,4	19.181	1,5	54,5	87,8	73,0
Industrijska vlastita opskrba	18.751	5,1	16.452	4,6	63.049	4,6	144,2	149,5	126,0
Potrošači u sistemu	239.575	68,0	234.330	68,0	958.794	70,0	109,0	110,0	110,0
Kućanstva (domaćinstva)	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Rasvjeta poslov. prostorija	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Rasvjeta društv. prostorija	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Motori i aparati	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Poljoprivredni motori	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Javna rasvjeta	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Preprodavaoci	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna potrošnja na malo									
Vodovod	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Gradska električna mreža	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna komunalna velepotrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ugljenokopi	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Tvornice cementa	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ostala velepotrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
kod elektrokemije	(...)	...	...	...	...	...	...	...	...
kod elektrometalurgije	(...)	...	...	...	...	...	...	...	...
kod ostalih	(...)	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna ostala velepotrošnja									
Karbid	8.328	2,4	12.097	3,2	31.405	2,2	70,2	117,0	81,5
Aluminij	11.778	3,3	9.310	2,6	46.347	3,3	71,0	149,0	73,0
Ostala elektrokemija	3.476	0,9	3.470	1,0	10.823	0,7	97,0	97,5	78,6
(Ukupno elektrokemija)	(23.582)	(6,6)	(34.877)	(10,1)	(88.575)	(6,0)	(70,2)	(115,0)	(57,7)
Ferolegure el. metalurgije	4.558	1,3	15.018	4,3	26.247	1,9	40,5	91,5	49,0
Elektrotoplina	2.529	0,7	2.534	0,7	10.052	0,7	73,1	69,4	76,5
Željeznička električ. vuča	...								
Metalurgija	...								
Ukupna specijalna velepotrošnja	...								

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1964.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	3. 1964.	1.063	627	436	213	61	86	147	99	126	102	93	26	7	100	1
	4. 1964.	1.075	727	348	217	39	87	137	148	84	128	80	21	6	126	1
Indeks na bazi	3. 1963.	97	82	120	95	119	87	108	73	137	65	179	76	212	90	1.889
	4. 1963.	104	93	163	94	182	81	120	81	186	87	297	79	104	138	—

Proizvodnja ugljena za mjesece ožujak i travanj 1964.
Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

	Vrste ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1963 = 190		
		Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi Raša	63.240	69.910	263.330	84,3	88,6	91,6
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen, Golubovec	5.020	4.576	20.046	82,3	85,4	90,3
	Rudnik Pregrada	7.333	6.707	28.262	111,8	109,1	109,9
	Ostali	6.093	6.108	24.505	120,3	131,1	125,2
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središče	14.867	14.450	58.979	103,7	108,1	110,2
	Dalmacija: Rudnik Siverić	8.235	7.787	31.504	90,5	86,5	91,6
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	2.281	1.649	9.969	57,2	59,9	77,5
	Svega mrki	43.829	41.277	173.265	95,8	98,3	101,8
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-Ladanjski ugljen., Ivanec	30.815	31.432	122.429	93,9	102,6	93,4
	Zagorski rudnici, Konjščina	12.204	10.448	42.949	91,0	97,4	88,6
	Rudnik lignita Poljanica	5.322	5.501	19.252	84,5	96,5	86,0
	Ostali	1.760	1.781	7.478	75,0	91,1	84,9
	Bilogora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	7.281	8.271	32.811	65,2	87,0	80,8
	Ostali	5.522	6.032	22.402	89,5	127,9	121,8
	Ostala područje	1.100	1.026	4.576	95,1	286,6	102,5
	Svega lignita	64.004	64.491	251.897	87,3	101,4	91,8
	Ukupno sve vrste ugljena	171.073	175.678	688.492	88,1	95,2	94,1

Napomena: [1] Obuhvaća bivše koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1964.

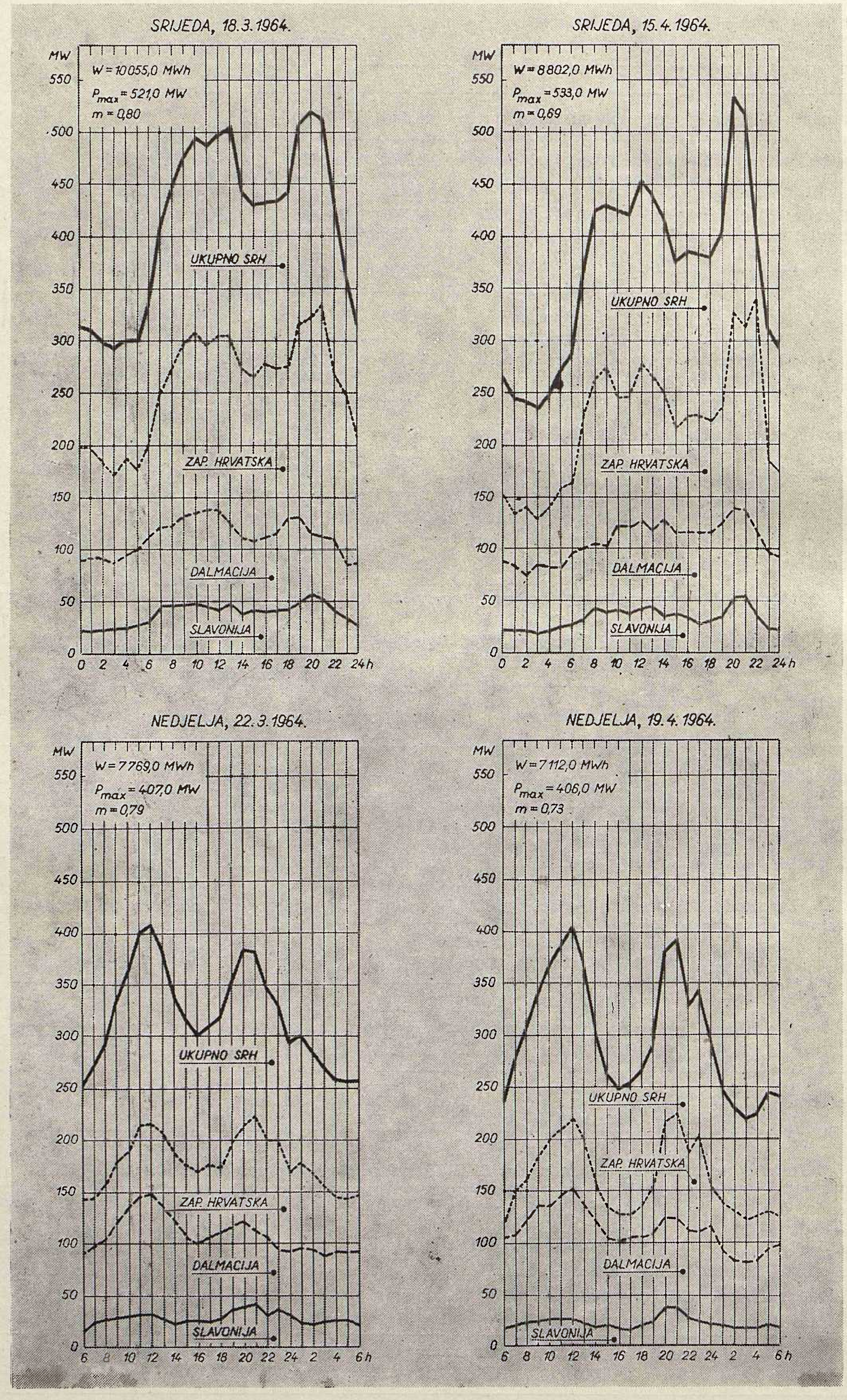
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	3. 1964.	2.496	107	928	1460	1943	95
	4. 1964.	2.435	113	402	1421	1923	92
Indeksna baza	3. 1963.	104	94	111	104	103	103
	4. 1963.	110	97	106	113	109	101

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1964.

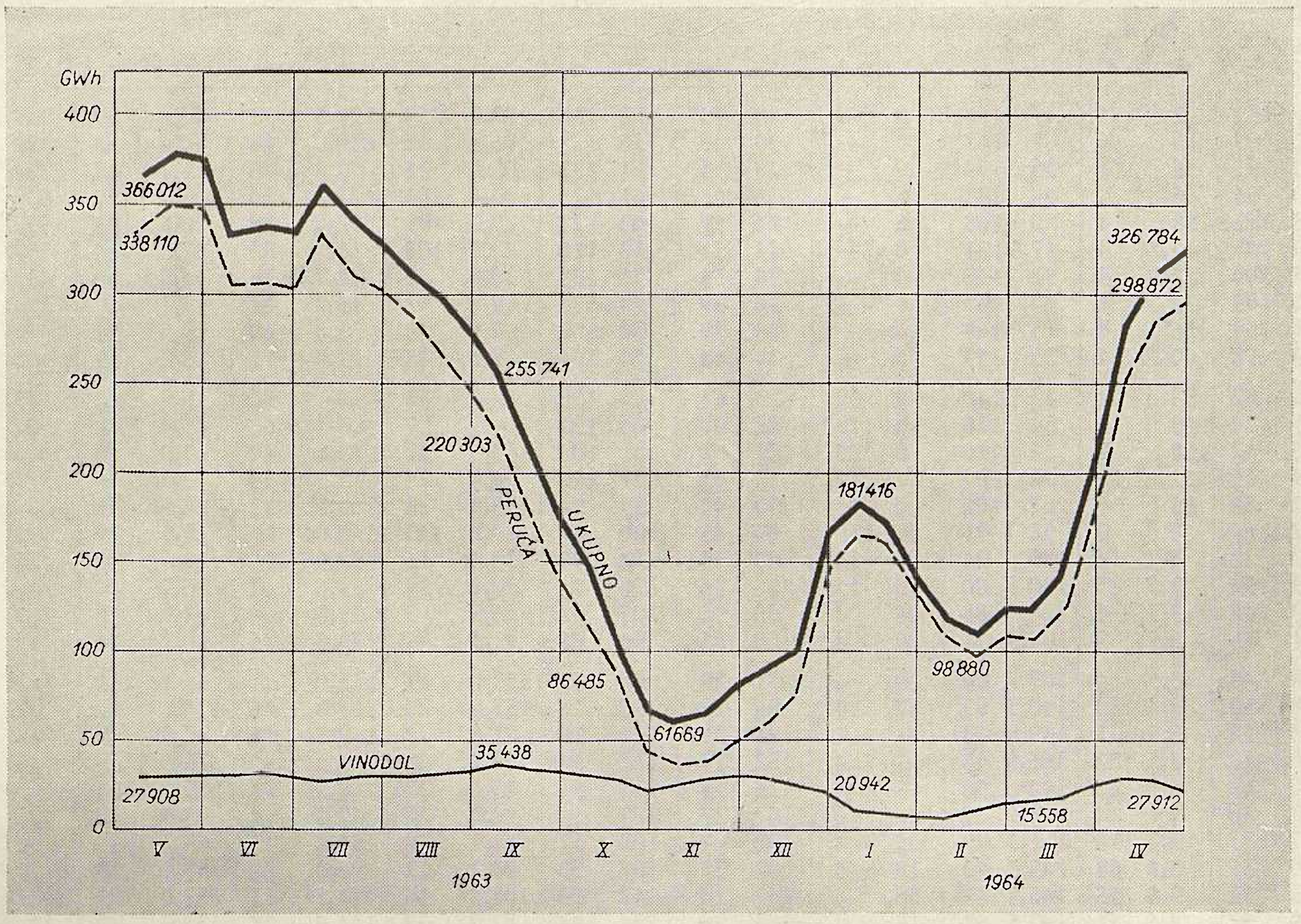
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	3. 1964.	138.589	20.998	171.745	37.879	1.982	6.136	58.426	8.395	48.795
	4. 1964.	148.346	20.151	161.769	26.742	1.437	8.931	55.912	14.257	53.379
Indeks na bazi	3. 1963.	114	140	112	122	118	181	116	78	106
	4. 1963.	109	248	103	93	221	115	105	140	117

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1964.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
3. ožujak 1964.	113	115	108	109	116	124	120	116	114	109
4. travanj 1964.	115	116	111	113	116	120	124	116	116	112
3. ožujak 1963.	99	96	99	99	103	100	104	101	98	99
4. travanj 1963.	99	96	100	101	101	103	97	96	101	98


SRIJEDA, 18.3.1964.
W = 10055,0 MWh
P_{max} = 521,0 MW
m = 0,80
SRIJEDA, 15.4.1964.
W = 8802,0 MWh
P_{max} = 533,0 MW
m = 0,69
NEDJELJA, 22.3.1964.
W = 7769,0 MWh
P_{max} = 407,0 MW
m = 0,79
NEDJELJA, 19.4.1964.
W = 7112,0 MWh
P_{max} = 406,0 MW
m = 0,73
MW
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA

AKUMULACIJA VINODOL i PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece ožujak i travanj 1964. godine

Bruto-potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1963.		III i IV mj. 1964. prema III i IV mjesecu 1963.		12 mjeseci 1963/64. prema mjesecima 1963/62.	
	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj
Ukupno SRH	100	100	107,9	98,1	103,9	110,2	104,2	105,6	113,8	113,3
Direktni potrošači	12,5	11,8	84,5	146,0	63,0	64,3	78,0	68,8	111,2	104,9
Distribucija	71,5	73,5	89,5	102,6	114,7	118,7	110,8	112,6	111,2	111,6
Industrija	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Opća potrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Domaćinstva	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

NAPOMENA: Podaci koji nedostaju nisu zbog tehničkih razloga mogli biti prikupljeni.

Srednji dnevni protoci vode za mjesece ožujak (3) i travanj (4) 1964 (m^3/sek)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežn.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz ak. Peruća Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u kor. Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
1.	55	111	7	4	47	168	6	—	30	70	52	154	70,0	254	121,5	71	47,2	69	—	72
2.	52	97	15	4	47	165	6	—	30	61	56	133	386,0	38	630,0	48	36,4	64	87,0	pr.[1]
3.	45	92	55	4	35	153	6	—	28	55	61	132	33,2	38	53,8	43	31,1	49	70,0	72
4.	40	94	46	4	44	143	6	—	26	51	61	125	30,4	206	27,2	54	25,3	77	60,0	72
5.	38	103	53	4	32	163	6	—	24	51	60	121	27,2	109	22,8	82	20,5	101	43,0	pr.[1]
6.	49	108	43,5	4	47,5	181	6	—	24	51	59	120	23,4	109	16,3	76	17,3	65	43,0	,,
7.	43	104	42	4	32	170	6	—	24	54	71	125	20,0	60	8,7	76	15,6	49	43,0	,,
8.	42	102	32	4	44	163	6	—	26	69	74	132	9,8	93	15,7	82	13,2	49	35,0	,,
9.	39	104	56	4	25	168	6	—	24	79	74	158	4,9	60	3,8	60	9,5	53	30,0	,,
10.	37	78	60	4	35	155	6	—	24	68	74	146	7,6	44	12,5	76	8,2	59	30,0	72
11.	36	82	52	4	43	140	6	52	23	64	71	138	—	33	—	82	5,9	56	30,0	72
12.	35	74	60	4	34	126	6	19	22	61	68	121	—	27	—	60	5,9	46	30,0	pr.[1]
13.	35	67	58	7	37	110	6	23	23	62	65	107	7,6	22	13,8	44	7,0	40	36,0	,,
14.	39	66	52	12	42	104	6	12	23	47	59	100	24,4	27	12,5	38	7,0	46	37,0	72
15.	52	63	23	7	67	102	6	13	39	43	59	94	100,3	22	168,5	33	14,1	33	50,0	57
16.	102,5	60	4	9	158	91	51	13	66	45	100	87	84,8	22	140,0	16	18,5	27	pr.[1]	57
17.	122	57	4	14	189	94	105	14	67	44	128	80	30,4	16	57,0	16	18,4	23	,,	43
18.	83,5	54	3,5	25	160,5	86	88	13	66	36	128	74	30,4	22	39,6	22	16,5	17	,,	72
19.	73	46	3,5	4	126,5	88	48	4	60	35	107	68	16,8	5	29,3	—	12,9	18	56,0	43
20.	61	46	3,5	9	109,5	71	26	4	50	33	96	65	81,5	—	138,5	5	20,1	14	44,0	43
21.	74	45	3,5	34	107,5	60	30	4	51	29	94	62	353,0	11	575,0	5	65,5	11	pr.[1]	29
22.	128	50	3,5	30	140,5	63	67	4	96	29	96	56	157,0	22	365,0	16	128,2	10	,,	29
23.	136	52	3,5	31	189,5	53	—	4	125	29	125	56	81,5	5	158,5	16	92,5	9	,,	29
24.	115,5	43	3,5	22	168,5	63	—	4	132	24	132	54	42,4	38	100,2	49	73,3	9	,,	29
25.	88	48	6	26	144	58	—	4	128	24	128	54	45,1	27	62,5	71	70,4	14	,,	57
26.	77	36	7	4	129	71	—	4	107	27	107	54	38,0	22	57,0	44	65,5	40	,,	72
27.	73,5	35	3,5	16	111,5	49	25	4	100	27	100	52	46,2	16	54,4	33	69,4	31	,,	72
28.	70	35	3,5	68	105,5	40	18	4	104	27	104	50	77,2	22	95,0	22	98,8	29	,,	57
29.	119	33	3,5	58	166,5	43	56	4	162	24	162	50	105,5	16	171,5	11	137,0	23	67,0	43
30.	139	33	3,5	31	197,5	52	—	4	174	24	174	48	87,0	27	141,4	27	137,0	23	58,8	43
31.	133		4	—	173		—	4	166		166		74,5		122,6		77,8		64,6	
M. p.[2]	72	67,3	23,1	15,1	96,3	106,4	34,9	6,9	66	45	93	93,7	66,5	47	110,1	42	44	38	28	42

1 pr. = preljev; 2 M. p. = mjesečni prosjek

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53-822, kućni 452.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Brajnović*, tehnički direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb, ing. Boris *Markovčić*, glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati*, ing. Vladimir *Štengl*, ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević*. Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec*. Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač*. Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.

GOD. 13 (1964) energija BROJ 7 — 8

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

KRATKOROČNO PROGNOZIRANJE PROTOKA ZA HE SPLIT NA CETINI

Marijan Leskovar, Zagreb

Iznesene su sažeto teoretske osnove prognoziranja protoka na kratke periode. Prikazano je kako su statističkom analizom pronađene 52 formule za prognoziranje prosječnog desetdnevnog protoka po prosječnom protoku tokom 4 prethodna dana za svaki od 52 desetdnevna perioda koji završavaju krajem 1., 2., odnosno 52. sedmice u godini, na praktičnom primjeru rijeke Cetine kod zahvata za HE Split.

DK 321.221

1. Uvod

Dispečerski centar za SR Hrvatsku u Zagrebu, iznio je godine 1961. zahtjev da se ispita mogućnost davanja prognoza protoka rijeke Cetine na osnovu kojih bi se postavljali sedmični dispečerski programi pogona za HE Split. Postupak za postavljanje prognoza trebao bi da bude tako jednostavan, da bi omogućavao rutinsku primjenu svake sedmice i da bi prognoza mogla biti postavljena dva do tri dana unaprijed, prije početka svake sedmice. Ovome zahtjevu udovoljeno je radom [7], a ovim člankom daje se sažet prikaz toga rada.

HE Split, sa zahvatom kod sela Prančevići na Cetini, imat će u punoj izgradnji 4 agregata nominalne snage od 108 MW kod protoka od 50 m³/s po turbini svakog agregata, dakle, HE Split imat će ukupnu instaliranu snagu od $P = 432$ MW kod instaliranog protoka $Q_i = 200$ m³/s i srednjeg pada $H = 263$ m. Godine 1962. dovršena je prva etapa izgradnje sa dva agregata, s nominalnom snagom od 216 MW i s instaliranim protokom od 100 m³/s. Prosječni protok Cetine na zahvatu Prančevići je 120 m³/s. Na 22 km uzvodno izgrađena je pregrada Peruća, kojom je stvorena sezonska akumulacija. Nasuprot tome, branom Prančevići ostvarena je dnevna akumulacija. Na osnovu gornje situacije, navedeni zahtjev dispečerskog centra odnosio se na prognoziranje »međutoka« Cetini između brane Peruća i zahvata Prančevići za HE Split. Uvažimo li, da je u prvoj etapi izgradnje HE Split koeficijent izgradnje veoma nizak

$$k = \frac{Q_i}{Q_s} = \frac{100}{120} = 0{,}83 \qquad (1)$$

da postoji na samom zahvatu dnevna akumulacija a uzvodno da postoji sezonska akumulacija, uvidjet ćemo osnovanost zahtjeva da se prognozira »međutok« rijeci Cetini.

Prema spomenutom zahtjevu trebalo je, dakle, pronaći postupak za rutinsko postavljanje prognoza prosječnog desetodnevnog »međutoka« Cetini, za 52 desetdnevna perioda koji završavaju krajem 1., odnosno 2., odnosno 3., . . . odnosno 52. sedmice u godini, i koji se djelomično međusobno pokrivaju. Kada ćemo u ovom članku kazati npr. »peta sedmica« podrazumijevat ćemo time 10-dnevni period koji započinje 3 dana prije početka pete sedmice u godini, a završava krajem te iste sedmice.

2. Teoretske osnove prognoziranja protoka

Protoci na profilima vodotoka imaju svoje porijeklo u oborinama. Zato meteorologija spada u osnove za studij režima protokâ i za njihovo prognoziranje.

21. Meteorološke prilike zbirni su efekt mnogih nam poznatih i mnogih nepoznatih uzroka. Od poznatih nam utjecajnih momenata neki imaju tačno određen periodički karakter, dok su drugi momenti danas posvema nepredvidivi. Konstatirano je da postoji izvjesna tromost u promjeni nekih karakteristika meteoroloških prilika. Iz svega naprijed rečenog slijedi, da će skoro svaka meteorološka prognoza biti osnovana, ako ne u cijelosti, a ono bar dijelom, na statističkoj analizi, dok će drugim dijelom biti osnovana na poznatim nam prirodnim zakonima i na opservaciji inicijalnih okolnosti neposredno prije vremenskog intervala obuhvaćenog prognozom.

Konstatirani su ovi ciklusi kod momenata od utjecaja na razvoj meteoroloških prilika: 1) dan-

noć, 2) godišnje sezone i 3) ciklusi u intenzitetu sunčane aktivnosti. Zapažena su dva takva ciklusa: prvi od 11 godina, a drugi od 88 godina.

Nećemo se osvrtati na cikluse s periodom duljim od spomenutog 88-godišnjeg.

Narodne poslovice o vremenskim prilikama, koje kolaju u krilu evropskih naroda, sakupljene su pod vodstvom profesora Bauera iz Hamburga. Te poslovice mahom vežu na kraće vremenske periode oko pojedinih datuma u godini, blagdana, razna pravila o vjerojatnom daljnjem razvoju meteoroloških prilika, počevši od konstatiranih. Te su poslovice uspoređene sa zabilježenim meteorološkim prilikama u Hamburgu od 1802. do 1952. Ovom usporedbom je ustanovljeno, da su tokom tih 150 godina narodne poslovice bile u pravu 7 puta u 10 slučajeva kada su meteorološke prilike bile na određene datume takove da se koja od tih poslovica mogla primijeniti. A to, 70 % pogodaka, je već prilično dobra korelacija, čija primjena donosi koristi. Iz ovoga slijedi, da se meteorološke prilike relativno intenzivno mijenjaju od sedmice do sedmice u godini, kolebajući jako oko sezonskog trenda meteoroloških okolnosti.

22. Formiranje protoka na određenom profilu vodotoka i zakonitosti u varijacijama protokâ.

Otkrivanje: 1) mehanizma formiranja protoka, 2) povezanosti između raznih meteoroloških pojava i protokâ i kao 3) zakonitosti u varijacijama protokâ, te njihovo prognoziranje predmet su mnogih istraživanja izvršenih na terenu i u laboratorijima. Rezultati tih istraživanja su objavljeni [1, 2, 3, 4 i 5]. U daljnjem tekstu služit ćemo se zaključcima izvedenim u objavljenim studijama i rezultatima opservacija, koje je izvršila Hidrometeorološka služba SFR Jugoslavije i SR Hrvatske [5].

Protok na određenom profilu vodotoka, — gdje ne postoji prirodna retencija ili gdje zanemarujemo njen efekt u vremenu d*t*, drugim riječima, ako zanemarimo promjenu visine snježnog pokrova i promjenu nivoa podzemne vode za vrijeme opservacije, u vremenu d*t*, — sastavljen je od:

dotoka s uzvodne strane profila,

površinskog slivanja na širini d*s* uz profil s uzvodne strane, u uzdužnom smjeru vodotoka,

podzemnog procjeđivanja uzduž oboda profila u riječnom koritu, na širini d*s* uz profil, s uzvodne strane.

Intenzitet površinskog slivanja do nekog profila zavisi:

od momentanog intenziteta kiše,

od veličine površine zemlje u uzvodnom dijelu sliva na kojoj ne dolazi ni do poniranja ni do apsorpcije kišnice, — a to su ceste, zdrave stijene i one površine zemlje na kojima se nivo podzemne vode uzdigao do površine terena ili iznad ovog (mlake, jezera);

i od koeficijenta slivanja na preostalom dijelu sliva uzvodno od određenog profila.

Taj intenzitet slivanja zavisi osim toga od lokalnih prilika otjecanja, položenosti terena i otpora površinskom kretanju voda, te od koeficijenta ishlapljivanja u času slivanja. Ishlapljivanje zavisi od temperature zraka, od vjetra i od raslinstva.

Intenzitet podzemnog procjeđivanja zavisi od hidrogeoloških prilika terena te od visine i raspodjele nivoa podzemnih vodâ [1]. Sve naprijed spomenute veličine mogu se izmjeriti, te se za svaki profil mogu opažanjima i studioznom obradom njihovih rezultata odrediti korelacije između tih veličina, zakonitosti promjena u vremenu, eksponent opadanja itd.

Postupak za sedmično postavljanje kratkoročnih dispečerskih prognoza protokâ mora biti brz i jednostavan, da bi imao praktičnu vrijednost.

Uočimo mehanizam formiranja protoka na određenom profilu, kako je naprijed izložen. Može se zaključiti ovako: kod protoka znatno višeg od najvjerojatnijeg protoka na razmatranom profilu u razmatrano vrijeme — postoji vjerojatnost da je udio podzemnog procjeđivanja veoma visok u formiranju tog protoka, napose ako se radi o prosječnom protoku od nekoliko dana, 3 ili više. Nivo podzemnih voda bit će tada visok, i podzemnom retencijom bit će stvorena velika rezerva vode. Retenzirana voda procjeđivat će se kroz kraći period nakon toga po određenom zakonu. To daje prilično određen element za formiranje u narednom kraćem periodu. Svi ostali elementi koji formiraju protok u narednom sedmičnom ili dekadnom periodu, kao oborine, ishlapljivanje, temperatura i vjetar, retenzije u raslinstvu i u površinskom sloju, mogu se obuhvatiti vjerojatnošću po statističkoj analizi. Taj drugi zbirni faktor nešto je nesigurniji od prvoga, ali, unatoč tome, njegovo poznavanje i uvažavanje doprinijet će tačnosti i sigurnosti kratkoročne prognoze protoka.

23. Na osnovu izloženog pod t. 21 i 22 može se očekivati, da će biti moguće postaviti formulu za kratkoročno prognoziranje protoka na temelju statističke analize podataka o režimu protoka, i na osnovu povezanosti između protoka tokom nekoliko prethodnih dana i prosječnog protoka tokom kratkog perioda nakon toga. Bit će potrebno u gornjem smislu posebno razmotriti svaku sedmicu u godini, i svaki profil za koji se želi prognozirati protoke. Ovakova analiza obuhvaća statistički u globalu sve elemente formiranja protoka iznesene u t. 22. Prema tome, protok je slučajna varijabla u vremenu, a na osnovu izloženog u ovoj tački, očekivati je da će najbolje zadovoljiti l i n e a r n a korelacija između protoka kroz nekoliko prethodnih dana i prosječnog protoka u periodu prognoze za svaki razmatrani profil vodotoka i za svaku dužinu za koju se traži prognoza prosječnog protoka. Trebat će ispitivanjem odrediti najpovoljniji broj prethodnih dana.

3. Osnove prognoziranja po statističkim metodama

Pozivamo se na obradu predmeta ove tačke objavljenu već u »Energiji« [6]. Ovdje ćemo iznijeti samo glavne rezultate iz navedenog članka, uz jednu dopunu koja je zapažena u vezi s obradom posebne materije ovog članka. Kako je predmet ovog prikaza prognoziranje protokâ, osvrnut ćemo se ovdje isključivo na slučajne varijable u vremenu.

1) Studij statističkih nizova veoma je jednostavan za slučajne varijable s normalnom razdiobom po Gauss-Laplaceu. Neke slučajne varijable u vremenu nemaju normalnu distribuciju, ali su funkcionalno — dakle čvrsto računom — povezane s nekom drugom varijablom koja ima normalnu razdiobu. U takvom ćemo slučaju izvršiti analizu dosadašnjeg razvoja i postavit ćemo prognozu po toj »sekundarnoj« veličini koja ima normalnu distribuciju, pa ćemo rezultat transportirati na osnovnu slučajnu varijablu u vremenu.

2) Referencijski period, tj. period opservacija na osnovu kojih ćemo stvarati zaključke za budućnost, treba:

a) da bude što recentniji,

b) da nam pruža neprekinut niz što pouzdanijih informacija,

c) da ne bude prekratak, ni predug.

d) da bude što reprezentativniji, tj. da leži unutar intervala u kome razvoj promatrane veličine nije bio abnormalan. Tako npr. za hidrološke studije interval izrazito vlažniji od prosječnog intervala ne može služiti kao referencijski period.

3) Za slučajne varijable s normalnom distribucijom srednja vrijednost $\bar{x}$ jednaka je modu, tj. najvjerojatnijoj vrijednosti x_{mod} i medijanoj vrijednosti x_M, koja ima frekvenciju 50 %. Kod slučajnih varijabli iz t. 3. 1) to obično nije tako, te tri vrijednosti nisu jednake. Imamo li posla s takvom slučajnom varijablom, tj. s varijablom što ima normalnu distribuciju, ali je sama nema, možemo raspodjelu prvotne varijable definirati s njenom srednjom vrijednošću $\bar{x}$, njenim modom x_{mod} i sa standardnim odstupanjem σ. Za praktične potrebe često je povoljnije da tu razdiobu definiramo sa $\bar{x}$, x_{mod} i dvjema »graničnim« vrijednostima s određenom vjerojatnošću podbacivanja za manju od tih vrijednosti, a s istom vjerojatnošću prebacivanja za veću od tih graničnih vrijednosti. (U izrazu granična vrijednost stavljamo pod navodnike riječ »granična«, jer po pretpostavci slučajna varijabla s normalnom razdiobom može poprimiti sve vrijednosti od minus neizmjerno do plus neizmjerno, a to onda vrijedi i za varijable koje su s njima funkcionalno vezane.) Prednji način prikazivanja razdiobe daje lakše ispravnu predodžbu o toj razdiobi. Interval između ovih dviju »graničnih« vrijednosti nazvat ćemo intervalom neodređenosti. Za slučajne varijable s normalnom distribucijom je najpovoljnije ove »granične« vrijednosti odabrati s odstupanjima

$$x_{1,2} = \pm 1{,}4\,\sigma \qquad (2)$$

za koje je vjerojatnost podbacivanja donje granične vrijednosti X_1 jednaka 8,09 %, a isto tolika je vjerojatnost prebacivanja gornje granične vrijednosti X_2. Vjerojatnost 2 Y da slučajna varijabla x poprimi bilo koju vrijednost iz intervala neodređenosti je 83,89 %. Ovom intervalu neodređenosti korespondira najveći bonitet prognoze $b\,(_X) = Y^2/X$, tj. najveći je produkt oštrine prognoze Y/X i totalne vjerojatnosti Y »graničnih« vrijednosti X.

Ako se želi da gornja »granična« vrijednost slučajne varijable s normalnom distribucijom (sekundarne varijable) ne bude više nego dva puta veća od donje »granične« vrijednosti, onda je polje primjene iznesenog načina definiranja razdiobe slučajne varijable određeno s koeficijentom variranja $kv = \sigma/X$ manjim od okruglo 0,25:

$$kv \lessapprox 0{,}25\,. \qquad (3)$$

Prognozirati po statističkim metodama znači kazati: »Distribucija slučajne varijable u vremenu ne mijenja se tokom vremena, i to od početka referencijskog perioda do kraja vremenskog intervala obuhvaćenog prognozom, odnosno mijenja se tako malo u tom razdoblju, da promjenu možemo zanemariti. Prema tome će — u vremenskom intervalu obuhvaćenom prognozom — pojedine vrijednosti slučajne varijable u vremenu imati one iste gustoće vjerojatnosti koje su te vrijednosti imale tokom referencijskog perioda. Prognoziranje po statističkim metodama osniva se, dakle, na pretpostavci da se okolnosti koje uslovljuju veličinu slučajne varijable u vremenu ne mijenjaju nimalo, ili da se mijenjaju tek vrlo malo.

Statističke metode dozvoljavaju da se, u mnogo slučajeva, postave oštrije određene prognoze za slučajne varijable u vremenu, ako se otkrije da postoji korelacija između te veličine i neke druge veličine u prošlosti.

4. Postava formule za dispečersko prognoziranje međudotoka rijeci Cetini, tj. dotoka između profila brane Peruća i zahvatnog profila za HE Split

4.1. Osnovna koncepcija rješenja koje smo tražili

Budući da, prema naprijed iznesenom, protok ne može vrlo brzo mijenjati svoju vrijednost, poradi apsorpcione i retencione sposobnosti terena slivnog područja, i budući da za svaki vremenski period u godini postoji neka određena vjerojatnost oborina, pretpostavili smo da mora postojati neka korelacija između prosječnog protoka kroz nekoliko (a) prethodnih dana i prosječnog protoka od narednog desetdnevnog perioda. Statističkom analizom trebalo je potvrditi ispravnost gornje pretpostavke i naći jednadžbu korelacije za svaki od 52 desetdnevnih perioda u godini definiranih ovdje u t. 1.

4.2. Pripremni radovi

Za određivanje »međutoka« odabrane su stanice Panj i Gardunska mlinica [7].

Za referencijski period, nakon razmatranja po t. 3. (2), izabrano je vrijeme od 11 godina, od početka 1947. do kraja 1957.

Iz podataka sadržanih u [7] proračunati su za svih 11 godina: prosječni međudotoci za svih 52 desetdnevnih perioda u godini definiranih u t. 1., te prosječni protoci tokom 5, 4 i 3 dana što prethode pomenutim desetdnevnim periodima.

U stručnoj literaturi već je u više navrata konstatirano da logaritmi prosječnih mjesečnih protoka imaju razdiobu koja se može aproksimirati normalnoj distribuciji po Gauss-Laplaceu. Pomoću Hi—kvadrat testova po Pearson-u konstatirali smo da za »međutok« rijeci Cetini to važi i za prosječne protoke periodâ od 3, 4, 5 i 10 dana, kako su naprijed određeni. Na osnovu ovoga smo donijeli odluku da statističku analizu izvršimo po logaritmima protoka. Budući da logaritmi prosječnih protoka kroz navedene vremenske periode imaju normalnu distribuciju, jednostavno matematsko razmatranje dovodi do zaključka da će i za sam protok vrijednost moda biti jednaka medijanoj vrijednosti, — ali da će njegova srednja vrijednost biti različita od zajedničke vrijednosti moda i medijana.

4.3. Statistička obrada "međudotoka" Cetini

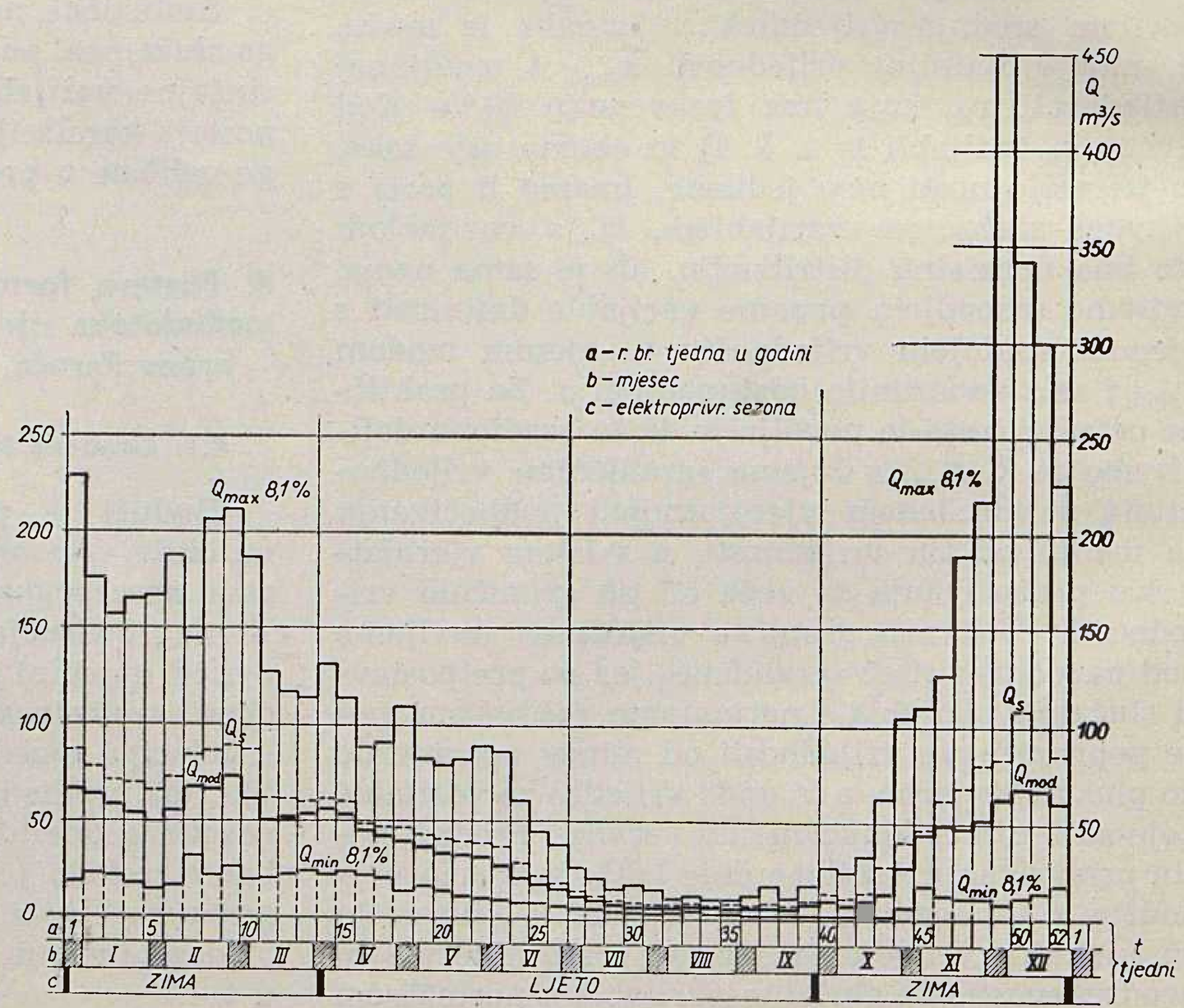
Po odabranom referencijskom periodu od 11 godina izračunali smo za svaki od 52 desetdnevna perioda u godini ove vrijednosti:

1) — srednja vrijednost Q_s prosječnog protoka za 5, 4 i 3 prethodna dana i za sam desetdnevni period;
2) — najvjerojatniji protok Q_{mod} u desetdnevnom periodu;
3) — vrijednost protoka u desetdnevnom periodu s vjerojatnošću podbacivanja jednakom 8,1 % (tačnije 8,09 %), koju označujemo sa $Q_{min.\,8,1\,\%}$;
4) — vrijednost protoka u desetdnevnom periodu sa vjerojatnošću prebacivanja jednakom 8,1 %, koju označujemo sa $Q_{max.\,8,1\,\%}$;
5) — koeficijent variranja logaritma prosječnog protoka u desetdnevnom periodu;
6) — jednadžbu korelacije između logaritamskih vrijednosti prosječnog protoka kroz 5, 4 i 3 prethodna dana i logaritamske vrijednosti prosječnog desetdnevnog protoka, te pripadne vrijednosti koeficijenata korelacije, koje označujemo sa r_5, odnosno r_4 i r_3;
7) — sumu apsolutnih razlika između vrijednosti proračunatih po gornje tri jednadžbe korelacije (5, 4 i 3 prethodna dana) i ostvarenih protoka.

Iz dobivenih vrijednosti koeficijenata variranja po gornjoj t. 4.3.5) zaključili smo da je opravdano definiranje razdiobe desetdnevnih protoka po postupku iznesenom pod t. 3.3), jer je srednja vrijednost koeficijenta variranja 24, 1 %.

Dispečerskoj službi je važno da budu što bolje prognoze za sedmice s velikim najvjerojatnijim protokom. Zato smo uporedbu između korelacijskih prognoziranja po 5, 4 i 3 prethodna dana izvršili upoređujući prosječne vrijednosti produkta $r^5 \cdot Q_{mod}$ $r^4 \cdot Q_{mod}$ i $r^2 \cdot Q_{mod}$ za 52 sedmice. Najveću

Sl. 1. HE Split. Međudotok rijeci Cetini između profila brane Peruća i profila zahvata Prančevići, po 11-godišnjem referencijskom razdoblju od početka 1947. do kraja 1957.



Q_{mod} — mod, tj. najvjerojatniji protok koji je u ovom slučaju jednak medijalnom protoku Q_M

Q_{max} = 8,1 % — protok s totalnom vjerojatnošću prebacivanja jednakom 8,1 %

Q_{min} = 8,1 % — protok s totalnom vjerojatnošću podbacivanja jednakom 8,1 %

Q_s — srednji (prosječni) protok

Protoci su naznačeni za 52 desetdnevna perioda koji završavaju krajem 1., 2. odnosno krajem 52. tjedna u godini

vrijednost ima prosječna vrijednost produkta $r_4 \cdot Q_{mod}$. Prema tome smo za prognoziranje odabrali tip sedmičnih formula za prognoziranje

$$\log Q_{dek} = A \cdot \log Q_{4\ prethodna\ dana} + B \qquad (4)$$

Za svaku sedmicu, odnosno tačnije za svaki od 52 desetdnevna perioda u godini, dane su vrijednosti A i B, i pripadni koeficijent korelacije. Prosječna vrijednost od 52 koeficijenta korelacije je 79,31 %.

Razdioba prosječnih desetdnevnih protoka, bolje reći »međutoka«, grafički je prikazana na sl. 1, za sva 52 desetdnevna perioda u godini kako su definirani u t. 1.

Za ilustraciju navodimo jednadžbu (4) s numeričkim vrijednostima A i B za desetdnevni period koji završava krajem 21. sedmice u godini. Ta jednadžba služi za prognoziranje »međutoka« u 21. sedmici godine:

$$\log Q_{21.dek} = 0{,}790 \cdot \log Q_{4\ preth.d.} + 0{,}302 \qquad (5)$$

Pripadna vrijednost koeficijenta korelacije dana je sa

$$r_{21.dek.} = 76\ \% \qquad (5a)$$

Ova je sedmica odabrana zato, jer se vrijednosti za A i B iz jednadžbe (4) za tu sedmicu najviše približuju prosječnim vrijednostima tih veličina.

Numeričke vrijednosti veličina A i B iz jednadžbe (4) za sve 52 sedmice u godini, kao i svi ostali glavni numerički rezultati rada [7], iznesen su u preglednoj tablici danoj kao prilog 40 radu [7].

Postavljena metoda prognoziranja po korelaciji daje u našem slučaju prognoze s prosječnim koeficijentom korelacije 79 % s prosječnom procentualnom razlikom između ostvarene vrijednosti protoka i prognozirane vrijednosti, u odnosu na Q_s, od 29,5 %. Ova dva broja, ako ih uporedimo sa slikom 1, koja prikazuje rezultate jednostavne statističke analize, pokazuju korisnost primjene prognoziranja po korelaciji s protokom od prethodna 4 dana. Ova prednost je u praksi još veća poradi toga, što najveća odstupanja stvarnosti od prognoziranja protoka nastupaju na više, što će dispečeru zadati manje briga, negoli kad nastupe odstupanja na niže.

5. Zaključak

Radom navedenim pod [7] pokazano je detaljno, a u ovom prikazu u sažetom obliku, — i to na primjeru HE Split, za koji nema razloga pretpostaviti da je iznimnog karaktera u pogledu prognoziranja protoka, — da se sedmične dispečerske prognoze protoka mogu postavljati na osnovu jednostavnih mjerenja, koja se ionako izvršuju rutinski, i pomoću jednostavnih proračuna po formulama dobivenim metodama statističke analize. Pokazano je, da takve prognoze mogu biti prilično pouzdane (koeficijent korelacije 79 % u slučaju HE Split!).

Smatramo da bi jugoslavenska elektroprivreda mogla crpsti velike koristi od slične obrade protoka na zahvatima naših najvećih hidroelektrana i korištenjem po tim obradama postavljenih prognoza kod određivanja sedmičnih dispečerskih programa rada.

Literatura

[1] F. Cappus, *Bassin expérimental d'Alrance — Etude des lois de l'écoulement — Application au calcul et à la prévision des débits*, La Houille Blanche, 1960.

[2] M. Church, *De la neige qui tombe à l'eau qui coule*, La Houille Blanche, 1963.

[3] M. Ferry, *Quatre ans d'utilisation des méthodes statistiques pour la prévision des apports de printemps et d'eie dans les reservoirs de montagne d' E.D.F.*, La Houille Blanche, 1953.

[4] R. Gibrat, *Sur l'ajustement mathématique des courbes de débits u'un cours d'eau*, R. G. E., Paris, 1932.

[5] Hidrometeorološka služba FNRJ — NRH, *Godišnji pregledi vodostaja za god. 1947. — 1957. uključivo*, Zagreb, 1948. —1958.

[6] M. Leskovar, *Prognoziranje po statističkim metodama*, Energija, Zagreb, br. 9—10/1961.

[7] M. Leskovar, *Dispečerska služba i meteorološke prognoze s osobitim osvrtom na prognoze protoka — Postava postupka za kratkoročno prognoziranje međudotoka rijeci Cetini između profila brane Peruća i zahvatnog profila brane HE Split*, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1961.

Naslov pisca: Marijan Leskovar, dipl. ing., viši tehnički savjetnik kod Ingre, Zagreb, vanjski saradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Solovljeva 7

OBUSTAVLJANJE TERMOELEKTRANA U VRIJEME NISKIH OPTEREĆENJA U SISTEMU

(Noćne i praznične obustave u termoelektranama)

Jakob Lucati, Zagreb

Radi što boljeg korištenja energije iz hidroelektrana, pokazuje se potreba za obustavljanjem termoelektrana za prilagođavanje dnevnom dijagramu opterećenja, prikazane prednosti i poteškoće, koje se kod ovakvog u vrijeme niskih opterećenja u sistemu. U članku su takav režim pogona termoelektrana. posla pojavljuju, kao i tehnička rješenja i upute za

DK 621.311.22.004

Dijagrame opterećenja možemo podijeliti u 3 područja, tj. energetska nivoa, koje nazivamo:

1. Temeljno opterećenje,
2. Varijabilno opterećenje, tj. područje iznad temeljnog do približno prosječnog opterećenja,
3. Vršno opterećenje.

Za pokrivanje ovih područja služe energetska postrojenja odgovarajućih tehničkih karakteristika.

Elektrane za temeljna opterećenja proizvode energiju s približno konstantnom snagom za cijelo vrijeme pogona i to sa snagom koja odgovara ekonomskom opterećenju pojedinih agregata. To su u načelu agregati velikih snaga u odnosu na ukupnu instaliranu snagu u mreži. Ovi agregati imaju visoke parametre pare, vrijeme upuštanja je relativno dugo. Glavna osobina ovih agregata je maksimalno vrijeme korištenja pod optimalnim uvjetima iskorištenja goriva.

Elektrane za varijabilna opterećenja pokrivaju u dijagramu područje od temeljnog do prosječnog. Agregati ovih elektrana moraju biti sposobni za obustavljanja po potrebi svakodnevno i na prazničke dane.

Elektrane za vršna opterećenja služe za pokrivanje opterećenja u dijagramu iznad prosječnog do maksimalnog. Agregati moraju biti sposobni da vrlo brzo slijede varijacije opterećenja od praznog hoda do maksimalnog, te da se za što kraće vrijeme mogu staviti u pogon i opteretiti, te obustavljati po potrebi.

Višegodišnjom analizom dijagrama opterećenja u Jugoslaviji svake radne srijede može se zaključiti da veličina vršnog opterećenja varira od 19 do 26 % od odgovarajućeg maksimalnog opterećenja.

Količina energije sadržana u vršnim opterećenjima iznosi 9 do 6 % od ukupne energije koja obuhvaća dnevni dijagram opterećenja. Prosječno iskorištenje vršnog opterećenja u dijagramu varira od 5 do 7,5 sati.

Godišnji prosjeci faktora opterećenja i faktora varijacija za 1959. i 1960. god. za svaku treću radnu srijedu u mjesecu bili su:

	1959.	1960.
Faktor opterećenja $\overline{P}/P_M$	0,7708	0,7852
Faktor varijacije P_o/P_M	0,5436	0,5792

$\overline{P}$ — prosječno opterećenje
P_M — maksimalno opterećenje
P_o — minimalno opterećenje

Ove veličine ukazuju da se u jugoslavenskom elektroenergetskom sistemu osnovne i bitne karakteristike vršnih opterećenja kreću približno u istim granicama kao i u ostalim državama Evrope.

Međutim, struktura izvora za područja dijagrama opterećenja je različita u pojedinim zemljama.

Težnja je usmjerena u pravcu izbora energetskih izvora i tehničkih rješenja, koji zadovoljavaju mogućnost prilagođavanja dijagramu na najekonomičniji način.

U tu svrhu postoje u Jugoslaviji: hidroelektrane protočne, s dnevnom i sezonskom akumulacijom, termoelektrane starijeg i novijeg tipa. U daljnjoj izgradnji hidroelektrana i termoelektrana postavlja se sve više problema pravilnog usmjeravanja odnosa hidroelektrana i termoelektrana, kao i osposobljavanje postojećih, za ekonomično udovoljavanje varijacijama.

U strukturi proizvodnje električne energije, koja uvelike zavisi od hidroloških prilika, kao što je to slučaj u Jugoslaviji, termoelektrane služe za pokrivanje varijabilnog i vršnog opterećenja, osim velikih termoelektrana koje pokrivaju temeljno opterećenje.

Uloga variranja namijenjena je starim termoelektranama i onim novijim, koje se dadu osposobiti za variranje uz obustave. Zasad kod nas nije uvedena praksa obustava agregata termoelektrana za vrijeme niskih opterećenja noću, već se provodi sistem reduciranog rada do tehničkih minimuma, i u vrijeme kada hidroelektrane nisu potpuno iskorištene.

U našem sistemu u periodu od početka marta do konca septembra pojavljuju se uslijed niskog režima prelijevi u hidroelektranama noću, što čini suvišnim držanje u pogonu odgovarajućih kapaciteta termoelektrana. Ovaj problem se u drugim zemljama pojavljuje s istom ozbiljnošću, kao zahtjev za optimalnim prilagođavanjem izvora opterećenju, a koje je i danju u određene sate, a naročito noću i na praznične dane, u okvirima minimalnih opterećenja dijagrama.

Pokrivanje varijabilnih opterećenja i učestvovanja u pokrivanju vršnih, nije u korištenju kod naših termoelektrana riješeno po principu optimalnog iskorištenja. Male termoelektrane i one starijeg tipa upotrebljavaju se za pokrivanje dijela vršnog, dok srednje i one tipa 32 MW služe za pokrivanje varijabilnog opterećenja. Jedinstveni kriterij ne postoji, a niti izrazito razgraničenje.

Rješenje ovog problema sve više dobiva na aktuelnosti i kod nas. Pored ekonomskih razloga postoje i tehnički, koji zahtijevaju iznalaženje reda

važnosti pojedinih termoelektrana u današnjem i budućem sastavu termoelektrana. Zato nalazimo za korisno da se u ovom kratkom prikazu posvetimo ovom problemu i da pokušamo analizirati njegovu tehničku i ekonomsku stranu.

Variranje opterećenja termoelektrana u cilju prilagođavanja niskih opterećenja vrši se uglavnom na 2 načina i to: sniženjem opterećenja bez obustave agregata i obustavom pojedinih agregata ili svih agregata u termoelektrani.

Pri izboru odlučujući su u većini slučajeva ekonomski faktori. Prvi način, tj. redukcija do tehničkog minimuma bez obustave, već je od ranije uveden u našoj praksi. Drugi način, tj. režim obustava, predviđa obustavljanje proizvodnje električne energije s tim, da se obustavljaju turboagregati za vrijeme niskih opterećenja i to u radne dane u trajanju od oko 8 sati noću, pored nedjeljnih i prazničnih obustava od 36 sati i više.

Pod obustavom razumijevaju se razni slučajevi i to:

obustava pojedinih ili svih kotlova,
obustava pojedinih ili svih turboagregata,
obustava pojedinih ili svih blokova (s kotlovima ili bez njih u toploj rezervi).

Kod režima »obustava« obustavlja se proizvodnja električne energije, što ne znači da svi kotlovi trebaju biti van pogona, ako to prilike uslovljavaju. Najviše se u praksi primjenjuje način obustave, kod kojeg se vrši isključenje turboagregata za vrijeme prekida pogona s tim, da se do narednog upuštanja rotira pomoću uređaja za rotiranje.

Postoje i drugi načini, kao:

štedni pogon, tj. rotiranje pomoću pare ispod kritičnog broja okretaja,
vučni pogon, tj. rotiranje, pri čemu generator radi kao sinhroni motor.

Predmet razmatranja u ovom članku je prvi navedeni slučaj, tj. isključenje turboagregata.

U kompleksu jedne termoelektrane postoje dijelovi postrojenja, koji su različito osjetljivi na naprezanja, kojima su izloženi prilikom promjena, koje nastaju pri varijacijama opterećenja.

Sistem i tip postrojenja, parametri pare, način sprezanja, regulacija, gorivo, stupanj savremenosti i snabdjevenost automatikom itd., utječu na izbor postupka.

Starija postrojenja klasične, teške izvedbe drukčije se ponašaju od novih, a naročito onih, kod kojih se već vodilo računa o potrebnoj elastičnosti. U novije vrijeme razvijena su razna pomoćna sredstva pomoću kojih se sprečavaju pretjerana naprezanja, a uvedene su i metode kontrole pomoću odgovarajućih instrumenata i automatike, što omogućuje ubrzanje procesa, tj. skraćenje vremena potrebnog za variranje. Ovim sredstvima se i riziko u pogledu oštećenja smanjuje na najmanju mjeru.

Opće propise za provođenje postupka variranja nije moguće postaviti, jer velika raznolikost rješenja nalaže individualno razmatranje svakog slučaja. Međutim, moguće je dati osnovna načela, upute i objašnjenja s ciljem, da se spriječe veće greške pri rješavanju ovog problema.

U slijedećem tekstu dajemo prikaz, iz kojeg se vidi, kako se pojedini dijelovi postrojenja ponašaju pod uvjetima, koji vladaju prilikom variranja, po sistemu obustava.

Režim obustava u periodu niskih opterećenja sistema

Ranijih godina se smatralo, da je takav režim obustava nedopušten, osim za izuzetno u tu svrhu građena postrojenja i za neke vrste postrojenja, koja su manje osjetljiva, i to samo za snage po jedinici do oko 30 MW. Tokom godina, a pod pritiskom potrebe iznalaženja odgovarajućih rješenja, u praktičnoj pogonskoj primjeni stavovi su se bitno izmijenili. Savršenije metode istraživanja osobina materijala, savremena mjerna tehnika, dugogodišnje pogonsko iskustvo s najrazličitijim tipovima turbina i kotlova, te analiza svih mogućih kvarova na energetskom postrojenju, doveli su do liberalnijeg gledanja na neke ranije smatrane opasne pojave. Iskustva iz prakse na starim postrojenjima, obogaćena su novim, koja su dobivena na temelju sistematskog eksperimentiranja i to uglavnom na jedinicama iznad 30 MW, jer se područje interesantnosti varijacija ove vrste sve više pomiče u pravcu većih snaga. Ova metoda postavlja obično uslov što kraćeg vremena upuštanja (startanja). Međutim, to je vezano na propise konstruktora postrojenja, koji, naročito kod starih postrojenja, i onih koja nisu građena kao specijalno brzostartna, u načelu izbjegavaju brza upuštanja. Zahtjev prakse doveo je do toga, da su vremena startanja eksperimentalno utvrđivana, a ona su obično bitno kraća od onih koja su propisali konstruktori. Ovaj način koji se naziva kontrolirano startanje stavlja na rukovodioca povećane zahtjeve s obzirom na stručnost i savjesnost.

Ukazujemo na glavne pojave i probleme o kojima treba voditi računa, razvrstane po dijelovima postrojenja:

a) Parni kotlovi

Održavanje stabiliteta izgaranja je jedna od najvažnijih pretpostavki kod osiguranja niskih opterećenja, koja se pojavljuju u pojedinim fazama variranja tj. u obustavljanju, startanju i držanju tople rezerve.

Orijentacione vrijednosti granice stabiliteta izražene u % normalnog opterećenja kotla, jesu:

1. Za sagorijevanje ugljena na roštiljima (u sloju)	oko 10 %
2. Za sagorijevanje plina	oko 10 %
3. Za sagorijevanje tekućeg goriva	oko 15 %
4. Za sagorijevanje ugljene prašine	
kamenog ugljena	25 — 40 %
mrkog ugljena i lignita	50 — 60 %

Osiguranje jednakomjerne raspodjele topline u ložištu za vrijeme niskog isparivanja je važan preduvjet. Vrste goriva i tip ložišta imaju veliki utjecaj za ispunjenje ovog uvjeta. Najpovoljnija su plinovita i tekuća goriva.

Cirkulacija u cijevima ogrjevne i naročito ekranske površine pogoršava se kod niskog isparivanja. Ovo ovisi o vrsti i tipu kotla i goriva. Kod kotlova s lošom cirkulacijom treba oprezno postupati u pogledu skraćenja vremena upuštanja.

Nejednakomjerno zagrijavanje bubnja nastaje uslijed razlika u temperaturama pojedinih dijelova bubnja, naročito kod bubnjeva velikih dimenzija i zapremnina. Ovo može, ako se prekorači dozvoljena mjera, dovesti do deformacija i pukotina u bubnju. Zato treba vrijeme upuštanja i režim podesiti vodeći računa o ovoj okolnosti, te u slučaju potrebe kontrolirati temperaturu na raznim mjestima bubnja.

Kod niskih režima redovita je pojava da pada temperatura pregrijanja, a što može imati nepovoljne posljedice, koje se ispoljavaju u obliku pojačane erozije lopatica turbina, pothlađenja kućišta, pojačanog kondenziranja pare itd. Naprotiv, kod brzog startanja kotla, naročito iz toplog stanja, mogu nastati neravnomjernosti pri povećanju toplinskog opterećenja pregrijača, što može dovesti do pretjeranog zagrijavanja cijevi i komora pregrijača.

Kod niskog opterećenja ohlađuju se dimni plinovi, tako da njihova temperatura može pasti ispod tačke trošenja na kraju ili u području pomoćne ogrjevne površine. Štetnost djelovanja, koja se izražava u obliku korozija, ovisi o vrsti goriva. Kod loženja ugljenom s povećanim sadržajem sumpora i ložnim uljem, o ovim pojavama treba voditi strogo računa; zato se kod niskih režima često dimni plinovi vode mimo pomoćnih površina.

b) Cjevovodi za paru

S obzirom na čestu praksu isključivanja pojedinih ogranaka parovoda, kao i s obzirom na kolebanje temperature u režimu niskih opterećenja, treba računati s povećanim kondenziranjem pare u cjevovodima, naročito u zimskom periodu. Zato treba voditi računa o dovoljnom odvodnjavanju.

Postoji i pojava dodatnog termičkog naprezanja cjevovoda kod promjenljivog režima, kakav nastaje u periodu i u pojedinim fazama zaustavljanja i ponovnog upuštanja. Naime, parovodi visokih parametara su dimenzionirani i vođeni tako, da posjeduju najpovoljnije naprezanje, kad se pogon odvija kod normalnih parametara. Zato treba voditi računa o tome, da se parovodi ne izlažu naglim promjenama temperature u periodima brzog startanja. Obično se dozvoljava brzina zagrijavanja od najviše 3 °C/min.

c) Parne turbine

Osnovno je pravilo manipulacije prilikom variranja, a naročito za vrijeme startanja, da treba kontrolirati temperature, i to pare i materijala, dijelova s kojima ova para dolazi u dodir. Kod variranja opterećenja dolazi do promjene ulaznog puta strujanja pare i promjena brzine strujanja, što uzrokuje udare u leđa lopatica. Ove pojave mogu dovesti do pojačanih vibracija. Osjetljivost na njih ovisi o konstrukciji i obliku lopatica i sapnica.

Kod variranja opterećenja dešava se često da niskotlačni dio, a naročito ispušno grlo turbine, nije dovoljno hlađeno. Prekomjerno zagrijavanje nastaje uslijed transmisije topline iz ulaznog visokotlačnog dijela kućišta. Kod startanja, naročito ubrzanog, mogu nastati naprezanja, koja kod nestručnog ili nepažljivog rukovanja mogu dovesti do deformacije kućišta. Treba strogo razlikovati startanje iz hladnog stanja od startanja iz toplog stanja. Konstrukcija kućišta može biti više ili manje osjetljiva na ove pojave. Debele prirubnice, nagla zadebljanja, priključci s prirubnicama, posjedovanje unutrašnjeg i vanjskog plašta, oblik i položaj razdjelne reške, materijal kućišta itd., utječu na ovu pojavu. Kod startanja iz hladnog stanja više se zagrijavaju unutrašnje površine kućišta nego vanjske i prirubnice, naprotiv, kod startanja iz toplog stanja, unutrašnje su površine hladnije od vanjskih. Zato kod ubrzanog startanja treba mjeriti temperature na raznim mjestima po dužini gornjeg i donjeg kućišta, najbolje kompenzografom. Temperature i dužine istezanja su mjerilo za pravilnost i dopuštenu brzinu startanja. Odvodnjavanje kućišta i odgovarajuće doziranje zaporne brtvene pare doprinose sprečavanju oštećenja pri brzom startanju. Da se spriječe brza ohlađenja kućišta, treba naročitu pažnju posvetiti kvaliteti toplinske izolacije kućišta.

Kod dužeg rada pri minimalnim režimima, može doći do erozija pojedinih stepena lopatica. Ova pojava je moguća i u uslovima obustava i ponovnog startanja. Da li će se erozija pojaviti uopće i s kakovim štetnim djelovanjem, ovisi o sistemu turbine (akcione, reakcione), parametrima pare, hladnom kraju i obliku lopatica, tj. da li su lopatice klasične stare izvedbe ili sa zaokruženim ulaznim bridom (oblik kapljice), kako se zadnjih godina izrađuju.

Na ponašanje rotora pri obustavljanju i brzom startanju najviše utječe konstrukcija rotora, izvedba osovine (da li turbina radi s natkritičnim ili potkritičnim brojem okretaja), da li je rotor masivan u obliku bubnja ili ima meku elastičnu osovinu i posebne diskove, da li je turbina akciona s bogato odmjerenim rasporima ili reakciona s malim rasporima, da li je turbina višekućišna s velikim područjem kombiniranih kritičnih okretaja itd. Za vrijeme obustavljanja i startanja nastaju aksijalna rastezanja rotora, koja treba kontrolirati putem mjerača pomaka osovine i diferencijalnog pokazivača relativnog pomaka osovine i kućišta.

Kod niskih opterećenja treba voditi računa da recirkulacija kondenzata ili regulacija nivoa pravilno djeluje, da se spriječi pojava kavitacije u

kondenzatnoj pumpi. Isto tako treba voditi računa o temperaturi kondenzata, jer je kondenzat hladniji, te kod nedovoljnog zagrijavanja može doći do štetnog upliva na ekonomajzer kotla.

Opća je pojava da se radi povećanih gubitaka kod režima niskog opterećenja u fazi startanja troši približno toliko dodatne vode, kao kod normalnog. Pri tome je prodor zraka u otplinjač povećan. Oduzimanjem pare za regenerativno zagrijavanje podvrgnuta su promjenama, koje uslovljavaju isključenje niskotlačnih zagrijača.

Kod režima koji nastaju u pojedinim fazama obustave i startanja, nastaju pojave naglog i skokovitog povlačenja veće količine pare u niskotlačnim oduzimanjima, što često dovodi do pojačanih vibracija, odnosno nemirnog hoda turbine. Zato treba o tome voditi računa i postepeno zagrijati vodu u sistemu za vrijeme stavljanja u pogon.

Česta je pojava, naročito kod postojećih termoelektrana s agregatima u području snage 10 do 30 MW, da prilikom obustavljanja i ponovnog startanja izgube velike količine vode. Ovaj gubitak nastaje u periodu obustave radi potrebe hlađenja pregrijača pare, a pri startanju, radi hlađenja pregrijača i ispuhivanja u cilju postizanja propisanih temperatura pare. Ovaj gubitak vode kod starijih termoelektrana treba namiriti u cijelosti, jer se para ispušta obično u atmosferu. Kod novijih termoelektrana instalirani su posebni upusni kondenzatori za prijem viška pare ili se za te svrhe upotrebljavaju glavni turbinski kondenzatori. Kod agregata s međupregrijačima pare obično se instaliraju oba uređaja, i to s automatskim djelovanjem.

Gubitak vode često se ne može namiriti pomoću postojećih uređaja za pripremu vode, naročito kod primjene isparivača, koji kod niskih režima ne djeluju punim učinkom. Zato je potrebno imati sabirnike s dovoljnom količinom pripremljene vode. Postoji mogućnost naknadne ugradnje upusnih kondenzatora, da bi se omogućio što elastičniji pogon i ubrzalo startanje.

d) Turbogenerator

Veća kolebanja temperatura mogu štetno djelovati na namotaje, jezgru i izolaciju generatora radi nejednakih koeficijenata rastezanja i elasticiteta. Zato treba o tome voditi računa, da se ne dopuštaju nagla i veća ohlađenja. Često se upotrebljava električno grijanje.

Prema iskustvu u drugim zemljama, kod pažljivog reguliranja rashladnog sistema zračnog hlađenja prilikom obustavljanja i upuštanja, mogu se ovi štetni utjecaji svesti na podnošljivu mjeru i kod agregata od 50 MW bez dodatnog grijanja.

Uslovi brzog startanja

Osnovne smjernice za uspješno brzo startanje jesu slijedeće:

a) Pri obustavljanju

Treba izbjegavati brzo hlađenje kotla zatvaranjem zasuna na izlazu dimnih plinova i na ulaznom zraku.

Treba odgovarajućom brzinom rasteretiti turboagregat do praznog hoda, iskopčati ga od sistema, zatvoriti dovod pare, te stroj zaustaviti uz uključivanje uređaja za rotiranje. Pri tome treba spriječiti brzo hlađenje kućišta (spriječiti promaju u strojarnici, popraviti oštećenu izolaciju itd.). Uređaj za rotiranje ostaje u pogonu do vremena ponovnog startanja.

b) Pri startanju

Startati iz toplog stanja smije se samo ako je rotor nakon zadnje obustave trajno rotiran ili povremeno zakretan. Da se spriječi naglo stezanje, temperatura ulaznog kućišta (najtoplijeg mjesta, neposredno u ulaznom kućištu), mora biti u svakom slučaju niža od temperature ulazne pare na tom mjestu, i to za oko 40 °C.

U režimu obustave i ponovnog startanja nakon noćnog prekida u pogonu treba razlikovati dva markantna slučaja i to:

1. djelomičnu obustavu, tj. da nakon obustave pojedinih agregata u termoelektrani ostane u pogonu bar jedan kotao i jedan turboagregat (ili blok) kod normalnih parametara pare i
2. potpunu obustavu, tj. da se obustavljaju sve kotlovske i turbinske jedinice u termoelektrani.

Kod djelomične obustave ne postoji zapreka da agregat, nakon prekida starta s parom normalnih parametara, kontroliramo uz trajanje prema odgovarajućem tvorničkom ili iskustvenom dijagramu upuštanja za konkretni stroj. Kod tog postupka se parovod održava u toplom stanju.

Kod potpune obustave termoelektrane, tj. kad se obustavlja i zadnji kotao za odgovarajući noćni prekid, tada za upuštanje nema pare odgovarajućih parametara. Da se spriječe gubici, nekada se pri startanju istovremeno povisuju temperaturni nivoi kotla i turboagregata, tako da zajednički povezano kreću na više. Budući da se pri tome koriste samo male količine pare, moguće je da se ona na putu do turbine toliko ohladi, da njena temperatura bude ispod temperature ulaznog kućišta, što nije dopustivo. Da bi se to spriječilo, primjenjuju se razne individualne mjere kao npr. postepeno i sporije rasterećivanje turboagregata prilikom obustavljanja. Time se u momentu zaustavljanja rotora može postići sniženje temperature kućišta i rotora čak za 100 °C ispod temperature koju ima kućište kod normalnog obustavljanja. Na ovaj način pomoću odgovarajuće postepenosti u podešavanju temperatura pri startanju može se postići da temperatura pare na početku bude iznad temperature ulaznog kućišta. Kod uravnoteženog stanja i normalnog opterećenja temperatura pare na ulazu je obično oko 40—50 °C iznad

temperature ulaznog kućišta. U periodu upuštanja temperaturna razlika pare i kućišta na početku može biti i veća, ona se pod opterećenjem normalizira na navedenu vrijednost od 40—50 °C.

Startati treba s visokim vakuumom. Kod zaustavljanja i prijelaza na rotiranje (pomoću uređaja) treba vrijeme zaustavljanja (isteka) tako regulirati, da u momentu zaustavljanja temperatura ispušnog grla ne bude osjetno iznad 100 °C (što detaljnije propisuje proizvođač turbine). Kod višekućišnih strojeva treba kontrolirati temperaturu na kraju svakog kućišta.

Vrijeme potrebno za kontrolirano brzo startanje parnih kotlova u raznim zemljama

Zemlja	Snaga parametri pare	Vrijeme u minutama od paljenja kotla do punog opterećenja iz			
		hladnog stanja	toplog stanja nakon zaustavljanja od sati		
			6 — 8	8 — 16	30 — 36
1. Čehoslovačka	55 MW	—	100	—	—
2. Danska	60 MW 80 atn 506 °C	360[1]	—	100	—
3. S. R. Njemačka	48 MW 67 MW 125 atn	60[1]	15[1]	25[1]	—
4. Mađarska	30 MW	190	50—60	—	105—115 (30 sati)
5. Italija	160 MW		95[2]	—	—
6. Poljska	25—30 MW	200—240	65—110	—	—
7. Švedska	160 MW 121 atn 530/515 °C	100[3]	—	15—60[3]	105—115 (30 sati)
8. Engleska	60 MW	200	66,5	—	—
	100 MW	—	—	—	200 (36 sati)

[1] Bez vremena opterećivanja
[2] Vrijeme između zaustavljanja i startanja — nepoznato
[3] Blok posebno konstruiran za vršna opterećenja

Izvor: Economic commission for Europe, Committee on electric power (EP), Working Paper No 247 — 26. VII 1963.

Iz tablice slijedi da se vrijeme kontroliranih brzina startanja kreće prosječno:

iz hladnog stanja		oko 200 min.
iz toplog stanja	nakon 6— 8 sati	oko 65—100 min.
	nakon 8—16 sati	oko 100 min.
	nakon 30—36 sati	oko 105—200 min.

Budući da dnevne obustave traju obično 6—8 sati, znači da u prosjeku možemo računati sa oko 65—100 minuta potrebnog vremena za kontrolirano brzo startanje jedinica od 25 MW na više.

Ekonomski aspekti

Treba ukazati na gledište, koje postoji kod izvjesnog dijela stručnjaka iz pogona, a to je da se ekonomski aspekti primarno sastoje u pokrivanju rizika od kvarova i šteta, koje nastaju uslijed eventualnog povećanja trošenja, skraćenja vijeka trajanja i sl.

Međutim, savremeno gledanje na ovaj problem u svijetu je orijentacija na režime obustava bez rizika ili s minimalnim rizikom od kvarova i drugih štetnih posljedica, s time da se ne pređu granice, koje su opravdane u pogledu radikalnosti poduzetih mjera. U slučaju potreba treba računati i s izvjesnim investicijama, pomoću kojih se postrojenja dadu osposobiti za nove režime. Tu se radi obično o dodatnom loženju na mazut, postavljanju uređaja za okretanje rotora, dodatnoj zračnoj pumpi ili ejektoru, instaliranju upusnog kondenzatora, dodatnih grijača, pojačanju izolacije itd., te o nabavi mjernih i kontrolnih instrumenata i djelomične automatike.

U pogledu skraćenja vijeka trajanja postrojenja, poznato je da se u savremenoj gradnji energetskih postrojenja ne računa s ekonomski dugim vijekom trajanja, a u pogledu povećanog trošenja, poznato je, da razni pogonski defekti i u normalnim prilikama, iz nepredvidivih razloga ili radi pogrešnog rukovanja, često uzrokuju veće štete nego se mogu očekivati pojačanim trošenjem u kontroliranom ali napregnutom režimu.

U slučajevima, gdje se pojave oštećenja i povećanog habanja pojavljuju i dadu se ispitivanjem utvrditi, a negativne pojave nisu takove prirode, da se ne bi mogle držati pod kontrolom, treba ocijeniti, da li postoji ekonomsko opravdanje za troškove pojačanog uzdržavanja i eventualno češćeg izmjenjivanja onih dijelova, koji su izloženi bržem habanju. To mogu biti turbinske lopatice, sapnice, pa i cijeli rotori, a kod kotlova ziđe, vodogrjevne i pregrijačke cijevi itd.

U principu, individualni rentabilitet, koji je za pojedine termoelektrane najinteresantniji, utvrđu-

je se eksperimentalno uspoređujući sadašnju praksu svladavanja minimalnih opterećenja s novom po sistemu obustava.

Dakle treba utvrditi

1. potrošnju topline u uslovima reduciranog opterećenja i
2. potrošnju topline u uslovima obustave za vrijeme noći dodavši i potrošnju za postizanje normalnog opterećenja turboagregata, te normalne temperature pojne vode.

Potrošnja u uslovima obustave utvrđuje se obično na 2 načina i to:

a) *Kod neblokovskih agregata.* Obično se utvrđuje mjerenjem potrošnje topline za upuštanje kotla, zagrijavanje cjevovoda, upuštanje turboagregata s podizanjem opterećenja na normalno i normaliziranje sistema napojne vode.

b) *Kod blokovskih agregata.* Utvrđuje se kompleksna potrošnja topline nakon prekida za sve faze upuštanja od paljenja plamenika (ili raspirivanja vatre) do postizavanja normalnog opterećenja turboagregata i normaliziranja napojne vode. Kod blokovskih sistema to se obično utvrđuje višednevnim pokusima s planskim obustavljanjima, te se potrošnja izražava u obliku prosječne specifične potrošnje za ovaj režim. Nekada se potrošnja iskazuje u % povećanja potrošnje u odnosu na kontinuirani režim kod normalnog opterećenja.

Prema iskustvu u većim zemljama daje se prednost obustavnom režimu i to u prvom redu radi toga, što je ovaj režim često povoljniji u pogledu potrošnje goriva. Režim minimalnih opterećenja radi relativno dugo vremena uz loše karakteristike, premda mu se ne može osporiti izvjesna prednost u pogledu pogonske pripravnosti.

Za naše je prilike interesantno da prevladava gledište, prema kojemu su starije termoelektrane bez naročitog rizika sposobne za režim dnevnih obustava. Obično se izražava stanovište, da one i u normalnom pogonu imaju dosta visoku potrošnju goriva, koja se ovim režimom još povećava, tako da je njihov rentabilitet često u pitanju.

Smatramo, da u našim prilikama ovaj problem treba u ekonomskom pogledu osvijetliti s 2 aspekta i to: energetsko-ekonomskog i troškovno-ekonomskog.

Energetsko-ekonomski promatrano, u načelu postoji opravdanje, kad se može ugljen zamijeniti vodnom neiskorištenom snagom.

Troškovno-ekonomski promatrano postoji opravdanost samo onda, kad se adekvatna količina električne energije reducirana u termolektrani može proizvesti u jednoj ili više hidroelektrana, koje imaju sezonske preljeve uz toliko nižu proizvodnu cijenu, da se i dotičnoj termoelektrani mogu refundirati dodatni troškovi za njeno osposobljavanje i sprovođenje režima odgovarajućih varijacija.

Vlastita potrošnja

U nastavku razmatranja ekonomskog aspekta potrebno je ukazati i na problem vlastite potrošnje električne energije i topline kod režima varijacija. Kod obje vrste varijacija specifična vlastita potrošnja i gubici su veći nego kod normalnih režima. Kod rada pri minimalnim opterećenjima može se vršiti redukcija vlastite potrošnje u smislu prilagođavanja opterećenju (to se odnosi na mlinove, usisne ventilatore, napojne pumpe za rashladnu vodu itd.) pod pretpostavkom, da pogonski motori rade s promjenom broja okretaja.

Porast vlastite potrošnje i gubitaka daju se dosta jednostavno statistički utvrditi za svaku vrstu varijacija.

Stručni kadrovi

Neosporno je, da i za redoviti normalni pogon važnost pravilnog rukovanja i uzdržavanja treba stalno imati u vidu. Međutim, u uvjetima minimalnih režima i obustava, stavljaju se još veći zahtjevi na osoblje, koje vodi pogon i rukuje postrojenjem. Svaka greška, nemar ili nesavjesnost mogu imati dalekosežne posljedice (i kod malih, a naročito kod postrojenja visokih parametara i velike snage), koje ne bi trebalo pripisati višoj sili ili krivom izboru režima tim više, što se pravi uzroci često ne daju tačno utvrditi. Prema tome, preduslov je za uvođenje novog režima, posjedovanje visokokvalitetnih kadrova, sposobnih da ovladavaju problematikom i da se služe savremenim kontrolnim sredstvima.

Literatura

1. J. Lucati, *Studija o minimalnim opterećenjima i kratkotrajnim obustavama u TE* — Institut za elektroprivredu 1964.
2. *Pokrivanje vršnih opterećenja,* Economic Commission for Europe — Committee on Electric Power, 1962.
3. *Zaustavljanje jedinica u periodima niskog opterećenja,* Electrical World IX 1959, str. 54—56.
3. I. C. Baldwin i R. F. Dittrich, *Zaustavljanje jedinica u periodima niskog opterećenja,* Electrical World IX 1959, str. 54—56.
5. *Neka pitanja perioda starta termoelektrana,* Električeskie Stancii, br. 11—1959, str. 28—33.
6. *Rad turbinskog postrojenja TE u uslovima niskih električnih opterećenja,* Energetik broj 12, 1958, str. 15—16.
7. O. G. Hammer, *Od hladnog stanja do pune proizvodnje za jedan sat,* Power, ožujak 1961, str. 76—79.
8. *Funkcioniranje uz tehnički minimum i brzo kontrolirano startanje u TE,* L'energia elettrica, br. XI—1957, str. 1069—1074.
9. *Problemi rada termoelektrana pri varijaciji potrošnje,* La termotecnica, broj 7—1962, str. 413—426.
10. *Nove metode startanja parnih turbina,* Energetik br. 2, 1959. str. 33—37.
11. E. Špitalnik-Štehla, *Racionalno startanje i obustavljanje velikih blokova,* Energetika, br. 26, 1963, prilog, str. 5—6.
12. Drabik-Heine, *Nove metode pogona turboagregata u elektranama i toplanama,* Energetika br. 2, 1960, str. 32—33.

Naslov pisca: Jakob Lucati, dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

MJERENJE BUKE TRANSFORMATORA SNAGE

Momir Vujnović, Zagreb

U moderno doba buka postaje sve neugodniji pratilac čovjeka. Među njenim uzročnicima nalaze se u posljednje doba također i transformatori snage. U cilju upoznavanja s ovim problemom opisane su prvo općenite metode i uređaji za mjerenje buke, a zatim metode mjerenja buke transformatora. Na kraju su prikazani inozemni propisi i norme u vezi načina mjerenja i dozvoljenih iznosa buke transformatora.

DK 534.83.08 : 621.314.21

Uvod

Danas je općenito u životu ljudi problem buke jedan od problema koji naglo rastu, i čijem će se rješavanju morati posvećivati svakim danom sve veća pažnja. Sadašnjim razvojem tehnike i prometa buka postaje sve izrazitiji neželjeni pratilac čovjeka u njegovu radu i odmoru. Njezina je pojava posljedica naglog razvoja industrije, jačanja strojnog parka, kao i sve većeg broja prometnih sredstava.

Smanjenje buke nužno je provoditi iz razloga, što ona štetno djeluje na zdravlje čovjeka, smanjujući mu na taj način radnu sposobnost, kako u fizičkom tako i u psihičkom pogledu.

I buka transformatora snage postaje sve zamjetljivija u posljednja dva do tri decenija, kada se uslijed silnog razmaha privrede pojavila potreba za naglim povećanjem električne energije. Pojavom transformatorskih stanica u stambenim četvrtima gradova dolazi do povećanja ionako dosta visoke okolne buke. Malo po malo javljaju se zahtjevi da se transformatorska buka smanji na najmanju moguću mjeru.

Da bi se mogla povesti borba protiv buke, nužno je detaljnije poznavati kako njezin karakter (jačinu, frekventni spektar, trajanje) tako i način percepcije kojim ljudski slušni aparat prima zvučne utiske. Budući da često personal — koji se bavi izvođenjem mjera za ublaživanje buke — barata pojmovima iz akustike, a da s njima nije detaljnije upoznat, dolazi katkada do raznih nejasnoća, pa i do krivih zaključaka. Stoga će se u ovom radu detaljnije objasniti načini mjerenja buke, jedinice kojima se to vrši, kao i propisi i norme, preporučeni sa svrhom ublaživanja buke na razumnu mjeru.

Općenito o mjerenju buke

Mjerenje veličine zvučnog polja zahtijeva veliku pažnju i široko poznavanje fizioloških osobina čovjekova slušanja. Ono treba da bude vršeno na način kojim i samo uho »mjeri« zvučne senzacije, tj. mora vjerno oponašati karakteristike slušanja. Jedan od najvažnijih podataka o tome kako uho sluša, daju dobro poznate Fletcher—Munsonove krivulje jednakih glasnoća (sl. 1).

Iz krivulja na slici se vidi, da osjet glasnoće (foni) nije kod različitih frekvencija jednak; isti fizikalni intenzitet tona (zvučna snaga I) ne proizvodi pri raznim frekvencijama u uhu jednaku glasnoću. Odnosno obratno, tonovi od npr. 100 i 1000 Hz čuju se s jednakom glasnoćom od recimo 10 fona, ako im odgovarajuće zvučne energije iznose 10^{-11} i 10^{-15} W/cm². Prema tome važno je uočiti na slici međusobne ovisnosti triju veličina:

fizikalnog intenziteta tona I (W/cm²) ili zvučnog pritiska p (din/cm² = μbar = 10^{-5} N/cm²),
glasnoće tona (foni),
frekvencije tona (Hz).

Kako se iz sl. 1 vidi, odnos čujnih energija zvuka, koje uho zapaža od najtišeg do najglasnijeg tona (od 10^{-16} do 10^{-3} W/cm²) pri frekvenciji 1000 Hz, iznosi 1 : 10^{13}. Odnos zvučnih pritisaka najtišeg i najglasnijeg tona skoro je 1 : 10^{7}. Zbog ovako velikih raspona upotrebljavaju se, zbog jednostavnosti, pri označavanju ovih veličina druge jedinice — decibeli (dB). Međutim, decibelima se mogu označiti samo relativni odnosi dvaju intenziteta I ili dvaju zvučnih pritisaka p, jer prema definiciji važi:

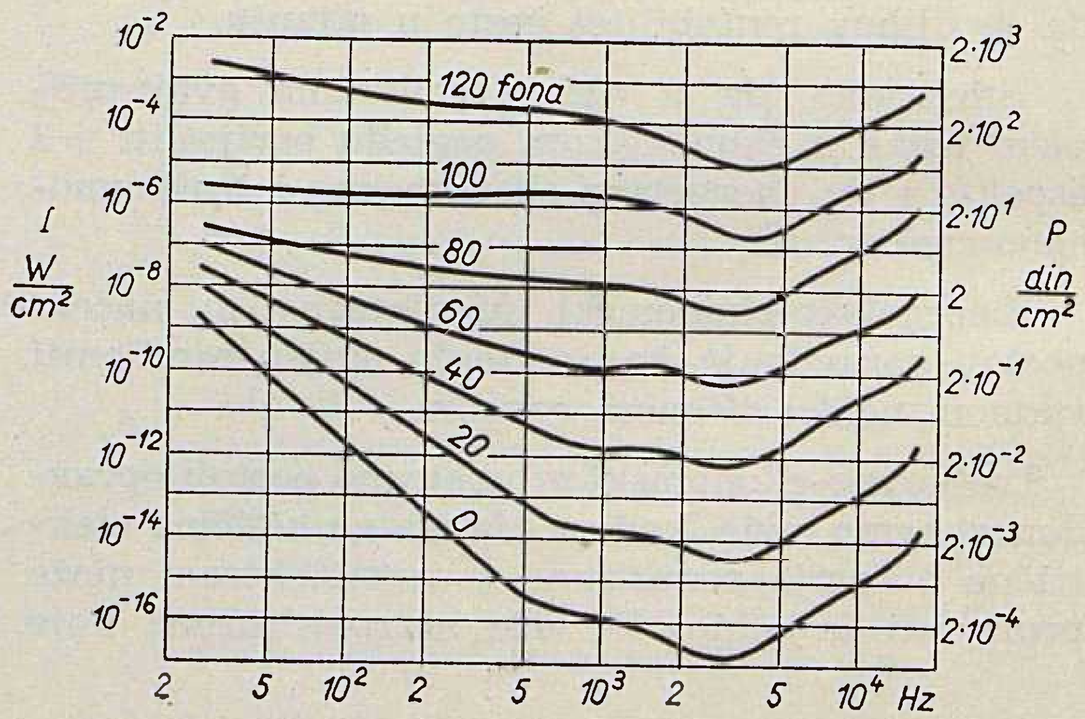
$$\mathrm{dB} = 10 \log \left(\frac{I}{I_2}\right) = 20 \log \left(\frac{p_1}{p_2}\right)$$

Međutim, ako se granica čujnosti (0 fona) postavi kao referentna tačka zvučnog intenziteta ili pritiska, onda se iz gornje jednadđbe može odrediti ili intenzitet ili pritisak nekog zvuka u odnosu na tu tačku pomoću jednadžbe:

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0}\right) = 20 \log \left(\frac{p}{p_0}\right) \ \mathrm{dB}$$

gdje je

L — nivo zvučnog intenziteta ili pritiska u dB iznad referentnih vrijednosti
I — ispitivani intenzitet zvuka
p — ispitivani zvučni pritisak



Sl. 1. Fletcher-Munsonove krivulje jednakih glasnoća

$I_0 = 10^{-16}$ W/cm² — referentni intenzitet na granici čujnosti (f = 1000 Hz)

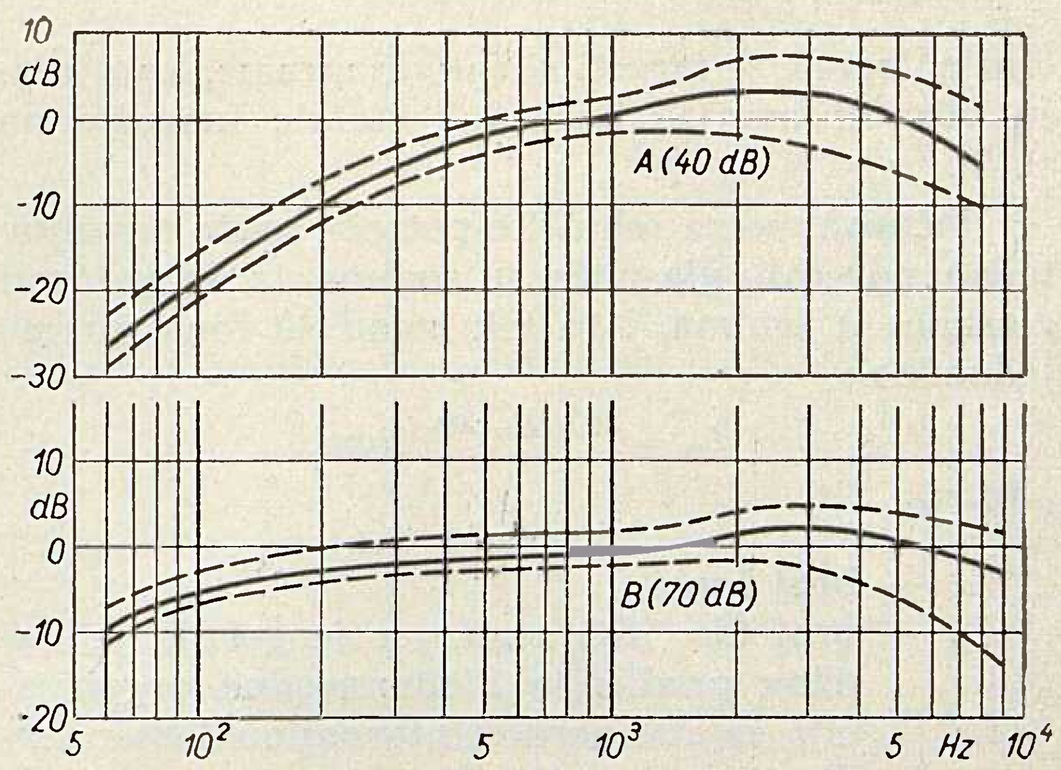
$p_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ μbara — referentni zvučni pritisak na granici čujnosti (f = 1000 Hz)

Instrument kojim bi se mjerila veličina L, i koji bi bio jednako osjetljiv na sve frekvencije čujnog područja (tj. imao ravnu frekventnu karakteristiku), mjerio bi u stvari samo fizikalnu veličinu intenziteta zvuka ili zvučnog pritiska (u dB) u odnosu na referentnu razinu gornjih veličina (za pritisak $2 \cdot 10^{4}$ μbara). Za ton od npr. 100 Hz i zvučnog pritiska $p = 2 \cdot 10^{3}$ μbara instrument bi pokazao vrijednost + 20 dB (ovo slijedi i iz jednadžbe za L). Međutim, u vezi sa slikom 1, »mjerenje« tog tona uhom ne bi dalo uopće rezultata; uho ga ne bi čulo. Prema tome ovakav mjerač zvučnog nivoa ne bi dao objektivni rezultat mjerenja. Ne bi uzimao u obzir svojstvo uha, da je sve manje osjetljivo na sve niže frekvencije od 1000 Hz, a također i na više od oko 5000 Hz. Kod primjera tona od 100 Hz potreban je mnogo veći fizikalni intenzitet od 10^{16} W/cm², da bi ga prosječno osjetljivo uho tek jedva čulo.

U svrhu pak objektivnog mjerenja ove, uhom subjektivno procijenjene glasnoće, potrebno je da i sam instrument ima karakteristiku osjetljivosti ovisnu o frekvenciji kao i uho, tj. da je manje osjetljiv na niže i više frekvencije. Međutim, kako se iz sl. 1 vidi, kod raznih glasnoća od 0 do 130 fona niti jedna od karakteristika nema posve istovjetan tok. To znači, da bi instrument za objektivno mjerenje morao imati niz karakteristika osjetljivosti (tzv. prigušne karakteristike). Kada bi mjerio pretpostavljeni nivo od 0 fona, karakteristika bi mu morala izgledati kao i ona odgovarajuća za tu glasnoću; kada bi mjerio neku drugu glasnoću, potrebna bi mu bila odgovarajuća karakteristika za tu vrijednost glasnoće. Ovakav instrument nije moguće izvesti, pa se iz razloga jednostavnosti izvode samo tri različite prigušne karakteristike. Naravno, prigušne karakteristike pojačala imaju obrnuti tok, da odrazuju realno stanje — prigušenje višeg i nižeg frekventnog područja (sl. 2).

Prema američkim propisima A. S. A. Z-24. 3-1944. definirane su prema sl. 2 prigušne karakteristike koje simuliraju krivulju glasnoće od 40 fona (»40—dB weighting«), od 70 fona (»70—dB weighting«) i od 130 fona, koja se uzima ravna u čitavom području (»flat response«). Na slici su ujedno dane i tolerancije za koje se smije razlikovati instrument od instrumenta. Ovakav instrument (»sound level meter«) pokazuje ispravne vrijednosti glasnoće u fonima samo pri mjerenju glasnoće od 40, 70 i 130 fona.

Za međuvrijednosti će instrument više ili manje griješiti, što se inače može računski korigirati, ali se to u stvari uvijek zanemaruje, pogotovo zato, što su navedene krivulje tako odabrane, da pojedina ima vrlo sličan tok za vrijednosti glasnoća i nešto iznad i nešto ispod same sebe.



Sl. 2. Prigušne karakteristike fonometra prema standardima A.S.A.Z. — 24.3

Stoga se s prigušnom karakteristikom od 40 fona (zvana i »A-krivulja«) vrše mjerenja glasnoće u području od 20 do 55 fona, 70-fonskom (»B-krivulja«) karakteristikom u području 55 do 85 fona i 130-fonskom (»C-krivulja«) u području 85 do 140 fona. Najviše se griješi pri mjerenju glasnoća znatno ispod 40 fona, što međutim nije baš važno, jer je buka gotovo uvijek glasnija.

Nešto su drugačije definirane gornje prigušne karakteristike u njemačkim propisima. Prema normama DIN 5045, definirana je jedna karakteristika za mjerenje glasnoća iznad 60 fona (»Bewertungskurve Nr. 1«), druga za glasnoće 30—60 fona (»Bewertungskurve Nr. 2«) i treća za glasnoće ispod 30 fona.

U novije se vrijeme zbog raznih pogodnosti grade instrumenti (dosta kompliciraniji), koji mjere glasnoću u novo definiranoj jedinici — sonu. Naime, do jedinice SON došlo se iz slijedećih razloga. Iz danih ovisnosti glasnoće o frekvenciji i fizikalnom intenzitetu zvuka prema Fletcher-Munsonovim karakteristikama (sl. 1), ne vidi se uz sva nastojanja, za koliki je broj fona potrebno promijeniti glasnoću, da bi se ustanovilo kako je neki zvuk za određeni broj puta glasniji ili tiši nakon provedbe promjene. Pri povišenju glasnoće od npr. 10 fona ne uočava se, da li je zvuk dva ili više puta, subjektivno, glasniji.

U svrhu određivanja subjektivne promjene glasnoće u ovisnosti o glasnoći izraženoj jedinicom fonom, vršena su odgovarajuća ispitivanja. Pri tom je definirana jedinica glasnoće son na slijedeći način. Dogovorno je uzeto da ton od 1000 Hz i glasnoće 40 fona ima subjektivnu vrijednost glasnoće 1 son. Za ostali dio fonske skale empirijski su kod te frekvencije određene ostale vrijednosti skale sona (prema krivulji 800—2000 Hz na sl. 3) tako, da je zvuk toliko pojačan, da su ga subjektivno ocijenili dva puta glasnijim — u tom je momentu dvostruko pojačani zvuk dobio vrijednost od 2 sona. Isto vrijedi i dalje: dva puta glasniji zvuk od ovoga posljednjeg ima glasnoću 4 sona itd. (uvijek dvostruko glasniji zvuk ima dva puta više sona od prethodnog zvuka). Za svaku drugu frekven-

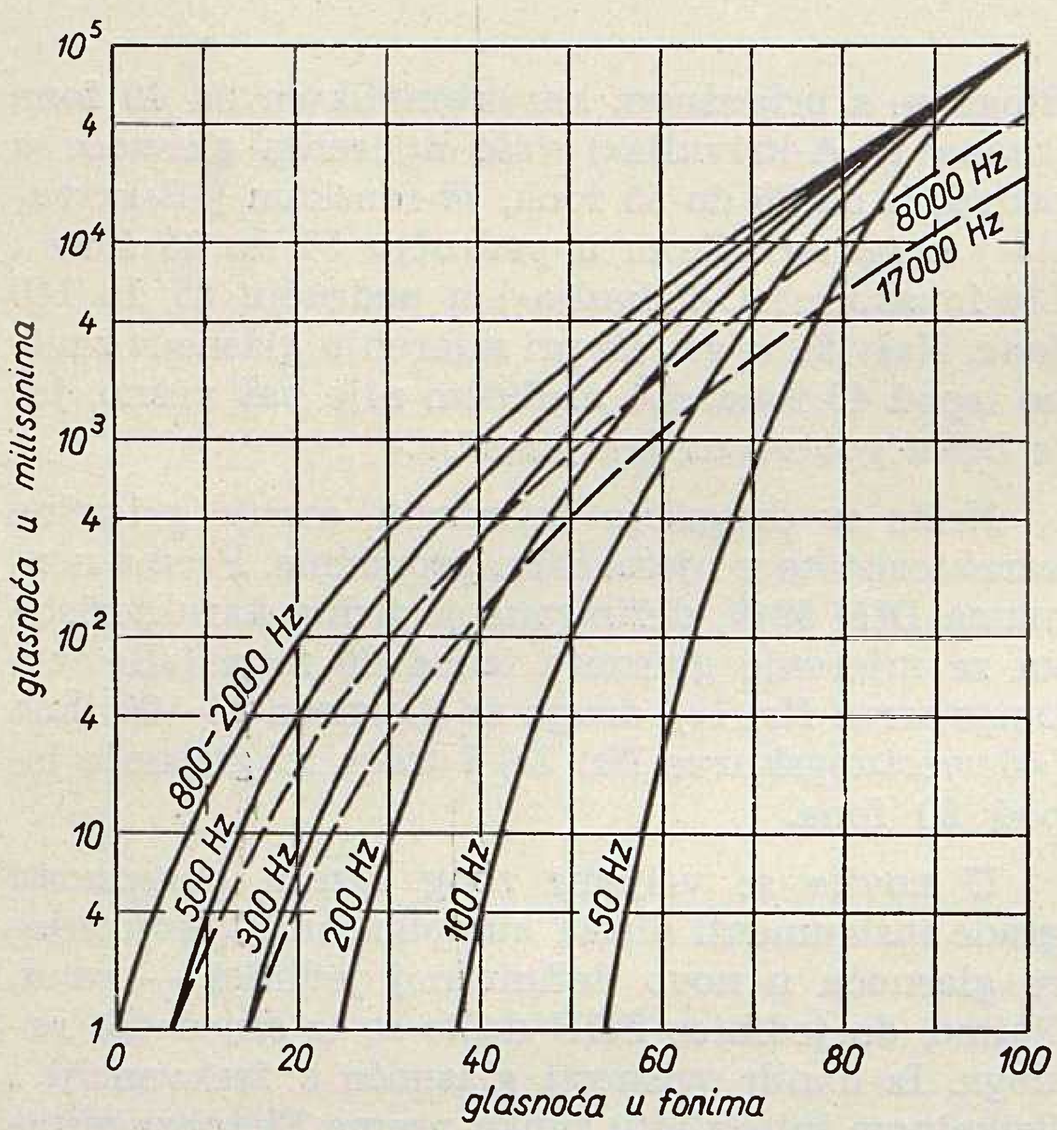
ciju potrebno je izvesti slične dijagrame, koji imaju više ili manje sličan tok (ostale krivulje na sl. 3).

Računski se za tehničke potrebe može dovoljno tačno odrediti glasnoća u sonima iz vrijednosti glasnoće u fonima, i to tek iznad 40 fona, prema jednadžbi:

$$L_s = 2^{0,1\,(L-40)} \text{ sona}$$

gdje je

L — broj fona
L_s — broj tzv. ISO sona, jer je gornju jednadžbu predložila Međunarodna organizacija za standarde (International Standardisation Organisation).



Sl. 3. Ovisnost glasnoće u fonovima o glasnoći u sonovima na različitim frekvencijama

Prednost označavanja glasnoće jedinicom son slijedi iz njene definicije. Naime, ukupna glasnoća dvaju zvučnih izvora dobije se jednostavnim zbrajanjem broja sona jednog i drugog izvora, što u slučaju fona nije dopustivo. Ukupni iznos sona pretvori se tada pomoću krivulja na sl. 3 u ukupni iznos fona (jer je fon uobičajenija jedinica).

Do sada opisani fonometar daje vrijednosti glasnoće u fonima samo u slučaju ako mjeri čiste tonove. Međutim, pri mjerenju kompleksnog zvuka, sastavljenog istovremeno od više tonova raznih frekvencija, kakvog karaktera baš i jest buka, instrument ne daje stvarni broj fona kao što bi to uho procijenilo. U ovom posljednjem slučaju fonometar će općenito pokazati niže vrijednosti glasnoće, nego što to uho čuje. Numerički može pokazati, kod mjerenja buke transformatora, manji nivo glasnoće za 5 do 15 fona, (kod buke šireg spektra i do 30 fona). Razlog gornjoj činjenici leži u fiziološkim osobinama uha. Praktički će se gornjim instrumentom mjeriti ispravno glasnoća čistih tonova, ali i buke koja ima širinu frekventnog spektra užu od 1/3 oktave, tj. terce. Kod buke čiji je spektar širi od terce, postupak ispravnog mjerenja sastoji se u slijedećem. Posebno se izmjeri glasnoća u fonima jednog po jednog opsega frekvencije terce. Zatim se ovi iznosi fona pretvore pomoću dijagrama na sl. 3 u odgovarajuće iznose sona, koji se zbroje. Ukupni zbroj sona pojedinih frekventnih intervala pretvori se najzad u ukupni iznos fona, koji predstavlja stvarnu vrijednost glasnoće buke mjerenog opsega frekvencija. Ovaj postupak slijedi iz sličnog mehanizma slušanja uhom, u što se ovdje neće dublje ulaziti.

Gornji postupak frekventne analize u odsječcima po 1/3 oktave važi, međutim, opet uz jedno ograničenje. Naime, važi kod relativno tihe buke. Kod mjerenja pak glasnije buke sva je razlika u tome, što je potrebno provesti analizu u širim odsječcima, odnosno u odsječcima od čitave oktave. Ostali postupak ostaje isti.

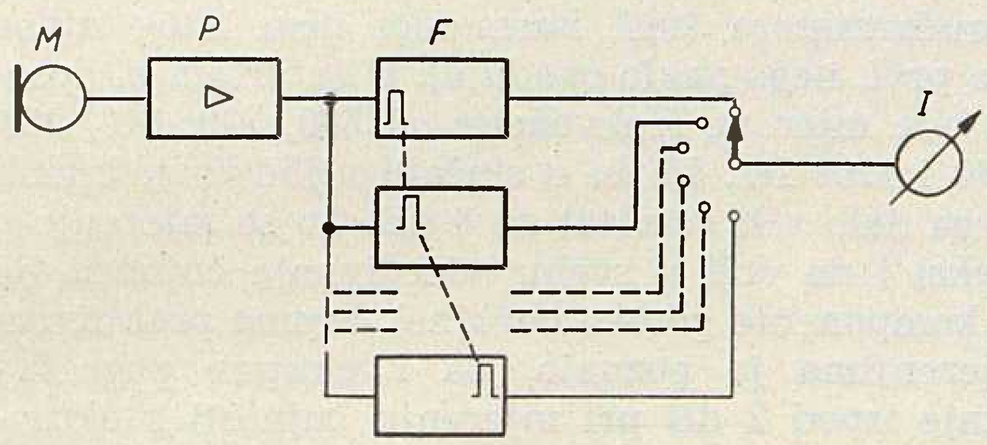
Potrebom propuštanja samo određenih užih pojasa sudjelujućih frekvencija u buci, instrument postaje selektivni mjerač nivoa zvučnog pritiska. Na sl. 4 prikazana je blok-shema jednog takvog fonometra. Sastavni su mu elementi mikrofon M kao registrator zvučnog pritiska, pojačalo P koje jednoliko pojačava sve frekvencije čujnog područja, filterski dio F — sastavljen iz potrebnog broja filtera, koji propuštaju, po želji, bilo pojas terce (tercni filter), bilo pojas oktave (oktavni filter) — i registrirajući instrument I. Područja propuštanja pojedinih filtera međusobno su tako pomaknuta, da se njihovom sukcesivnom upotrebom (pomoću preklopnika) proanalizira željeni frekventni opseg. Frekventna karakteristika instrumenta sa sl. 4 ima izgled kao na sl. 5 (primjer oktavnih filtera).

Ovako izvedenim instrumentom dobiju se tačnije vrijednosti buke šireg spektra (u fonima), ali je sam postupak dugotrajan i zamoran. Zbog jednostavnosti, jeftinoće i brzine mjerenja, u svijetu se većinom mjeri prvo spomenutim fonometrom s prigušnom karakteristikom A, B i C a odgovarajući iznosi glasnoće daju se u dB (naročito u američkoj literaturi), jer se stvarno i ne mjere iznosi fona. Zatim se, prema praktičnim iskustvima (dobivenim gornjim dugotrajnim mjerenjima) o karakteru izvjesne buke, izmjerenim rezultatima pridoda više ili manje dB (do 30 dB), smatrajući tako uvećani iznos stvarnom glasnoćom u fonima.

Metode mjerenja transformatorske buke

Način mjerenja buke transformatora u principu je jednak načinima mjerenja buke bilo kojeg karaktera. Isto su tako dovoljni i instrumenti razmatrani u općenitom dijelu. Međutim, kako se u okolini transformatora snage traže neki kriteriji u vezi sa specifikacijom dozvoljive čujnosti buke, potrebno je na adekvatan način prilagoditi već poznate metode.

Praktična mjerenja u tvornici zahtijevaju zbog pomanjkanja prostora mjerenje u neposrednoj blizini transformatora. Međutim, pri tom nastaju poteškoće zbog međusudjelovanja zračne zvučne energije s okolnim predmetima. Na taj način odziv mikrofona, koji reagira na zvučni pritisak, ne može da bude prava mjera čiste zračene energije. Zbog istog se razloga zato i ne može iz podataka ovakvog mjerenja pravilno zaključiti na veličinu buke



Sl. 4. Blok-shema selektivnog mjerača glasnoće

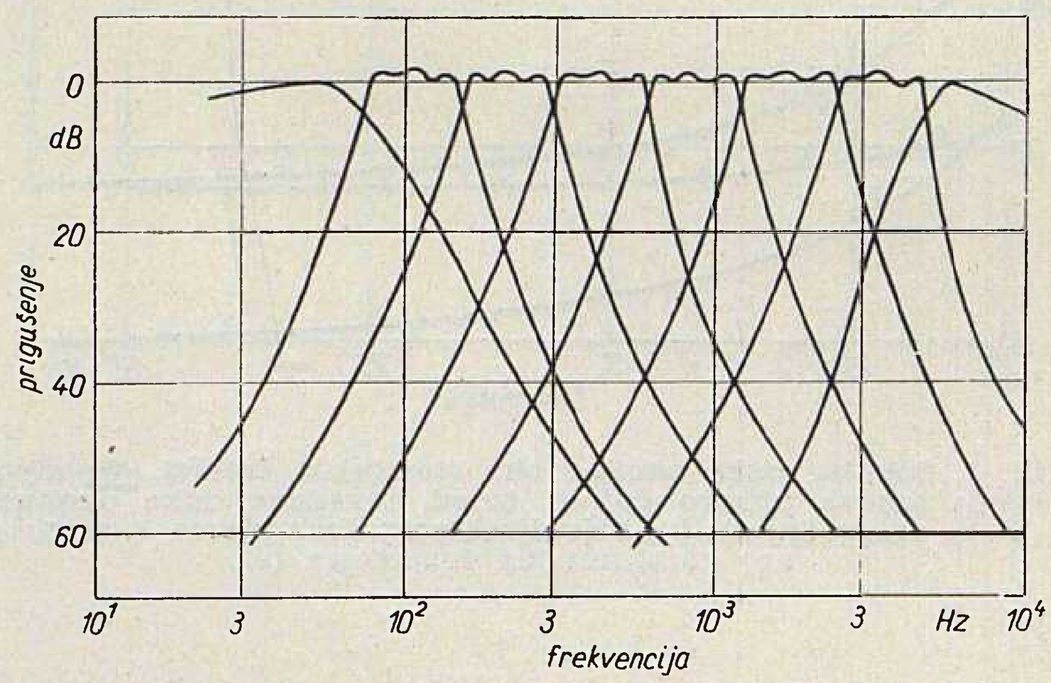
transformatora u slobodnom zvučnom polju. Mjerenjima pak na otvorenom prostoru ove nezgode mogu i ne moraju biti uklonjene. Tamo se opet javlja utjecaj okolnih zgrada, terena i atmosferskih uslova.

Kako je već naglašeno, fonometar s prigušnom karakteristikom *A*, *B* i *C* mjeri ispravno glasnoću u fonima samo kod čistih tonova. Iako to kod buke šireg spektra više nije slučaj (instrument pokazuje niže vrijednosti za 5—15 fona), ipak se zbog svoje jednostavnosti upotrebljava dotični instrument, a dalje se pretpostavi stvarna glasnoća buke na taj način, da se izvrši korekcija dodavanjem 5—15 fona (kod buke šireg spektra od buke transformatora taj dodatak može iznositi i do 30 fona). Druga je mogućnost, da se, možda, konstruira ponešto drugačija prigušna karakteristika, koja bi uzela u obzir ovaj dodatak. No kako dodatak ovisi o spektralnom sastavu buke, to se opet ne bi postigla jedinstvena tačnost pri mjerenjima buke raznog sastava. Pri tom je važno naglasiti da se buka transformatora zbog jednoobraznosti, gotovo uvijek [5] mjeri pomoću prigušne karakteristike od 40 fona (*A* - krivulja), bez obzira na zvučni nivo. Razlog ovome leži i u želji, da se buka transformatora na potrebnoj lokaciji priguši na otprilike istu vrijednost. Ujedno je ta karakteristika u najboljoj suglasnosti s krivuljom jednake nelagodnosti (vidjeti kasnije) [6].

Prema američkim iskustvima ustanovljeno je, da je najpogodniji način mjerenja glasnoće širokopojasne buke pomoću analizatora s oktavnim filterima. U vezi s time vršena su i ispitivanja s drugim širinama propusnog pojasa. Ako je odabran instrument s oktavnim filterima, onda se uzima osam filtera za analizu čujnog opsega frekvencija (sl. 5). Definirane su ove granice pojasa: 37—75 Hz, 75—150 Hz, 150—300 Hz, 300—600 Hz, 600—1200 Hz, 1200—2400 Hz, 2400—4800 Hz i 4800—9600 Hz. Kod mjerenja se pokazalo, da bi analizator s užim propusnim pojasima, tj. sa deset filtera u cijelom čujnom području, bio tačniji kod buke, čiji se spektar sastoji od niza diskotinuiranih frekvencija. Analizator pak sa širim pojasima od oktavnog, odnosno s pet filtera u cijelom čujnom području, tačniji bi bio za mjerenja buke u kojoj su kontinuirano zastupane sve frekvencije čujnog područja (bijeli šum). Kako je buka transformatora sastavljena od niza diskontinuiranih frekvencija (osnovna je frekvencija 100 Hz, a više komponente 200, 300 Hz .... itd.), njeno bi mjerenje bilo nešto tačnije s ponešto drugačijom širinom filtara od oktavne, ali se pri tom ipak upotrebljavaju oktavni filteri, jer su instrumenti s njima najviše na raspolaganju. Kako se vidi iz prakse, ispitivanja s oktavnim filterima potpuno zadovoljavaju, uzimajući pri tom u obzir činjenicu, da će se pomoću njih dobiti ponešto niže vrijednosti pri ispitivanju zvukova od diskontinuirano raspodijeljenih frekvencija, odnosno ponešto više vrijednosti pri kontinuirano sastavljenom spektru širokopojasne buke.

Osnovni kriterij metode čujnosti (audibility method) je čujnost nekog zvuka u prisutnosti buke okoline. Nivo, kod kojega transformator upravo postaje čujan iznad buke ambijenta, može se odrediti.

Čovječje uho se vlada kao analizator koji je sastavljen od uskih filterskih pojasa, tzv. kritičnih pojasa uha. Čisti je ton jedva čujan u bijeloj buci (buka širokog spektra) okoline, ako ima energiju



Sl. 5. Frekventna karakteristika selektivnog mjerača glasnoće (oktavni analizator)

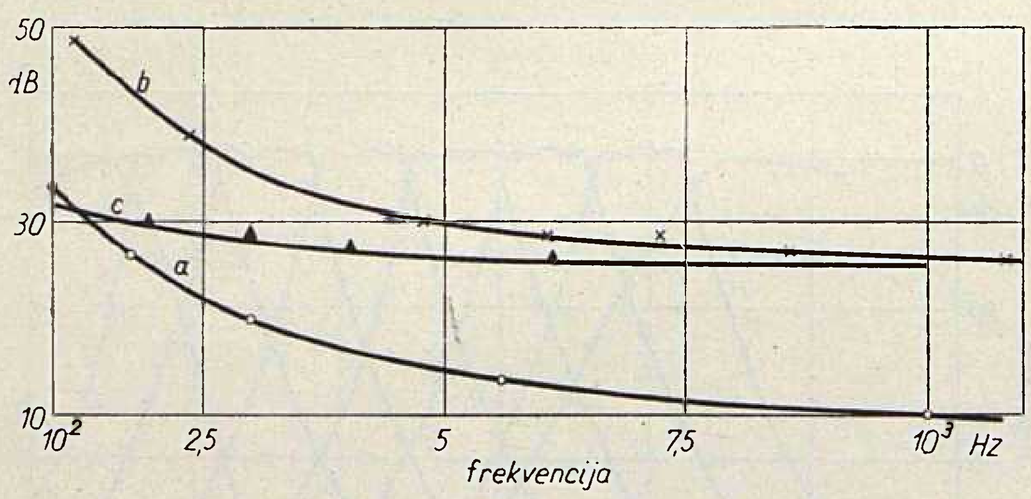
jednaku ukupnoj energiji sadržanoj unutar kritičnog pojasa uha. Prema tome, kad istovremeno djeluje bijela buka i neki čisti ton, njega maskira (zaklanja) samo buka unutar kritičnog pojasa centrirana oko tona. Prema definiciji se sada postavlja, da je širina jednog pojasa (u dB) jednaka broju dB, za koji mora da bude čisti ton uzdignut iznad nivoa spektra bijelog šuma, kako bi bio upravo čujan:

$$\mathrm{dB} = 10 \log \frac{\Delta f}{1\ \mathrm{Hz}}$$

gdje je Δf — širina kritičnog pojasa uha u Hz.

Srednja vrijednost ovih pojasa u opsegu frekvencije od 120—1200 Hz iznosi 16 dB, odnosno 40 Hz. Kako svaka frekvencija u buci transformatora pada u jedan od ovih kritičnih pojasa, to je prema gornjoj definiciji pojedini čisti ton upravo čujan, ako je njegov nivo zvučnog pritiska viši barem za navedeni broj dB (16) od nivoa zvučnog pritiska bijelog šuma onog dijela spektra oko ispitivanog čistog tona.

Gore opisana metoda mjerenja može se iskoristiti u svrhu određivanja nivoa buke kad transformator upravo postaje čujan u bližoj okolini npr. u blizini stanova. Pri tom je potrebno poznavati spektar buke okoline. U sl. 6 prikazan je jedan praktični slučaj mjerenog spektra buke okoline (krivulja *a*). Navedeni spektar buke analiziran je instrumentom koji je imao širinu propusnog pojasa 1 Hz. Dodavanjem širine kritičnih pojasa (u dB) dobivenim vrijednostima buke, okoline, dobije se krivulja *b* ($b = a + 16$ dB). Transformatorska je buka čujna, ako bilo koja od njenih komponenata prijeđe odgovarajuću vrijednost iz krivulje *b* (ove vrijednosti važe u slučaju mjerenja nivoa čistih tonova s instrumentom koji ima ravnu frekventnu karakteristiku — krivulju *c*). U slučaju mjerenja zvučnog nivoa čistih tonova instrumentom s prigušnom karakteristikom *A* (40-fonskom), komponente transformatorske buke čujne su, ako prelaze odgovarajuće vrijednosti iznad krivulje *c* na sl. 6.



Sl. 6. Spektar buke okoline oko stambenih četvrti (*a*); nivo čistih tonova upravo čujnih iznad navedene buke okoline (blaga nelagodnost); *b*); krivulja *b* prigušena prema *A*-prigušnoj karakteristici fonometra (*c*)

U svrhu dobivanja svakog podatka koji je potreban za određivanje čujnosti transformatora, nužna je upotreba analizatora s posve uskim pojasima propuštanja. Međutim, jednostavniji, ali manje tačan (u ovom slučaju) je postupak mjerenja analizatorom s oktavnim filterima. Kod ovog posljednjeg otpada potreba adjustiranja na frekvenciju mreže i njene multiple, ali unosi pogreške pri mjerenju iz slijedećih razloga (pri tom veličina pogreške ovisi o frekventnoj raspodjeli transformatorske buke). Naime, oktavni analizator daje ispravan rezultat mjerenja samo kod komponente od 120 Hz i 240 Hz (slučaj frekvencije mrežnog napona u SAD), budući da se samo po jedna od ovih frekvencija nalazi u propusnom opsegu 75—150 Hz i propusnom opsegu od 150—300 Hz. Komponente buke 360, 480 i 600 Hz nalaze se sve tri u slijedećem propusnom opsegu od 300—600 Hz. Kako je kod metode čujnosti potrebno izmjeriti samo veličinu jednog tona, to će u trećem oktavnom propustu instrument pokazati, u slučaju jednakih nivoa triju navedenih komponenata, veću vrijednost za 5 dB. Ako postoje samo dvije komponente, jednake po iznosu, očitanje je za 3 dB više od vrijednosti jedne komponente. Međutim, praktički pogreška rijetko prelazi vrijednost od 2 dB s obzirom na tipični spektar buke transformatora (viši harmonici nisu istog nivoa kao prvi, nego naglo opadaju). U četvrtom bi opsegu bile mjerene frekvencije od 600, 720, 840, 960, 1080 i 1200 Hz, što bi u slučaju njihovih jednakih nivoa dalo viši rezultat za 8 dB. To se mjerenje u praksi i ne vrši u svrhu određivanja čujnosti (te su komponente gotovo nečujne). Prema praktičnim mjerenjima je poznato, da i ukupna pogreška ostaje ispod 2 dB pri mjerenju čujnosti s oktavnim analizatorom.

Ako se pak želi mjeriti čujnost buke transformatora instrumentom koji ima prigušnu karakteristiku *A*, *B* i *C*, onda se to dovoljno tačno vrši u slučaju upotrebe prigušne karakteristike *A* (40 dB). U najviše slučajeva tipične buke transformatora, određivanje čujnosti vrši se unutar pogreške do 3 dB.

Kako se iz gornjih izlaganja vidi, mjerenje, odnosno proračunavanje glasnoće neke buke, ne daje uz promjenu različitih metoda uvijek iste rezultate. Mogu se dobiti čak i vrlo različiti rezultati. To ukazuje na konstataciju, da još ni danas problem mjerenja glasnoće buke širokog spektra (što naročito vrijedi za impulsne zvučne procese — eksplozioni motori) nije riješen.

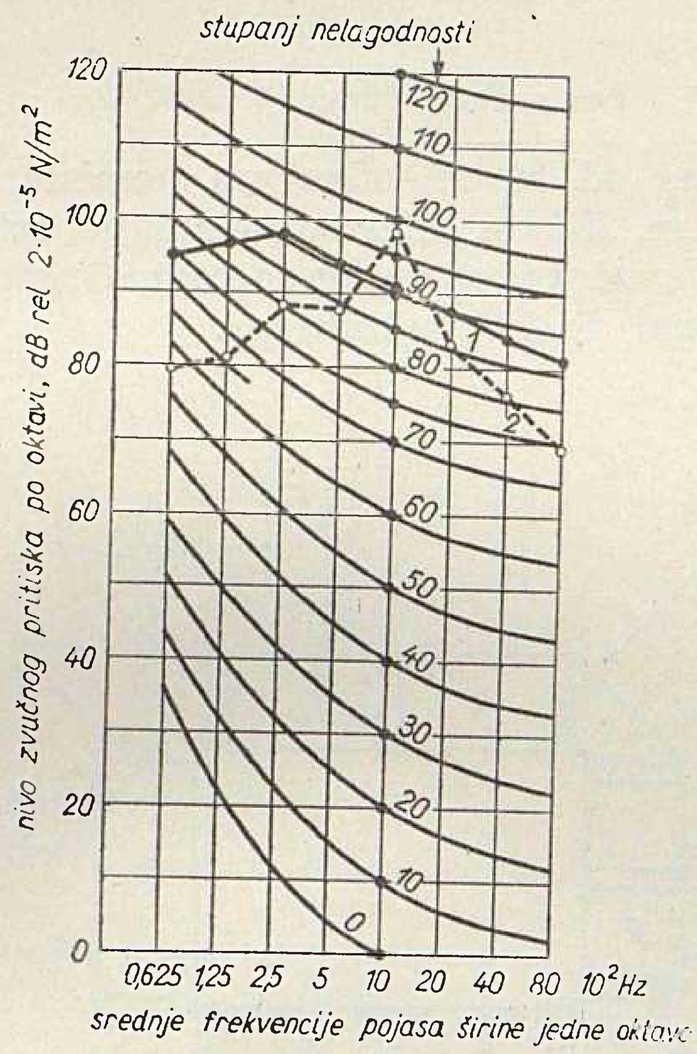
Propisi i norme u vezi s bukom transformatora

Problem buke rješava se već duže vremena u najjačim industrijskim zemljama. Međutim, možda na prvi pogled izgleda čudno, ali do današnjeg dana nisu doneseni kategorički i jedinstveni propisi u tom smislu. Razlog tome uveliko leži u konstrukciji organa za sluh, kao i u karakteru djelovanja same buke. Naime, buka ima osim fizikalnih svojstava još i psihofiziološko djelovanje. Iako je fizikalna svojstva buke relativno lagano odrediti mjerenjem (jačinu, frekventni spektar, trajanje), ipak to često nije dovoljno da se neki zvukovi svrstaju u buku ili ne. Buka može, a i ne mora da bude smetnja onome, tko je čuje, što ovisi o njenoj glasnoći, o buci okoline i o doba dana kada se sluša. Katkada već i tiša muzika, koja se ne smatra bukom, može izazvati osjećaj nelagodnosti, može smetati onoga tko želi zaspati, itd.

Također, zbog kompliciranosti nije do sada izveden instrument, koji bi radi objektivnog mjerenja trebao imati sve osobine čovjekova uha. Međutim, za tim se niti ne ide, jer se daleko jednostavnije može poznavanjem fizikalnih veličina buke (koje se mogu objektivno mjeriti), procjenom

subjektivnih efekata zvuka, kao i uspoređivanjem rezultata mjerenja međusobno sličnih slučajeva u praksi, povesti borba za smanjenje buke u tim slučajevima, a to je već mnogo. U vezi s tim moguće je donijeti i posebne propise za pojedine grupe sličnih slučajeva.

Kako mjere za smanjenje buke uvijek zahtijevaju dodatne troškove, koji često i nisu maleni, to se obično ne donose propisi da se postigne maksimalno prigušenje buke, pogotovo kada to katkada nije niti potrebno npr. ako su transformatori izvan nastanjenih mjesta. Međutim, kada se pretpostavlja da bi buka mogla biti veća, ili već je veća od podnosive, uzmu se u razmatranje mjere za njeno ublaživanje.



Sl. 7. Krivulje jednakih nelagodnosti po prijedlogu »Organisation Internationale de Normalisation«

Pitanje određivanja nelagodnosti, a s tim u vezi i određivanja dozvoljenih iznosa buke, koju stvara transformator u svojoj okolini, predstavlja neobično težak zahvat. Najveća je pri tom poteškoća, kako odrediti skalu štetnosti, odnosno neprijatnosti neke buke, tj. kako stupnjevati osjećaje od jedva zamjetljive nelagodnosti pri jedva čujnoj buci, pa sve do bolne nelagodnosti oglušujuće buke. Opaženo je da nelagodnost ne ovisi samo o veličini buke, nego također i o njenom spektralnom sastavu. Ovaj je problem ponukao »Organisation International de Normalisation«, da se pozabavi tim pitanjem, nakon čega je i predložena porodica krivulja »jednake nelagodnosti« [6] na bazi frekventne analize u pojasima od jedne oktave. Međutim, i nakon toga se vode diskusije, jer se mišljenja razilaze.

Na sl. 7 prikazane su navedene krivulje, a uz njih i primjeri dvaju spektara buke. Mjerenje glasnoće uobičajenim fonometrom s prigušnom karakteristikom *B* dalo je otprilike isti rezultat kod oba spektra. Međutim, u smislu proizvedene nelagodnosti uslijed ovih dvaju slučajeva buke, rezultati su drugačiji. Stupanj nelagodnosti, izazvan nekom bukom, određen je onom krivuljom nelagodnosti, koja tangira spektar dotične buke pri maksimumu njegove vrijednosti. Prema tome, u slučaju spektra 1, proizvedena nelagodnost karakterizira se iznosom krivulje 91, a u slučaju spektra 2 — iznosom krivulje 98. To znači, da buka spektra 2 stvara veću nelagodnost od buke spektra 1.

Međutim, u gore spomenutim krivuljama ne postoje određena područja, unutar kojih bi se nelagodnost mogla na neki način karakterizirati. Tu je čujno područje samo podijeljeno na proizvoljan niz stupnjeva nelagodnosti. U SAD je izvršen sličan pokušaj, gdje su se ograničila izvjesna područja unutar sličnih karakteristika u ovisnosti o broju i intenzitetu pritužbi mjesnog stanovništva. Skala pojedinih stepena nelagodnosti navedena je, kako slijedi:

1) nečujna buka za prosječnog slušaoca;
2) jedva čujna buka, nema reakcije na nju;
3) buka koja stvara izvjesno nezadovoljstvo, ali nema pritužbi na uzročnika buke;
4) buka uslijed koje dolazi do pojedinačnih pritužbi
5) stalne pritužbe na buku;
6) primjećuje se aktivnost grupe ljudi i individualnih traženja zakonske zaštite;
7) pritužbe, društvene akcije, organizirana aktivnost većih grupa.

Iz razloga sniženja buke transformatora na podnošljivu mjeru, kao i zbog unificiranja propisa za razne zemlje i proizvođače, došlo je do potrebe da se postave norme za to područje. O načinu mjerenja buke transformatora danas postoje u svijetu gotovo jedinstveni propisi. U SAD su na snazi propisi NEMA (»National Electrical Manufacturers Association«), u Njemačkoj važe propisi VDE a u Francuskoj modificirani propisi NEMA. Svi se oni međusobno vrlo malo razlikuju.

Što se pak tiče visine dozvoljenog nivoa buke, tu još ne postoje jedinstveni stavovi, i neke zemlje prema svojim iskustvima daju preporuke u tom smislu.

Propisi NEMA (TR 1 — 2.068) o načinu mjerenja zvučnog nivoa transformatora trebaju utvrditi jednake uslove mjerenja, kao što su raspored i broj mjernih tačaka, vrstu mjerene veličine i tome slično. Broj mjernih tačaka treba prilagoditi nepravilnostima zvučnog polja, kao i zahtijevanoj tačnosti. Ako se traži veća tačnost, nužno je postaviti više mjernih tačaka, nego u obratnom slučaju.

Ispitni postupak traži da se mjeri buka transformatora na posve maloj udaljenosti i to na 30

cm od kotla, da bi se tako omogućila mjerenja i u tvorničkim prostorijama, gdje ne postoje idealni uvjeti mjerenja (kao što je slobodni zvučni prostor ili tiha komora). Na ovaj se način može mjeriti baš sama buka transformatora, jer je utjecaj okoline uveliko smanjen. Poželjno je, da je okolna buka najmanje za 10 dB ispod zvučnog nivoa ispitivanog objekta. Ako je pak sama buka okoline manje od 10 dB niža od sume buke transformatora i buke okoline, onda se na neki način mora odbiti buka okoline od ukupne buke, da se dobije samo buka transformatora.

Korekcija očitanja vrši se prema slijedećem:

Razlika između kombiniranog zvučnog nivoa (buka okoline + buka transformatora) i same buke okoline...	dB	10	7	5	3
Odbitak od kombiniranog zvučnog nivoa...	dB	0	1	2	2

Primjer. Buka okoline + transformatora iznosi 64 dB; buka same okoline iznosi 59 dB. Tada buka transformatora iznosi 64 — 2 = 62 dB.

Sam transformator mora da bude tako postavljen, da mu niti jedna važnija reflektirajuća stijena nije udaljena od kotla za manje od 3 m. Položaji mikrofona oko transformatora određeni su prema slici 8. Transformator se pomoću konopa gradi, i od tako dobivene ovojnice postavi mikrofon na udaljenost od 30 cm. Mikrofon se od jedne tačke pomiče po opsegu i postavlja na svakih 90 cm opsega. Kod manjih transformatora ima manje tačaka po opsegu, no uvijek moraju postojati bar četiri mjerne tačke, pa makar se postavile i na manju udaljenost od 90 cm. Mikrofon treba postaviti uvijek okomito na povučeni konop.

Kod ventilatora u pogonu, propisano je postaviti mikrofon na razmaku 1,8 m od ovojnice.

Visina na koju se postavlja mikrofon ovisi o visini transformatora. Kod transformatora nižih od 2,4 m mikrofon se postavlja na polovinu visine. Kod viših od 2,4 m mikrofon treba postaviti kod otprilike 1/3 i 2/3 visine transformatora.

Nivo zvuka mjeri se instrumentom izvedenim prema američkim standardima A. S. A Z-24.3 s prigušnom karakteristikom A. Za važeću vrijednost mjerenog iznosa zvučnog nivoa uzima se aritmetska sredina svih mjerenja izvedenih uokrug transformatora.

Pošto je buka praktički neovisna o opterećenju, normalno se ispituje u praznom hodu.

Propisi VDE razlikuju se od propisa NEMA jedino u odnosu na daljinu mjerenja, koja je funkcija dimenzija uređaja. Mjeri se na daljini:

1 m, ako je najveća dimenzija ≦ 2 m;
3 m, ako se najveća dimenzija kreće između 2 i 7 m;
5 m, ako je najveća dimenzija > 7 m.

Između propisa NEMA i VDE nema dakle razlika, pa se lako prelazi s jednih na druge. Praktički su vrijednosti po VDE 3 do 5 dB niže od vrijednosti po NEMA.

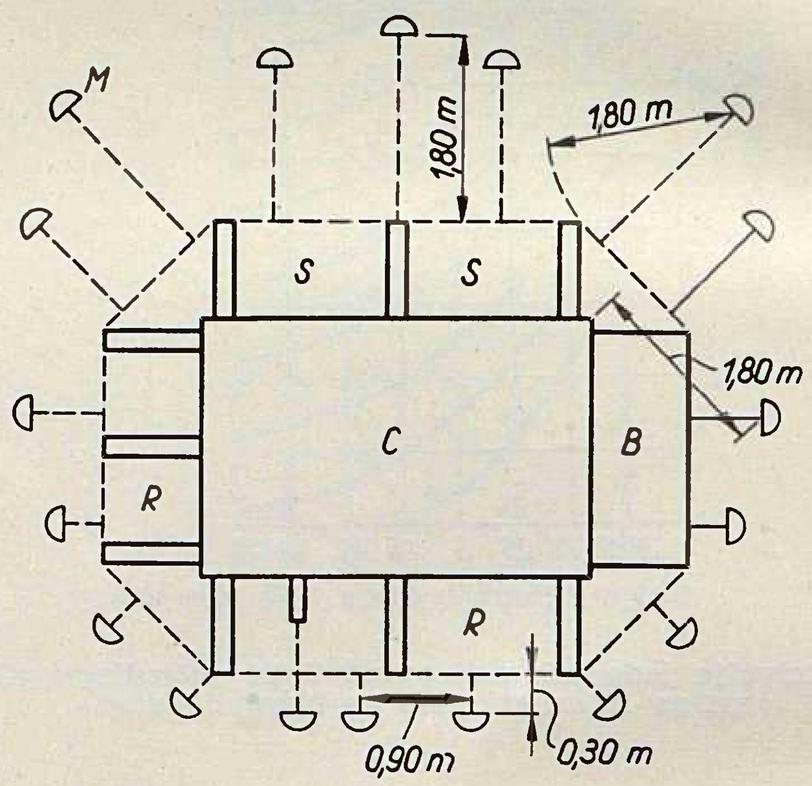
Kod francuskih propisa (Electricité de France) također se radi o propisima NEMA. Međutim, da bi se vodilo računa o površini rasprostiranja, preko koje su vršena mjerenja, rezultati se uspoređuju s onima koji bi se dobili na površini od 50 m². U svrhu uspoređenja nužno je poznavati ove veličine:

p — perimetar opsega mjerenja u m
h — visina kotla u m
N_0 — mjereni srednji zvučni nivo
N_{50} — srednji zvučni nivo preračunat na površinu od 50 m²

gdje je

$$N_{50} = N_o + 10 \log (p \cdot h/50)$$

Površina od 50 m² odgovara hemisferi polumjera 2,8 m. Na toj referentnoj udaljenosti treba izračunati zvučni nivo prema metodi »Organisation International de Normalisation«.



Sl. 8. Postupak pri mjerenju buke transformatora prema propisima NEMA
B — ormarić, *C* — kotao, *R* — prirodno hlađenje, *S* — površina hlađena ventilatorima, *M* — mikrofon

Srednji zvučni nivo N_0 na udaljenosti D na slobodnom prostoru (bez refleksije; iznad zemlje) približno iznosi:

$$N_D = N_{50} - 10 \log (2 \pi D^2/50) = N_{50} - 20 \log D + 9$$

Predmet posebnog propisa je mjerenje buke ventilatora kod zrakom hlađenih transformatora. Iako je buka ventilatora često neznatna, ipak može u izvjesnim smjerovima da bude i veća. Stoga se ona posebno mjeri na udaljenosti 2 m od njihovih otvora.

Vrijednosti dozvoljenih nivoa zvuka po propisima NEMA dane su u tablici. Te su vrijednosti dane kao maksimalni dopušteni srednji zvučni nivoi mjereni na gore opisani način za razne klase i snage transformatora.

Dozvoljeni zvučni nivoi za transformatore klase OA, OW, FOW, FA i FOA

350 kV i manje			450, 550 i 650 kV			750 kV i manje			Srednji zvučni nivo dB (rel. 0,0002 μbara po *A*-priguš. karakt.)
A kVA	*B* kVA	*C* kVA	*A* kVA	*B* kVA	*C* kVA	*A* kVA	*B* kVA	*C* kVA	
300									56
500									58
700									60
1.000									62
1.500									63
2.000									64
3.000									65
4.000									66
5.000			1.000						67
6.000			1.500						68
7.500			2.000						69
10.000	2.667		3.000						70
12.500	5.333		4.000						71
15.000	6.667		6.000	1.333		3.000			72
	10.000		10.000	2.667		4.000			73
20.000	13.333		12.500	4.000		6.000			74
25.000	16.667	12.500	15.000	5.333		10.000			75
30.000	20.000	16.667	20.000	13.333		12.500	5.300		76
40.000	26.667	20.800	25.000	16.667	6.667	15.000	8.000		77
50.000	33.333	25.000	30.000	20.000	16.667	20.000	13.333	6.667	78
60.000	40.000	41.667	40.000	26.667	25.000	25.000	16.667	16.667	79
80.000	53.333	50.000	50.000	33.333	33.333	30.000	20.000	20.800	80
100.000	66.667	66.667	60.000	40.000	41.667	40.000	26.667	25.000	81
	80.000	83.333	80.000	53.333	50.000	50.000	33.333	33.333	82
	106.667	100.000	100.000	66.667	66.667	60.000	40.000	41.667	83
				80.000	83.333	80.000	53.333	50.000	84
				106.667	100.000	100.000	66.667	66.667	85
							80.000	83.333	86
							106.667	100.000	87

Stupci se odnose na slijedeće tipove transformatora:

Stupac *A:* OA, OW i FOW

Stupac *B:* FA, koji ne nadmašuju 1⅓ puta iznose kod vlastitog hlađenja s ventilatorima u pogonu.

Stupac *C:* FOA i FA, koji nadmašuju iznose 1⅓, ali ne nadmašuju 1²/₃ puta iznose kod vlastitog hlađenja s ventilatorima u pogonu.

OPASKA: Za međuvrijednosti kVA upotrijebiti slijedeći viši opseg kV

Kratice se odnose na tipove različito hlađenih uljnih transformatora

OA prirodno hlađenje znakom
OW prirodno hlađenje vodom
FOW hlađenje vodom uz prisilni optok ulja
FA hlađenje prisilnim optokom zraka
FOA hlađenje prisilnim optokom ulja i zraka

Kako se iz tablica vidi, dozvoljeni nivoi buke mogu da budu i vrlo visoki. No, budući da su nivoi mjereni u neposrednoj blizini transformatora, to na mjestu stambenih objekata buka može udaljenošću biti smanjena na zadovoljavajući iznos.

Što se pak tiče primjenljivosti stranih propisa i iskustava u vezi s bukom transformatora na naše prilike, mogu se kao putokaz preporučiti propisi NEMA, koji su općenito propisi u velikom dijelu svijeta. Međutim, prije konačnog prijedloga propisa o dozvoljenim nivoima buke transformatora, nužno je ustanoviti, kakve prilike vladaju na tom polju u našoj zemlji; nužno je dobiti podatke o karakteru i iznosima buke u mnogim slučajevima. Zato bi bilo potrebno u cilju borbe protiv buke prvo statistički provesti niz mjerenja buke transformatora i buke okoline u području transformatorskih stanica, a zatim iz dobivenih podataka i njihove analize predložiti propise.

Literatura

[1] D. Davidović — Milovanov, *Dejstvo buke i potresanja podloge na organizam radnica*, Časopis »Organizacija rada« 1951, br. 1, str. 33—36, br. 2, str. 19—24.

[2] *Buka i potresi*, Organizacija rada, Beograd 1952 (str. 334—337).

[3] T. Jelaković, *Arhitektonska akustika*, Zagreb, 1962.

[4] A. Damjanović i H. Kurtović, *Buka — savremeni tehnički i društveni problem*, Elektrotehnički vesnik 1955, br. 3—4, str. 86—95.

[5] *Transformer Noise Measurement Methods*, AIEE report, Trans. AIEE. part III-A, vol. 73 1954, str. 683—689.

[6] P. Baron, J. Delhave, *Electrotechnique: Bruit du materiel électrique*, D 565.

[7] M. Vujnović, *Problem postojeće buke transformatorskih stanica kao i njenog ublaživanja*, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1963.

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

VARIJANTA UMETNUTE TRANSFORMATORSKE STANICE 110/35 kV

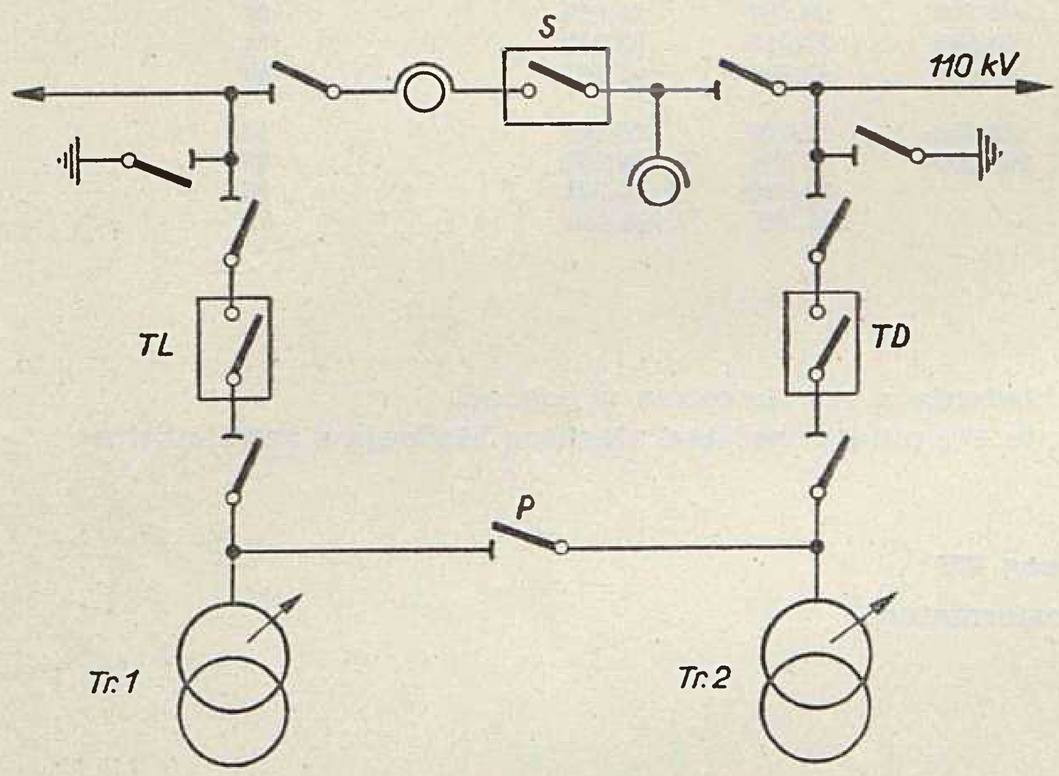
Karlo Ožegović, Split

Rješenje tipizirane umetnute transformatorske stanice 110/35 kV, razrađeno u Zajednici elektroprivrednih poduzeća Srbije (ZEPS), ne garantira kontinuitet opskrbe potrošača elektroenergijom nakon neuspješnog automatskog ponovnog uklapanja dalekovoda 110 kV, ukoliko ne postoji dovoljna rezerva u snazi transformacije. Predlaže se rješenje kojim se uz neznatne dopunske investicije uklanja ovaj nedostatak.

DK 621.311.42

Primjena tipa transformatorske stanice 110/35 kV s tri sklopke 110 kV i dva transformatora (tzv. umetnuta transformatorska stanica) donosi znatne uštede investicionih sredstava u usporedbi s transformatorskom stanicom normalnog tipa (jednostruke sabirnice 110 kV, 2 dalekovodna polja 110 kV i 2 transformatorska polja 110 kV) [1].

Ako pođemo sa stanovišta, da želimo potrošačima osigurati kontinuitet opskrbe električnom energijom, predloženo rješenje tipske stanice s tri sklopke (sl. 1) zahtijeva dovoljnu rezervu u transformaciji. Naime, kod trajnog kvara na jednom



Slika 1

od vodova 110 kV ili kod neuspješnog automatskog ponovnog uklapanja, osim oštećenog voda ispada iz pogona i jedan od transformatora (distantna zaštita, ovisno o položaju kvara, djeluje na sklopke *S* i *TL* odnosno na *S* i *TD*, pa istovremeno ispada iz pogona transformator *Tr1* odnosno *Tr2*). Transformator, koji je ostao u pogonu, mora imati dovoljnu snagu da pokrije potrebe cjelokupnog konzuma, vodeći naravno računa i o preopterećivosti transformatora kroz neko kraće vrijeme, ako je to potrebno.

Transformator je svakako najskuplji dio transformatorskog postrojenja i u današnjoj fazi razvoja naše mreže ne možemo računati sa stopostotnom rezervom u snazi transformatora. Osnivači tipskog rješenja umetnute tranformatorske stanice s tri sklopke bili su svijesni tog problema, pa su predvidjeli automatsko reduciranje jednog dijela konzuma iskapčanjem manje važnih vodova 35 kV. Time je narušen princip kvalitetne isporuke energije potrošačima.

Postoji rješenje, kojim se u stanovitim slučajevima, bez značajnih dodatnih investicija, navedena manjkavost u cijelosti uklanja.

Polazimo od činjenice, koja je u praksi provjerena, naime,

da su kvarovi na transformatorima vanredno rijetki,

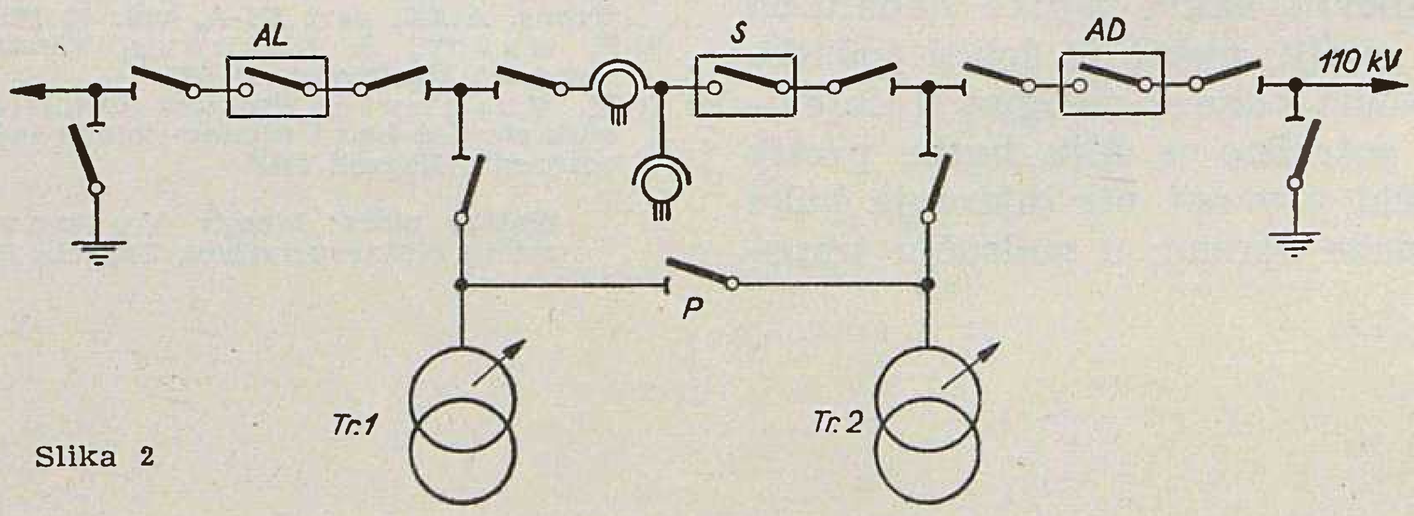
da su trajni kvarovi na dalekovodima i neuspješna automatska ponovna uklapanja dalekovoda mnogo češća od kvarova na transformatorima, i

da jedan dalekovod 110 kV može podnijeti opterećenje stanice sa snagom transformacije 2 x 20 = = 40 MVA (210 A) odnosno 2 x 30 = 60 (315 A).

Zadatak je, da se postavi takva osnova stanice, koja će dozvoliti da i kod definitivnog isključivanja jednog od vodova 110 kV, oba transformatora ostanu u pogonu, napajani putem zdravog voda. To se može postići osnovom prema shemi, koja je prikazana na sl. 2.

Osnova postrojenja 35 kV ostaje nepromijenjena. Zaštita dalekovoda 110 kV rješava se također jednim jedinim distantnim relejem u dvosmjernom spoju time da ovaj ovisno o položaju pogreške djeluje na jednu sklopku (*AL* ili *AD*) odgovarajućeg dalekovoda. Spojna sklopka *S* ne mora imati mogućnost automatskog ponovnog uklapanja, što predstavlja uštedu, pogotovo ako se predviđa jednopolna automatika.

Zaštita transformatora, naprotiv, isključuje osim odgovarajuće transformatorske sklopke 35 kV



Slika 2

još i dvije sklopke 110 kV (*S* i *AL* odnosno *S* i *AD*). Pri tome drugi transformator ostaje u pogonu (*Tr2* odnosno *Tr1*). S obzirom na rijetkost kvarova transformatora i pouzdanost selektivnog rada kotlovske i Buchholzove zaštite, ovaj se pogonski slučaj može očekivati samo u veoma velikim vremenskim razmacima.

Mogućnost etapne izgradnje i opseg lokalne automatike jednaki su kao kod izvornog rješenja. Smjer vodova može naravno biti i okomit na spojno polje.

Poprečni rastavljač, koji je na shemi (sl. 2) označen sa *P*, uključuje se za vrijeme revizije spojne sklopke *S*.

Ako se revizija te sklopke može izvršiti u doba kad se konzum može namiriti jednim transformatorom (npr. noću), a istovremeno nije potreban tranzit energije između susjednih stanica preko umetnute, poprečni se rastavljač *P* može izostaviti, uostalom jednako kao i kod izvornog rješenja umetnute transformatorske stanice (sl. 1). Međutim, ušteda ovog rastavljača i njegovog postolja nije u skladu s gubitkom odgovarajućih manipulativnih mogućnosti.

Ako je stanica osnovana prema ovdje predloženoj varijanti (sl. 2), a dođe do neuspješnog automatskog ponovnog uklapanja uslijed smetnje na jednom priključnom vodu 110 kV, oba transformatora ostaju u pogonu. Isključivanje potrošača na strani 35 kV nije potrebno niti u doba vršnog opterećenja.

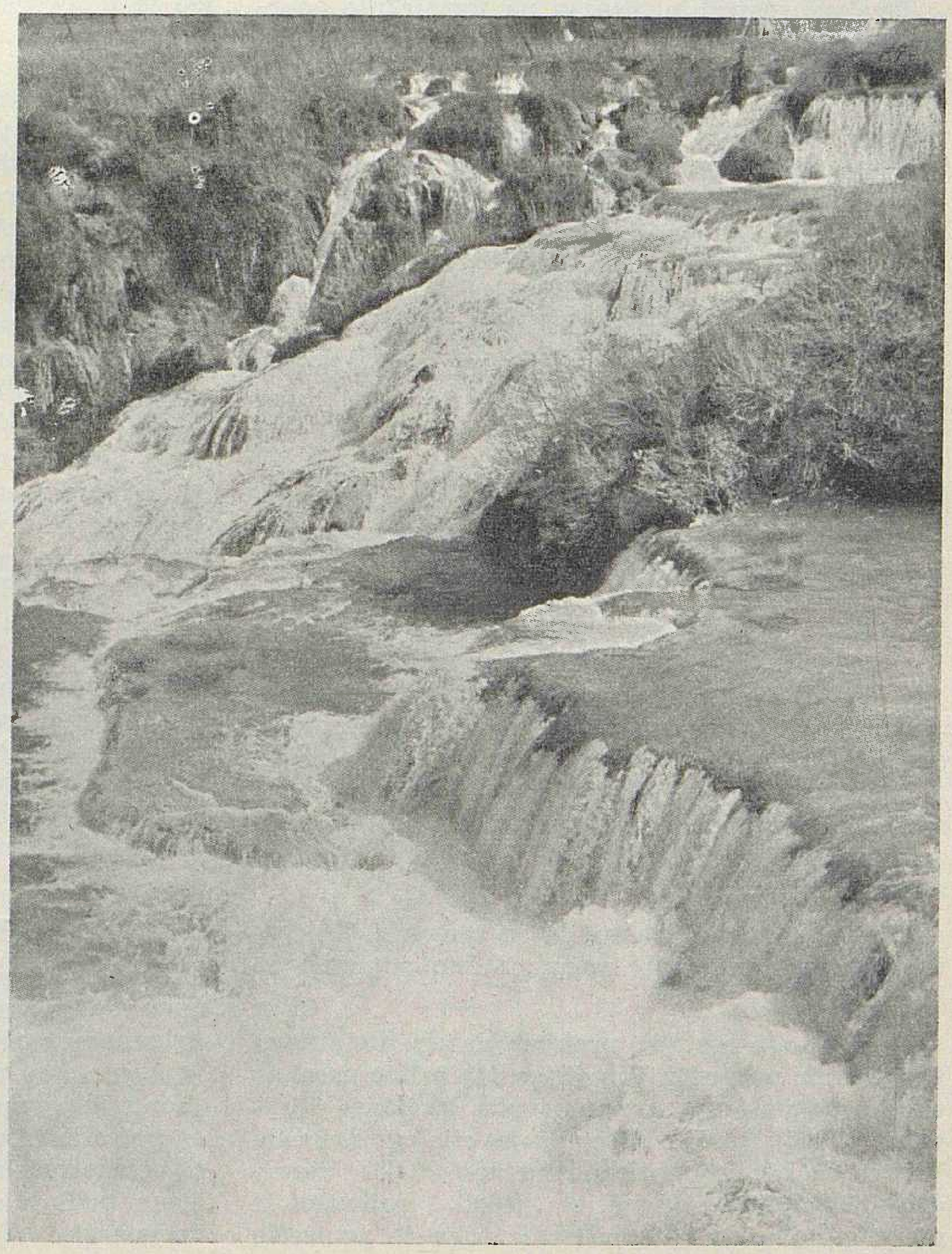
Zaključak. Ako značaj tranzita energije kroz umetnutu stanicu nadmašuje značaj i važnost konzuma, prednost treba dati tipskom rješenju ZEPS-e (sl. 1). Ako se želi osigurati kvalitetnije snabdijevanje potrošača, a tranzit kroz umetnutu stanicu zahvaljujući konfiguraciji mreže ima podređeni značaj, prednost ima ovdje predložena varijanta (sl. 2).

Prilikom donošenja odluke o izboru varijante, treba također uzeti u obzir kapacitet i povezanost 35 kV mreže.

Literatura

[1] *Umetnute transformatorske stanice u mreži 110 kV Zajednice elektroprivrednih preduzeća Srbije,* Elektroprivreda 1962/8.

Naslov pisca: Karlo Ožegović, dipl. ing. Elektroprenos, Split



Na rijeci Krki u Dalmaciji u toku su ispitivanja u vezi s proširenjem energetskih proizvodnih postrojenja

RAZVOJ ELEKTRIČNE MREŽE GRADA VIROVITICE

Dragan Borojević, Zagreb

Na osnovu razmatranja i ocjene prilika u postojećoj mreži, te na osnovu prognoziranog perspektivnog konzuma, dano je osnovno rješenje mreže 30 kV u Virovitici za naredni period od 1963. do 1993. Pored toga je razrađena i koncepcija buduće mreže napona 10 kV, a dane su i smjernice za razvoj niskonaponske mreže. Na kraju su navedeni aproksimativni troškovi izgradnje perspektivne mreže 35 i 10 kV.

DK 621.316.1

Pregled postojećeg stanja mreže i konzuma

Karakteristike postojeće mreže u Virovitici su u izvjesnom smislu posljedica razvoja energetskih prilika na čitavom području Podravine. Dosadašnji razvoj pokazuje, da se distributivna mreža na ovom području slabo razvijala zbog ograničenih izvora električne energije.

Stoga je i Virovitica bila orijentirana isključivo na vlastiti izvor električne energije kroz veoma dug period vremena. Tek 1956. izgradnjom transformatorske stanice 35/10 kV u Virovitici, grad dobiva mogućnost snabdijevanja energijom iz elektroenergetskog sistema.

Ovakav razvoj je utjecao na formiranje energetske slike Virovitice u kojoj se mogu uočiti slijedeće karakteristike:

- čitav grad je orijentiran na postojeću transformatorsku stanicu 35/10 kV Virovitica I, koja je smještena sasvim periferno u odnosu na grad, jer je bila predviđena i kao pojna tačka za okolno područje;
- mreža napona 10 kV počela se kasno razvijati i orijentirana je pretežno na zračne vodove;
- nagliji razvoj konzuma posljednjih godina (porast potrošnje u razdoblju od 1959. do 1963. iznosi 21,5 %).

Kako se transformatorska stanica 35/10 kV Virovitica I uklapa u postojeću visokonaponsku mrežu, vidi se iz slike 1. Ona je jedina pojna tačka za grad Viroviticu i gravitirajuće okolno područje. U njoj su instalirana dva transformatora snage 1 x 1000 kVA i 1 x 2500 kVA. S obzirom na postojeći konzum ova snaga transformacije sadrži rezervu, koja je međutim od manjeg interesa za gradsko područje zbog periferne lokacije stanice. K tome treba dodati, da je naglašena tendencija razvoja konzuma na suprotnoj strani grada. Osim toga ni proširenje stanice ne dolazi u obzir zbog ograničenog prostora.

Sve ovo navodi na to da se s ovom stanicom u budućnosti ne može računati kao s gradskom stanicom.

Pored toga postoji i problem dobave kvalitetne energije na području Virovitice. On je bio posebno akutan do puštanja u pogon voda Međurić—Virovitica (1963), jer je opterećenje cijelog područja Virovitice bilo orijentirano na vod 30 kV Varaždin—Koprivnica—Virovitica (na sl. 1 prikazan je dio tog voda do Pitomače). Iz toga je proizašla potreba izgradnje pojne tačke 110/35 kV u Virovitici, koja je po nekim planovima trebala biti već realizirana.

Razvodna mreža 10 kV u Virovitici u cijelosti je nastala u novije vrijeme i još nije dovoljno razvijena, što je posljedica kasne orijentacije grada na vanjske izvore električne energije. U nju je uključeno 19 transformatorskih stanica 10/0,4 kV, oko 16 km zračnih vodova, te oko 2 km kabelskih vodova. Snage instaliranih transformatora 10/0,4 kV se kreću od 30 kVA do 400 kVA, s tim što prevladavaju jedinice transformatora od 250 i 400 kVA.

Kako se vidi iz navedenih sumarnih pokazatelja, pretežni dio mreže 10 kV čine zračni vodovi, što je u izvjesnom smislu posljedica položaja postojeće transformatorske stanice 35/10 kV, a posebno karaktera i nivoa komunalne izgrađenosti, koji je omogućio pristup većini postojećih transformatorskih stanica 10/0,4 kV zračnim vodovima. Svi zračni vodovi su izvedeni alučeličnim užetima, kojih se presjeci kreću od 3 x 25 m² do 3 x 50 m². Kabelski vodovi dolaze uglavnom u manjim odsječcima, a presjeci im se kreću od 3 x 25 mm² do 3 x 70 mm².

Razvoj konzuma u Virovitici usko je povezan s razvojem mreže. Tu su uočljiva dva karakteristična razdoblja i to do izgradnje transformatorske stanice 35/10 kV i nakon toga.

U prvom razdoblju, konzum je rastao, no bio je ograničen snagom lokalnog izvora električne energije. U drugom razdoblju, Virovitica je orijentirana na napajanje iz mreže visokog napona, što ima za posljedicu nagliji porast konzuma, koji je od 1959. do 1963. zabilježio prosječni godišnji prirast od 21,5 %. Ukupna potrošnja električne energije u Virovitici za 1963. iznosila je 6853 MWh. Kod toga je udio široke potrošnje iznosio 65 %, dok je preostalih 35 % otpadalo na velepotrošnju. Na osnovu mjerenja u transformatorskoj stanici 35/10 kV, ocijenjeno je vršno opterećenje grada Virovitice sa oko 1,6 MW.

Procjena budućeg konzuma

Procjena budućeg konzuma izvršena je na osnovu razrađenih energetskih podloga, koje se uglavnom osnivaju na urbanističkom planu razvoja grada za period od 1963. do 1993. U energetskim podlogama su promatrane dvije osnovne grupe potrošača: kućanstvo i prateća široka potrošnja, te velepotrošači. Za obje grupe je provedena procjena buduće potrebe snage i potrošnje električne energije.

Kako između potrošača svrstanih u prvu odnosno drugu grupu postoje razlike koje ne dozvoljavaju, da se buduće potrebe i kod jednih i kod drugih procjenjuju na isti način, to je za svaku grupu zasebno primijenjen drugi način prognoze.

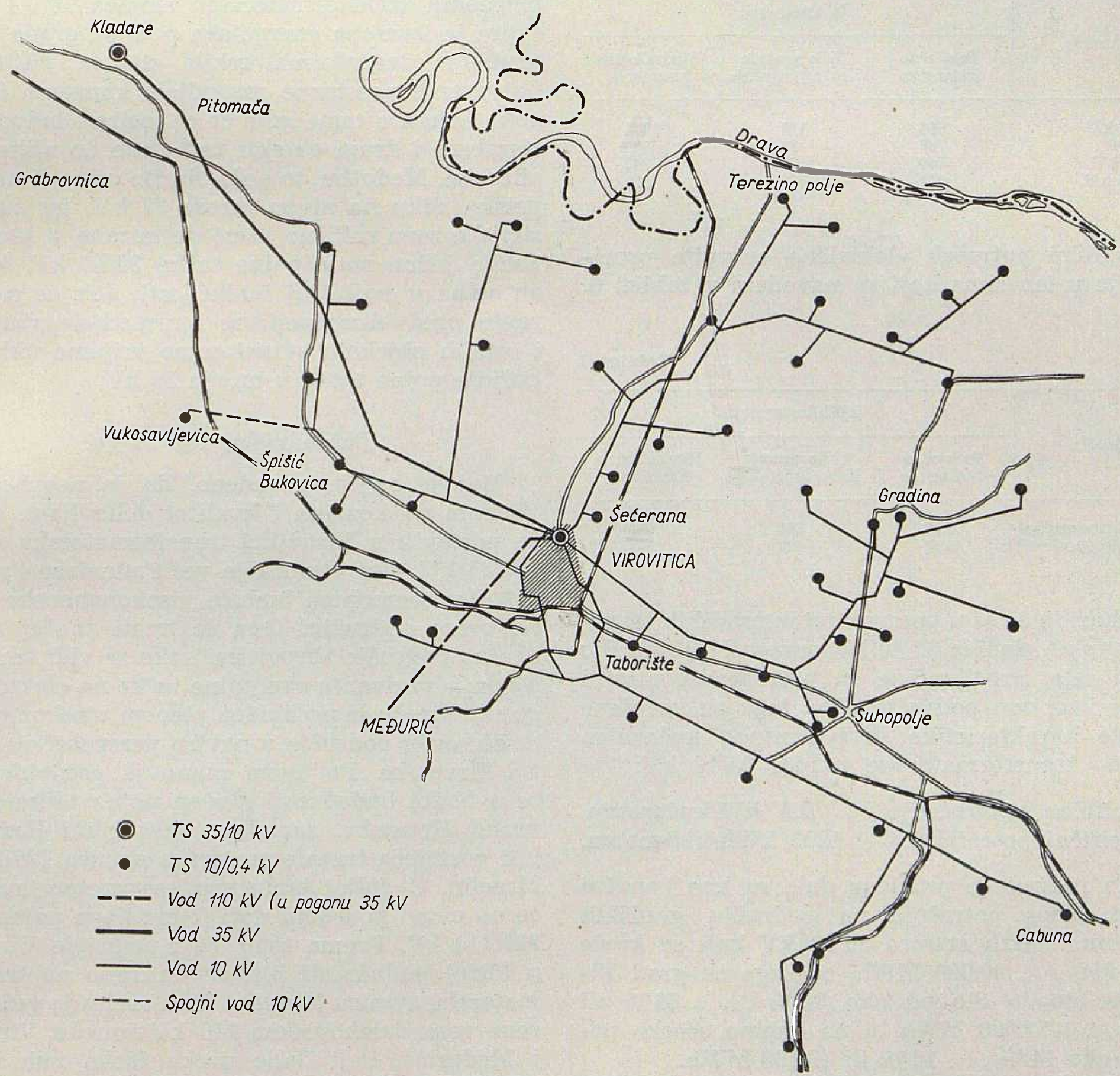
Potrebe prve grupe prognozirane su na osnovu pretpostavljenih potreba kućanstva i ostalih pratećih potrošača. Predviđeno je da će se u kućanstvu povećati standard potrošnje do izvjesne razine, a prateći potrošak sveden je na kućanstvo i procijenjen s izvjesnim udjelom. Tako su dobivene energetske karakteristike za ekvivalentno kućanstvo koje predstavlja široku potrošnju u cjelini.

Potrebe druge grupe ustanovljene su analizom i ispitivanjem u različitim područjima privredne djelatnosti. Ispitivanje je provedeno pojedinačno za svaki objekt.

Za eventualnu izgradnju industrijskih i drugih objekata, za koje se nisu mogle ustanoviti pojedinačne potrebe, predviđeni su rezervati. Oni u stvari čine rezervu za nedefinirane potrošače, uglavnom u industrijskim zonama, koje su predvidjeli urbanisti.

Prema urbanističkim procjenama grad Virovitica će kroz trideset godina imati 27.000—33.000 stanovnika, što uz pretpostavljena prosječno 3,2 stanovnika po kućanstvu daje 8.500—10.400 kućanstava. Urbanističkim planom definirane su gustoće naseljenosti u pojedinim dijelovima grada, te mjesta za gradnju uslužnih, upravnih, školskih, zdravstvenih i drugih ustanova. Posebno su određena područja za budući razvoj industrije. Na osnovu podataka o budućem predviđenom sadržaju gradske površine, te na osnovu procjena perspektivno potrebne električne snage i energije za pojedine potrošače, dobivena je osnova za razradu buduće mreže u gradu.

Treba naglasiti, da su kod razrade konzuma široke potrošnje (kućanstvo + prateća široka potrošnja) za grad Viroviticu pretpostavljene dvije kategorije prosječnog kućanstva. Za dobivanje energetske slike gradskog područja računano je s karakteristikama prve kategorije, za koju su pretpostavljene proračunske vrijednosti specifičnog opterećenja navedene u tablici 1.



Sl. 1. Visokonaponska mreža na okolnom području Virovitice (postojeće stanje)

Tablica 1

Dio mreže	W/kućanstvu		
	Prosječno kućanstvo	Udio prateće široke potrošnje	Ekvivalentno kućanstvo
TS 10/0,4 kV	1240	260	1500
KV 10 kV	1080	230	1310
TS 35/10 kV	1040	220	1260
TS 110/53 kV	1000	210	1210

Za prigradsko područje, za koje je pretpostavljeno da neće imati izrazite tendencije gradskog razvoja, računano je s proračunskim vrijednostima specifičnog opterećenja druge kategorije, koje su pretpostavljene u iznosima kako je navedeno u tablici 2.

Pretpostavljenim proračunskim vrijednostima specifičnog opterećenja prema iskustvu odgovara instalirana snaga u kućanstvu od oko 7000 W za prvu kategoriju, odnosno oko 5000 W za drugu kategoriju.

Tablica 2

Dio mreže	W/kućanstvu		
	Prosječno kućanstvo	Udio prateće široke potrošnje	Ekvivalentno kućanstvo
TS 10/0,4 kV	900	100	1000
KV 10 kV	780	90	870
TS 35/10 kV	760	80	840
TS 110/35 kV	730	80	810

Specifični potrošak električne energije procijenjen je u iznosima koji su navedeni u tablici 3.

Tablica 3

Područje	kWh/kućanstvu		
	Prosječno kućanstvo	Udio prateće široke potrošnje	Ekvivalentno kućanstvo
Gradsko područje	3200	800	4000
Prigradsko područje	2100	400	2500

Budući da će se u perspektivi iz gradskih transformatorskih stanica 35/10 kV napajati i jedan dio okolnih sela, procijenjene su potrebe na snazi i energiji i za ovo područje. Kod toga su usvojene slijedeće karakteristike ekvivalentnog kućanstva na nivou transformatorske stanice 35/10 kV:

specifično opterećenje 0,4 kW/kućanstvu
specifični potrošak 1200 kWh/kućanstvu.

Tako provedene procjene dale su kao konačni rezultat iznos potrošnje na području gradskih transformatorskih stanica 35/10 kV koji se kreće oko 75.000 . . . 90.000 MWh, od čega na grad Virovitica otpada dio od oko 84 % . . . 86 % ili 63.000 . . . 77.000 MWh, a na okolno seosko područje oko 14 % . . . 16 % ili 12.000 MWh.

Shodno je i vršno opterećenje područja gradskih transformatorskih stanica 35/10 kV dobiveno u iznosu od 18 . . . 21 MW u čemu udio grada iznosi oko 83 % . . . 85 % ili 15 . . . 18 MW, a udio okolnog seoskog područja oko 15 % . . . 17 % ili 3 MW.

Uspoređujući vršno opterećenje područja grada u 1963. s onim koje je predviđeno za budućnost, dobiveno je da navedenom konzumu u gradu Virovitici odgovara porast opterećenja za ukupno 9,3 . . . 11,2 puta. Ako se to ostvari kroz narednih trideset godina, tome bi odgovarao porast vršnog opterećenja prosječno godišnje 7,7 % . . . 8,4 %. Isti pokazatelji porasta dobiveni su i za potrošnju električne energije.

Prema ovako dobivenim pokazateljima predviđeni konzum bi se razvijao nešto brže od udvostručenja u svakih deset godina. Ostvarenja će u svakom slučaju ovisiti o dva faktora i to o ulaganjima u izgradnji industrijskih i ostalih objekata, te o mogućnostima za širu primjenu električnih aparata u kućanstvu.

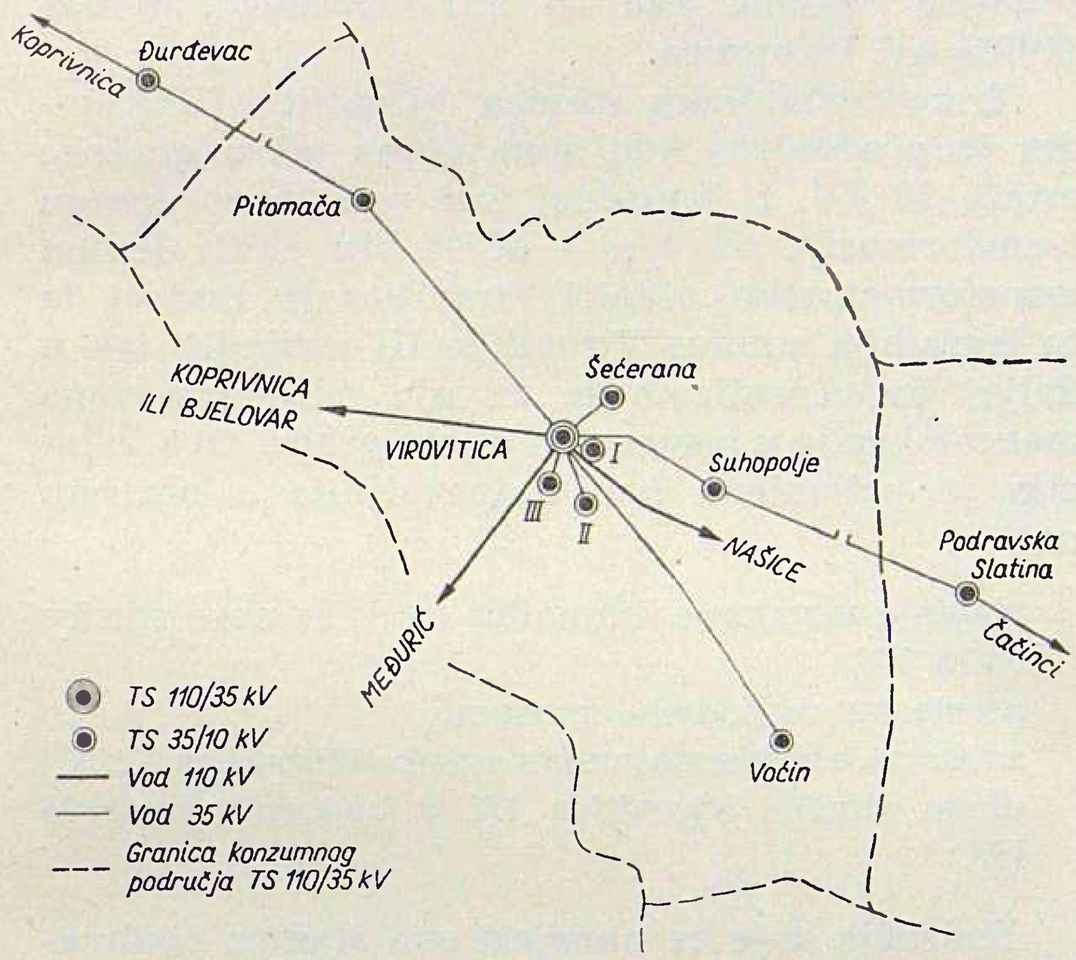
Za dobivanje preciznije energetske podloge, koja je služila kao osnova za razradu perspektivne mreže, izvršena je teritorijalna raspodjela konzuma po gradskoj površini. Na osnovu toga su dobiveni energetski sektori, za koje je određen broj potrebnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV, a zatim je izvršena energetska podjela grada po područjima transformatorskih stanica 35/10 kV. Ostvarenje prostorne raspodjele konzuma će svakako ovisiti o tome gdje će se locirati industrijski, stambeni i drugi objekti kad dođe do njihove realizacije. Međutim, to neće bitnije utjecati na energetsku sliku na nivou mreže 35 kV, jer su industrijske zone prilično jasno definirane, a time i lokacije jedne nove pojne tačke 35/10 kV, koja je aktuelna u najbližoj budućnosti, dok će o ostvarenju predviđene veličine i raspodjele stambenih i ostalih objekata ovisiti samo vrijeme uklapanja daljnje pojne tačke u mrežu 35 kV.

Pojna tačka 110/35 kV

Već je ranije navedeno, da je neophodno, s obzirom na konzum i kvalitet dobavljane energije, postaviti u Virovitici transformatorsku stanicu 110/35 kV. Ova stanica je već i planirana u dosadašnjim razradama buduće visokonaponske mreže na ovom području. Ona će imati značaj za šire okolno područje Virovitice, kako se vidi iz slike 2. Način povezivanja ove pojne tačke na elektroenergetsku mrežu je predviđen planom visokonaponske mreže ovog područja u okviru perspektivne mreže SR Hrvatske. Po ovom planu je predviđeno, da će u bližoj budućnosti glavna pojna tačka za sjevernu Hrvatsku, zapadnu Slavoniju i Podravinu biti postojeća transformatorska stanica 220/110 kV Mraclin. U daljoj budućnosti se pretpostavlja, da će na ovom području doći jedna nova pojna tačka 220/110 kV. Prema tome će i područje Virovitice u bližoj budućnosti biti orijentirano na transformatorsku stanicu Mraclin. U tu svrhu je već ostvarena veza dalekovodom 110 kV između Virovitice i Međurića, koji dalje preko Siska ima vezu s Mraclinom. Da se izbjegne jednostrano napajanje transformatorske stanice Virovitica na naponu 110

kV, predviđen je i spojni vod 110 kV prema Koprivnici ili prema Bjelovaru. Isto tako je u budućnosti predviđena veza na nivou 110 kV između Virovitice i Našica.

Sve ove veze ostvarit će se u toku budućeg razvoja mreže, kad to budu zahtijevale potrebe. Veličina transformacije u transformatorskoj stanici 110/35 kV Virovitica ovisit će o budućem konzumu koji se može očekivati na čitavom području što će ga ova stanica snabdijevati.



Sl. 2. Shematski prikaz visokonaponske mreže na konzumnom području TS 110/35 kV Virovitica

Karakteristike buduće mreže 35 kV

Buduća mreža 35 kV u Virovitici je oblikovana i dimenzionirana prema energetskim podlogama u kojima je definiran raspored predviđenog konzuma. Na osnovu ovih podloga je utvrđen raspored perspektivnih transformatorskih stanica 35/10 kV i njihova energetska područja.

Prilikom razrade buduće mreže 35 kV, uzeta je u obzir i postojeća transformatorska stanica 35/10 kV. Kod određivanja uloge ove stanice u budućoj mreži uzeto je u obzir, da je ona predviđena za maksimalnu snagu transformacije od 2 x x 2,5 MVA, da se zbog skučenosti prostora neće proširivati i da je suviše periferna u odnosu na grad, te zbog toga neće u daljoj budućnosti imati ulogu gradske stanice, nego će napajati okolno područje. Uz ovo treba dodati, da je već sada razvodna mreža 10 kV okolnog seoskog područja orijentirana na tu stanicu.

U novim transformatorskim stanicama 35/10 kV odabrane su transformatorske jedinice od 4 MVA. Predviđeno je da će u konačnoj fazi nove transformatorske stanice imati instaliranu snagu 3 x 4 MVA. Na izbor transformatorske jedinice u novim gradskim stanicama 35/10 kV su utjecali slijedeći momenti:

1) Buduća konzumografska slika Virovitice je takva, da se snabdijevanje električnom energijom može riješiti sa dvije nove TS 35/10 kV.

2) Energetski bi u budućim transformatorskim stanicama 35/15 kV mogle zadovoljiti slijedeće transformatorske jedinice: 2,5 MVA, 4 MVA, 6,3 MVA i 8 MVA. S obzirom na budući konzum grada Virovitice jedinice od 2,5 MVA su odbačene kao premale, a jedinice od 8 MVA kao prevelike. Prema tome, uspoređivane su jedinice od 6,3 MVA i 4 MVA. Prednost je dana transformatorskoj jedinici od 4 MVA na osnovu slijedećih razloga:

a) Etapna izgradnja će se vršiti elastičnije s manjim transformatorskim jedinicama od 4 MVA.

b) Stanice izvedene sa jedinicama od 4 MVA imaju veću rezervu od istih izvedenih s jedinicama od 6,3 MVA.

c) Ukupni troškovi za izvedbu s jedinicama od 4 MVA nešto su veći od onih sa 6,3 MVA, no uzmemo li u obzir, da se u prvom slučaju može postepenije investirati zbog elastičnije etape izgradnje, to razlika u ukupnim troškovima nije odlučujuća.

d) U našoj zemlji se serijski proizvode transformatorske jedinice od 4 MVA, dok pitanje proizvodnje jedinica od 6,3 MVA nije riješeno, te je i to uzeto u obzir.

Predviđeno je da će se zračni vodovi 35 kV izvoditi s vodičima 3 x 120 Ač. Ovaj presjek odgovara s obzirom na prijenosnu mogućnost i predviđena opterećenja mreže, te je odabran kao jedinstveni presjek za zračne vodove u budućoj mreži 35 kV u Virovitici, a primijenjen je već i na širem okolnom području. Za spojnu vezu između stanica 35 kV, koja prolazi gradskim stambenim područjem je predviđeno, da se izvede kabelom NHEKBA 3 x 95 Cu. Ovo je minimalni presjek kabela 35 kV, koji uvjetuje struje kratkog spoja u budućoj mreži.

Razvodna mreža 35 kV u gradu oblikovana je i dimenzionirana tako, da može biti i u prstenastom pogonu, no predviđa se, da će mreža u normalnom pogonu raditi kao radijalna, što je u većini ovakovih slučajeva uobičajeno. Svaka stanica 35/10 kV napajat će se direktno iz transformatorskih stanica 110/35 kV, dok je spojni vod između dvije gradske stanice predviđen za povećanje sigurnosti pogona.

Opis rješenja perspektivne mreže 35 kV

Uloga transformatorskih stanica 35/10 kV

Za napajanje razvodne mreže 10 kV u gradu Virovitici i okolnom seoskom području predviđene su ukupno tri transformatorske stanice 35/10 kV (sl. 3). Pored toga predviđena je jedna industrijska transformatorska stanica 35/6 kV za potrebe šećerane u Virovitici. Pregled ovih transformatorskih stanica se može vidjeti iz tablice 1.

Tablica 4

Naziv transform. stanice	Instalirana snaga MVA
35/10 kV Virovitica I	2×2,5
35/10 kV Virovitica II	3×4
35/10 kV Virovitica III	3×4
35/6 kV Šećerana	prema potrebi tvornice

Transformatorska stanica Virovitica I već postoji i smještena je oko 2 km sjeverno od centra grada. U budućnosti za ovu stanicu nisu predviđene nikakove rekonstrukcije iz ranije navedenih razloga. Jedino je predviđeno povećanje transformacije, koja će u konačnom opsegu iznositi 2 x 2,5 MVA. U toku etapnog razvoja mreže 35 kV ova će transformatorska stanica imati ulogu pojne tačke dijela gradskog područja i okolnog seoskog područja. Međutim u konačnoj fazi ona će napajati samo okolno seosko područje i izvjesne potrošače koji će se nalaziti u neposrednoj blizini. Prema tome, opseg gradskog konzumnog područja ove stanice će se smanjivati. To će ovisiti o razvoju konzuma, odnosno o izgradnji novih pojnih tačaka 35/10 kV. Budući da je već u prvoj etapi predviđena jedna nova stanica 35/10 kV na jugu grada, to će se u toj situaciji konzum raspodijeliti između ove dvije stanice, a povećanje transformacije u obje stanice trebat će promatrati povezano, ovisno o njihovoj ulozi u mreži.

Nakon instaliranja konačno predviđene transformacije u stanici Virovitica I od 2 x 2,5 MVA, njen će značaj za grad postajati sve manji, a dominantnu ulogu će imati stanica na jugu. Konačno će povećanje konzuma koje će popuniti obje stanice, dovesti do gradnje treće stanice. Tada će stanica Virovitica I preuzeti područje koje joj je predviđeno u konačnom stanju.

TS Virovitica II predviđena je kao nova stanica s konačnim opsegom transformacije od 3 x 4 MVA. Bit će smještena u jugoistočnom dijelu grada. Njen smještaj je odabran u okviru buduće mreže uzimajući u obzir slijedeće:

a) Prostorna raspodjela konzuma u Virovitici pokazuje, da će se u južnom i jugoistočnom dijelu grada uglavnom nalaziti industrijske zone, koje već u bližoj budućnosti zahtijevaju jednu novu pojnu tačku.

b) Uzimajući u obzir smještaj postojeće stanice 35/10 kV jasno je, da će u toku etapnog razvoja transformatorskih stanica Virovitica II igrati važnu ulogu i u napajanju ostalog konzuma grada.

c) I u konačnoj će fazi stanica Virovitica II imati dvojaku ulogu, jer će — pored industrijskih zona na jugu i jugoistoku grada — snabdijevati električnom energijom i jedan dio gradskog stambenog područja.

Konzumno područje ove stanice će se tokom etapnog razvoja također mijenjati. U fazi postojanja transformatorskih stanica Virovitica I i II konzum će shodno ranijem izlaganju biti razgraničen između njih. Kod toga će, s obzirom na veličinu, stanica Virovitica II preuzimati veći dio konzuma. U konačnoj fazi — uz realiziranu i treću stanicu — TS Virovitica II će dobivati sve veću ulogu pojne tačke potrošača u gravitirajućim industrijskim zonama, dok će se napajanje stambenog gradskog područja svoditi na manju mjeru.

Predviđeno je da će izgradnja stanice Virovitica II uslijediti već u prvoj etapi i to u najskorije vrijeme s obzirom na postojeću buduću konzumografsku sliku grada, a uzimajući u obzir karakteristike postojeće transformatorske stanice. Rok puštanja u pogon ove stanice u prvoj etapi ovisit će svakako o tome kad će biti izgrađena stanica 110/35 kV Virovitica.

Transformatorska stanica Virovitica III također je predviđena kao nova pojna tačka gradske mreže 10 kV. U konačnoj fazi ona će po opsegu transformacije od 3 x 4 MVA biti ekvivalentna transformatorskoj stanici Virovitica II. Budući da će izgradnja stanice Virovitica III uslijediti tek u daljoj budućnosti, to je za nju određena samo makrolokacija u sjevernom dijelu grada. Ova lokacija je ocijenjena kao najpovoljnija s obzirom na

rješenje napajanja Virovitice sa dvije nove stanice 35/15 kV,
prostornu raspodjelu konzuma,
smještaj transformatorskih stanica Virovitica I i II i
ulogu stanice Virovitica III u budućoj mreži 35 kV.

Područje koje će napajati ova stanica obuhvaća pretežni dio gradskih stambenih zona i manju industrijsku zonu u zapadnom dijelu grada. Njena će uloga biti da rastereti stanice Virovitica I i Virovitica II i da postepeno preuzme konzumno područje koje joj je predviđeno.

Transformatorska stanica Šećerana jedina je pojedinačno definirana industrijska stanica. Njezin položaj i uloga ne utječu na konfiguraciju gradske mreže 35 kV, jer će ona biti direktno spojena zračnim vodom sa stanicom 110/35 kV i jer je predviđena samo za rezervno napajanje tvornice šećera. Ona će dolaziti do izražaja u slučajevima kad je tvornica u remontu, odnosno van kampanje ili kad dođe do kvara na vlastitom izvoru električne energije. Veličina transformacije u ovoj stanici ovisit će o potrebama i zahtjevima dotične industrije, a njeno rješenje i potrebne investicije ulaze u okvir izgradnje tvornice šećera.

Razvodna mreža 35 kV

Konfiguracija razvodne mreže 35 kV u Virovitici (sl. 3) definirana je sama po sebi malim brojem transformatorskih stanica 35/10 kV. Na oblikovanje mreže je utjecao položaj stanica 110/35 kV Virovitica, kao i smještaj i uloga stanica 35/10 kV.

Za stanicu 35/10 kV Virovitica I predviđen je samo kratki priključak, jer se ona nalazi u neposrednoj blizini predviđene stanice 110/35 kV. Prema stanici 35/10 kV Virovitica II predviđen je zračni vod (3 x 120 Ač) u dužini od oko 3 km. Trasa

ovog voda zaobilazit će buduće stambene zone na istočnim rubovima grada. Spajanje stanice 35/10 kV Virovitica III sa stanicom 110/35 kV Virovitica također je predviđeno zračnim vodom 3 x 120 Ač, čija trasa će ići slobodnim prostorom približno u smjeru sjever—jug. Duljina ovog voda ocijenjena je sa oko 1,6 km. U koliko ova stanica bude, kasnije prilikom detaljnog lociranja, uvučena više u stambenu zonu, trebat će dio voda položiti u kabelu.

Zbog sigurnosti pogona predviđen je i spojni vod 35 kV između stanica Virovitica II i III. Ovaj vod će prolaziti isključivo stambenim područjem i bit će realiziran kabelom 3 x 95 Cu.

Priključak TS Šećerana bit će izveden zračnim vodom (3 x 120 Ač) u duljini od oko 1,3 km.

Perspektivna mreža 10 kV

Detaljna slika mreže 10 kV ovisi o nizu faktora od kojih se mnogi ne mogu sagledati u perspektivnim predviđanjima. Zato ovo razmatranje nije orijentirano na tačno definiranje smještaja stanica 10/0,4 kV i trasa vodova 10 kV. Bilo je potrebno da se odrede one karakteristike buduće mreže 10 kV, koje se mogu predvidjeti odnosno definirati, a važne su i za etapni razvoj i za konačno stanje. Prilikom razrade mreže 10 kV, definirano je slijedeće:

principi oblikovanja i dimenzioniranje mreže,
karakteristike elemenata mreže,
broj potrebnih stanica 10/0,4 kV,
glavni smjerovi mreže 10 kV za centralni dio grada koji je urbanistički detaljno razrađen.

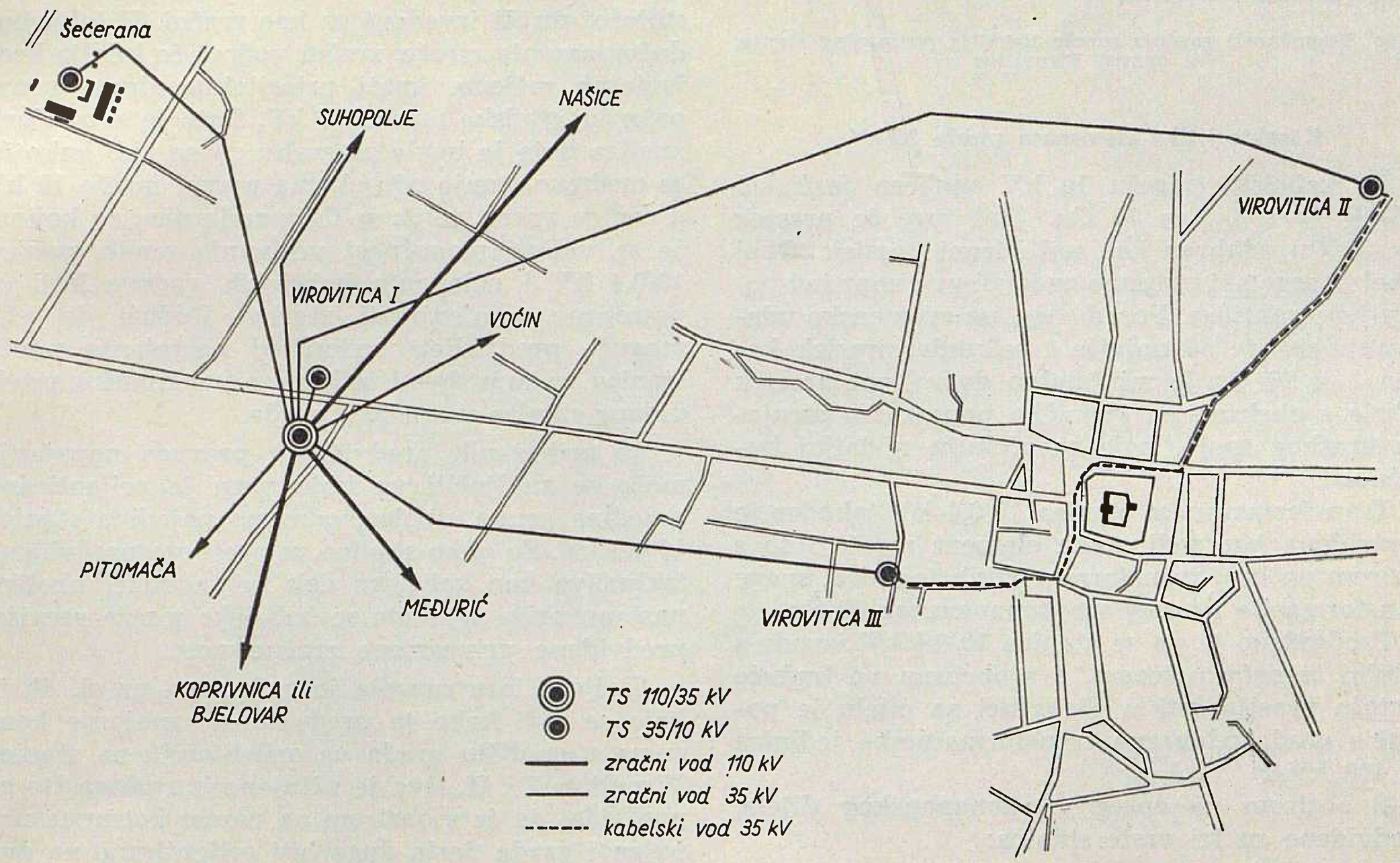
Iako nije moguće precizirati konačnu konfiguraciju mreže 10 kV, principi oblikovanja i dimenzioniranja, te izbor i unifikacija pojedinih elemenata mreže diktiraju njen razvoj u izvjesnim okvirima.

Principi oblikovanja i dimenzioniranja

Mreža 10 kV bit će izvedena kao radijalna s potrebnim brojem rezervnih veza za sigurnost pogona. Ove rezervne veze odigrat će ulogu i u toku etapnog razvoja, jer će se konzumna područja stanica 35/10 kV mijenjati i jer će mreža 10 kV od pretežno zračne (postojeće stanje), postepenom zamjenom zračnih vodova kabelskim i gradnjom novih kabelskih vodova, postati pretežno kabelska.

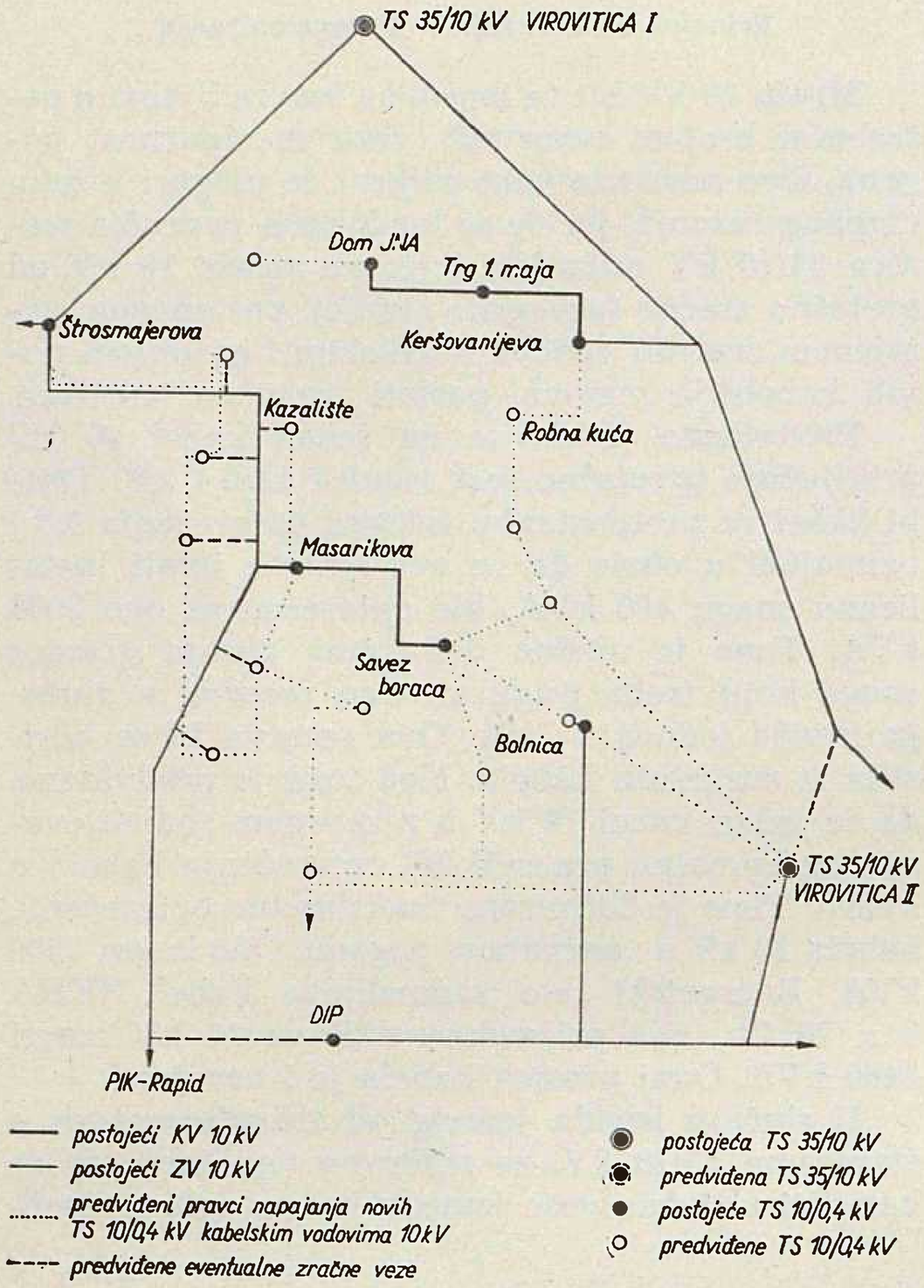
Predviđeno je da se na jedan kabel 10 kV priključuje prosječno šest stanica 10/0,4 kV. Time bi kabel uz pretpostavku faktora opterećenja 0,8 i uzimajući u obzir da će sve stanice imati instaliranu snagu 400 kVA, bio opterećen sa oko 2000 kVA. Time je ujedno definirana gornja granica snage koju treba osigurati kao rezervu u slučaju ispada jednog kabela. Ova rezerva bi se koristila iz susjednih kabela. Kod toga je predviđeno, da će jedan kabel 10 kV u rezervnom snabdijevanju maksimalno preuzeti 2/3 opterećenja kabela u kvaru. Time je definirano maksimalno opterećenje kabela 10 kV u vanrednom pogonu. Ono iznosi 3330 kVA. Energetski ono zadovoljava kabel NKBA 3 x 70 Cu, čija prijenosna moć uz 10 kV iznosi 3460 kVA. Ovaj presjek kabela je i usvojen.

U slučaju ispada jednog od transformatora u stanicama 35/10 kV, za rezervno napajanje će se koristiti uzdužne veze između konzumnih područ-



Sl. 3. Perspektivna mreža 35 kV u gradu Virovitici

ja transformatorskih stanica 35/10 kV. Kod toga također treba imati u vidu, da se jednim kabelom 10 kV 3 x 70 Cu NKBA uz normalan teret može još dodatno osigurati 1330 kVA.



Sl. 4a. Mogućnosti razvoja mreže 10 kV iz postojećeg stanja, u centru Virovitice

Karakteristike elemenata mreže 10 kV

Za kabelsku mrežu 10 kV odabran je kabel NKBA 10 kV, 3 x 70 Cu. Kod toga je presjek 3 x 70 Cu odabran kao unificirani presjek. Ovaj kabel energetski potpuno zadovoljava naprijed postavljene zahtjeve. Pored toga, uz vremensko udešavanje zaštite od najviše 1 sekunde, presjek kabela 3 x 70 Cu je minimalno dozvoljeni presjek kabela s obzirom na termička naprezanja strujama kratkog spoja, koje se očekuju u daljoj budućnosti.

Transformatorska stanica 10/0,4 kV također je predviđena kao jedinstven element mreže i to s obzirom na broj transformatorskih jedinica, snage transformacije i opseg visokonaponskog dijela.

Predviđeno je da se stanice 10/0,4 kV izvode s jednim transformatorom, a s obzirom na buduće gustoće naseljenosti u Virovitici za cijelo je područje grada odabrana transformatorska jedinica od 400 kVA.

S obzirom na opseg visokonaponskog dijela, predviđene su tri vrste stanica:

prolazna stanica s jednim ulaznim i jednim izlaznim poljem 10 kV,

čvorna stanica s jednim ulaznim i jednim izlaznim poljem, te jednim poljem za poprečnu vezu ili za odvojak,

rasklopna stanica s ulaznim i izlaznim poljem, te s dva polja za rezervnu vezu na 10 kV.

Broj potrebnih stanica 10/0,4 kV

Broj potrebnih stanica 10/0,4 kV utvrđen je prema procijenjenom opterećenju pojedinih energetskih sektora uz pretpostavku da će se opterećenje stanice kretati oko 320 kW. Prema ovakovim proračunima dobiveno je da će se u konačnom razvoju mreže broj stanica 10/0,4 kV kretati u granicama od oko 65 do 80 komada. Raspored ovih stanica ne može se tačno predvidjeti, jer će na njega utjecati mnogi momenti, koji će se pojavljivati u toku razvoja.

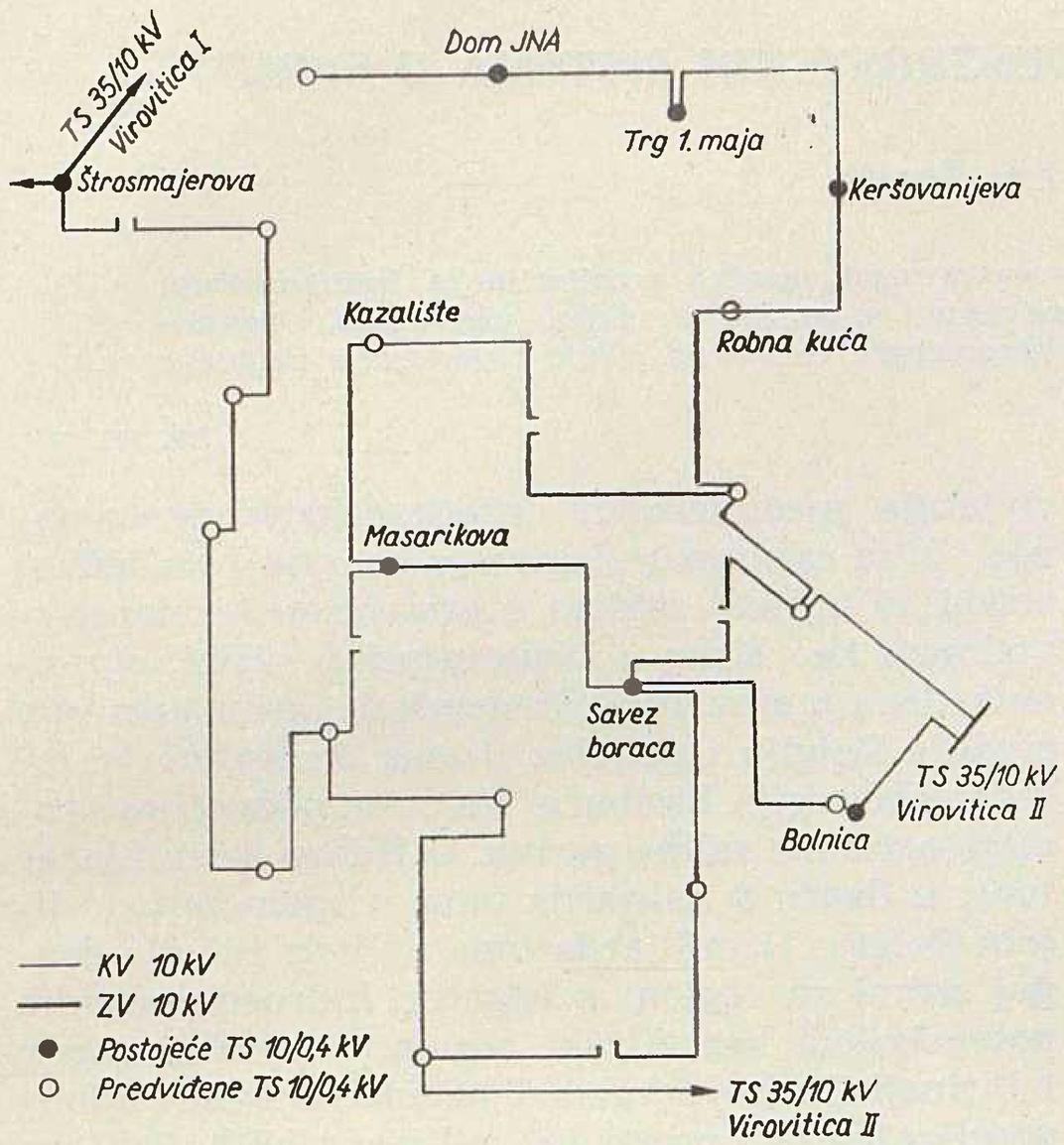
Glavni smjerovi napajanja mreže 10 kV u centru grada

Smještaj stanica 30/10 kV i raspored ulica jasno određuju glavne smjerove napajanja konzuma u središtu grada. Za provedbu ove analize načinjena je gruba slika raspodjele stanica 10/0,4 kV na gradskoj jezgri, koja će poslužiti kao orijentacija prilikom detaljnijeg projektiranja mreže 10 kV u toku etapnog razvoja. Tada će se izabirati precizniji smještaj pojedinih stanica 10/0,4 kV. Da bi se vidjelo kako će se smjerovi napajanja 10 kV mreže orijentirati i mijenjati u toku etapnog razvoja, dani su shematski prikazi na sl. 4a, b i c.

Na slici 4a vide se mogućnosti razvoja mreže 10 kV u centralnom dijelu grada iz postojećeg stanja. Glavni pojni vodovi za konzum grada u postojećoj mreži izvedeni su kao zračni. U toku budućeg razvoja mreže, zračni vodovi će i dalje kroz izvjesno vrijeme imati prioritetnu ulogu u napajanju gradske mreže 10 kV. Zato je provedena analiza koja je imala za svrhu da se vidi kako će se ovakovo stanje odraziti na razvoj mreže 10 kV u centru grada, te da se daju smjernice po kojima će se vidjeti mogućnost vezivanja novih stanica 10/0,4 kV i polaganja kabelskih vodova koji će postepeno zamjenjivati zračne. Budući da nije moguće predvidjeti redoslijed nastajanja novih stanica, to su u shemi prikazane sve konačno predviđene stanice u središtu grada.

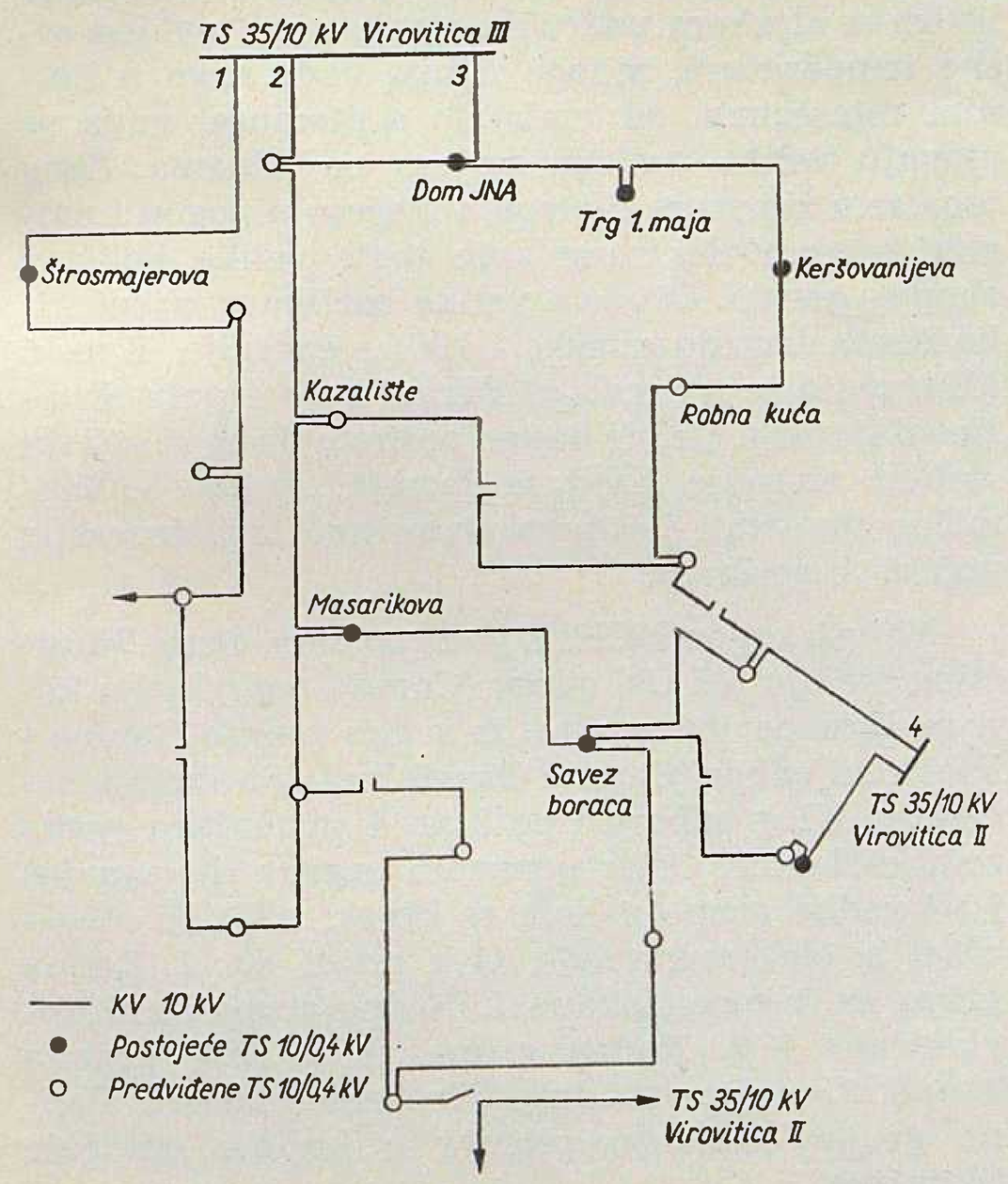
Iz prikazanih predviđenih pravaca napajanja može se zaključiti na koju vezu je orijentirana pojedina grupa stanica, odnosno pojedina stanica 10/0,4 kV. Za neke stanice su ove veze predviđene isključivo kao kabelske dok su za neke, ukoliko nastanu prije nego što se kabelska mreža razvije, predviđene privremene zračne veze.

Daljnja faza razvoja je prikazana na sl. 4b iz koje se vidi kako je predviđeno napajanje konzuma u središtu grada uz orijentaciju na stanice Virovitica I i II. Ovo je učinjeno iz razloga što se predviđa, da će s obzirom na porast konzuma napajanje grada dosta dugo biti orijentirano na ove dvije stanice. U ovoj fazi će dominantnu ulogu za područje grada imati stanica Virovitica II.



Sl. 4b. Shematski prikaz perspektivne mreže 10 kV u centru Virovitice (međuetapa do izgradnje TS 35 kV Virovitica III)

Konačno na sl. 4c je dan shematski prikaz iz koga se vide mogućnosti napajanja konzuma u središtu grada kad se izgradi i stanica Virovitica III.



Sl. 4c. Shematski prikaz perspektivne mreže 10 kV u centru Virovitice (napajanje iz TS 35/10 kV Virovitica II i Virovitica III)

Svrha ovih prikaza nije tačno definiranje buduće mreže 10 kV, nego usmjeravanje izgradnje mreže u toku etapnog razvoja, kako bi polaganjem vodova 10 kV bili osigurani što povoljniji uvjeti za interpolaciju novih stanica 10/0,4 kV.

Osvrt na buduću niskonaponsku mrežu

Buduća niskonaponska mreža u Virovitici nije posebno razmatrana, jer za to nema dovoljno osnova. U ovom su osvrtu dane samo opće smjernice koje bi mogle koristiti pri detaljnijem projektiranju niskonaponske mreže u toku narednih etapa razvoja.

Niskonaponska mreža je predviđena kao radijalna s mogućnošću prespajanja. Za centralni dio grada je predviđena kabelska, a za periferni dio zračna niskonaponska mreža. Za niskonaponsku mrežu u Virovitici se predlažu slijedeći presjeci vodova:

Vrst voda	Kućni priključci	Razdjelni vodovi i ogranci mreže
Kabel	16 mm² Cu	70 mm² Cu
Zračni vod	16 mm² Al	50 i 95 mm² Al

Ovaj prijedlog u osnovi ima za svrhu, da svede na što manju mjeru broj presjeka u mreži, jer to ima mnoge prednosti.

Približni troškovi izgradnje mreže

U okviru ovih proračuna uzeti su u obzir troškovi za izgradnju buduće mreže 35 i 10 kV.

Potrebne investicije za mrežu 35 kV ocijenjene su prema predviđenom broju novih objekata 35 kV, a za mrežu 10 kV prema predviđenom broju potrebnih transformatorskih stanica 10/0,4 kV, te prema grubo ocijenjenoj duljini mreže 10 kV.

Orijentacione cifre pokazuju slijedeću strukturu investicija:

a) Mreža 35 kV

TS 35/10 kV	240.500 . 10³ Din
Vodovi 35 kV	56.950 . 10³ Din
	297.450 . 10³ Din

b) Mreža 10 kV

TS 10/0,4 kV	520.000 . 10³ Din
Vodovi 35 kV	277.000 . 10³ Din
	797.000 . 10³ Din

Prema tome grubo ocijenjene potrebne investicije za izgradnju perspektivne mreže 35 i 10 kV iznose 1 094 450 · 10³ Din.

Literatura

D. Borojević, *Osnovno rješenje električne mreže* grada Virovitice, Institut za elektroprivredu, Zagreb 1964.

Naslov pisca: Dragan Borojević, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

INTEGRACIJA NACIONALNIH ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA U EVROPI

Daniel Feöcze, Zagreb

Prikazana je zapadnoevropska, skandinavska i istočnoevropska međunarodna asocijacija za interkoneksiju proizvodnje električne energije. Opisano je njihovo osnivanje, organizacija, način poslovanja, elektroenergetski potencijal i planovi za daljnje proširenje superponirane električne mreže i povećanje razmjene električne energije.

DK 621.311.1

1. Uvod

Stalni razvoj interkoneksije proizvodnje električne energije nacionalnih elektroprivreda i neravnomjerni raspored energetskih izvora u Evropi uvjetovali su međudržavnu koordiniranu proizvodnju i razmjenu električne energije. Prvi su počeci međudržavne paralelne proizvodnje i razmjene energije bili neznatni u odnosu na današnja dostignuća. Međutim, s porastom konzuma i izgradnjom nacionalnih mreža višeg napona sve više se proširivala međudržavna razmjena i kooperativna proizvodnja električne energije što je dovelo i do osnivanja međunarodnih asocijacija za takvu suradnju.

U Evropi su poznate tri međunarodne asocijacije za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije i to: zapadnoevropska, skandinavska i istočnoevropska.

2. Zapadnoevropska asocijacija

Zapadnoevropska asocijacija za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije UCPTE (Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité) osnovana je u Parizu 1951. na preporuku Savjeta ministara OEEC (sada OECD). Osnivači su predstavnici većih elektroprivrednih poduzeća i organa državne uprave Austrije, Belgije, Francuske, Italije, Luksemburga, Nizozemske, SR Njemačke i Švicarske. Kao pridruženi članovi UCPTE-u su kasnije pristupili: Španjolska (koja s Francuskom čini posebnu regionalnu grupu UFEPTE = Union Franco—Espagnole pour la Production et le Transport de l'Electricité), Portugalija i Jugoslavija (koja s Austrijom i Italijom čini južnu regionalnu grupu SUDEL).

UCPTE je udruženje osoba a ne poduzeća i korporacija. Prema tome, organiziran je na principu personalne unije kao gremij stručnih predstavnika najvećih elektroprivrednih poduzeća i predstavnika njihovih državnih uprava.

Zadatak UCPTE-a je optimalno iskorištavanje postojećih budućih elektroenergetskih kapaciteta za proizvodnju i prijenos električne energije. Ova asocijacija obuhvaća široko elektroenergetsko područje s ogromnom snagom od 91.272 MW (od toga su termoelektrane 54.457 MW, hidroelektrane 36.718 MW i nuklearne elektrane 97 MW — prema stanju 1962.) i proizvodnjom od 349,79 milijarda kWh (TE 225.722 GWh, HE 123.547 GWh i NE 521 GWh). Struktura proizvodnje ove asocijacije (TE 59,7 % HE 40,1 % NE 0,2 %) vrlo se razlikuje od strukture proizvodnje pojedinih energetskih regiona i nacionalnih elektroprivreda, što upravo i uvjetuje međudržavnu interkoneksiju proizvodnje i živu razmjenu električne energije. Na jednoj strani su ugljeni regioni s pretežnom termoproizvodnjom kao Ruhr u Donjorajnskoj nizini, ogranci Ardena u sjevernoj Francuskoj, zatim južni dio srednje Belgije i prijelaz prema Ardenima te nizozemska regija Limburg. Na ovim područjima postoje ogromne zalihe goriva. U Ruhru 54 milijarde tona, u Saaru 8 milijarda tona, u spomenutom dijelu Belgije 11 milijarda tona ugljena itd. Na drugoj strani su regioni s bogatim hidroenergetskim potencijalom kao Alpski region, Centralni masiv i Pirineji. Hidroenergetski potencijal ovih regiona procijenjen je s preko 200 milijarda kWh. Od toga je izgrađeno preko 65 %. Tu nije uzet u obzir hidroenergetski potencijal pridruženih članova Jugoslavije, Španjolske i Portugalije. Tehnički iskoristivi hidroenergetski potencijal Jugoslavije procijenjen je s oko 66 milijarda kWh. Jadranski i egejski sliv tog potencijala daju tzv. zimsku hidroenergiju za razliku od alpskih voda koje daju ljetnu hidroenergiju. Srednja Evropa ima tokom zimskih mjeseci manjak hidroenergije jer rijeke koje izviru u alpskom području imaju zimi, uslijed niske temperature, mnogo manje vode nego u ljetnim mjesecima, od maja do septembra, kada se otapaju velike naslage snijega na Alpama. Zbog toga se u zimskom periodu stavljaju u pogon i najstarije termoelektrane koje troše velike količine skupog goriva. Otuda i velika razlika u cijeni kilovatsata između zimske i ljetne energije. Zimski kWh plaća se u Srednjoj Evropi 3 do 4 puta skuplje od ljetnog. Već je davno poznato da bi se zimski deficit energije Srednje Evrope mogao ekonomično izravnati jeftinom energijom iz jadranskog pojasa Jugoslavije.

Najviši organ UCPTE je Skupština. Osim Skupštine djeluju još Uži odbor (Comité restreint) u koji se bira po jedan član iz svake zemlje-članice i Prošireni odbor (Comité élargi) koji sačinjavaju svi članovi Užeg odbora i po 3 do 4 stručnjaka svake zemlje-članice. Osim upravnih organa djeluju još i tri radne grupe u koje se biraju najbolji stručnjaci iz elektroprivrede. Ove grupe su: 1. Radna grupa za termoelektrane, 2. Radna grupa za hidroelektrane i 3. Radna grupa za pitanja pogona kooperativne proizvodnje udruženih članova. Radne grupe obrađuju pitanja o kojima odlučuje Skupština.

Iz poslovnih izvještaja proizlazi da UCPTE konstantno i sistematski prati i unapređuje međunarodni promet električne energije, da stvara tehničke osnove za proširenje i poboljšanje paralelne proizvodnje elektrana u međunarodnim

razmjerima, npr. koordinacijom planiranja prijenosne mreže, studijem pitanja regulacije frekvencije i napona te izborom napona pojedinih mreža i načinom njihovog spajanja, da stalno i sistematski prati proizvodnju hidroelektrana i termoelektrana kao i izgradnju elektroenergetskih objekata na području zemalja-članica, da sastavlja kratkoročne elektroenergetske bilance kako bi se mogli pravovremeno utvrditi periodični viškovi i manjkovi električne energije na pojedinim područjima i dogovoriti njihova izravnavanja, da koordinira planove revizija i remonta termoelektrana i omogućuje izmjenu pogonskih iskustava, da usavršuje postojeću prijenosnu mrežu kao i tehničke koncepcije za njeno daljnje spajanje u jednu mrežu Zapadne Evrope i za trajnije poboljšanje njenog paralelnog pogona, da sposobnost ove mreže prilagođuje budućim potrebama u svrhu iskorištenja svih kapaciteta i da postojeće elektrane tako stavlja u pogon da se kod svih udruženih članova poveća pogonska sigurnost i smanje zajedničke rezerve.

Promet električne energije između zemalja-članica UCPTE odvija se na temelju ugovora udruženih elektroprivrednih poduzeća na tri načina i to:

1. Kao garantirane dugoročne isporuke koje se vrše po ugovorenom režimu na dulji rok. Takvi se ugovori sklapaju uglavnom za isporuku energije iz onih hidroelektrana čiju izgradnju djelomično financira zemlja-kupac električne energije jer zemlji-prodavaču u tom periodu nije potrebna cijela količina proizvodnje.

2. Kao razmjena električne energije koja se ugovara uglavnom za kraće vremensko razdoblje. Električna energija se ne plaća već se po određenom ključu vraća u određeno vrijeme.
Kod sezonskih izravnavanja, hidroenergetski regioni razmjenjuju ljetnu proizvodnju svojih elektrana za zimsku proizvodnju termoenergetskih regiona. Osim toga, nejednake hidrološke karakteristike sjevernih i južnih regiona (Francuska—Španjolska; Austrija—Jugoslavija) omogućuju i razmjenu sezonske proizvodnje hidroelektrana, zimske za ljetnu i obratno.

3. Kao nepredviđene prigodne dobave električne energije koje vrše uglavnom hidroenergetski regioni u vrijeme izvanrednih dotoka vode. Oni isporučuju svoju hidroproizvodnju termoenergetskim regionima, koji za to vrijeme obustavljaju proizvodnju svojih termoelektrana. Osobito je važna međusobna ispomoć u izvanrednim slučajevima. Iznenadni ispadi pogonskih jedinica pojedinih velikih elektrana te izvanredne suše i smrzavice ne mogu više ozbiljno ugroziti opskrbu električnom energijom bilo kojeg područja zemalja UCPTE jer se ova u energetskim neprilikama mogu osloniti na pomoć svojih susjeda i drugih zemalja-članica i to odmah bez posebne suglasnosti njihovih organa državne uprave. Brzu poslovnost omogućuje s jedne strane provedena liberalizacija međunarodnog prometa električne energije, a s druge strane dobri ugovori između poduzeća-kooperanata. U ispomoćnim isporukama električne energije sudjeluje ponekad više poduzeća raznih zemalja.

Danas se bez ikakovih carinskih i deviznih formalnosti i poteškoća može isporučivati električna energija bilo iz Belgije u Švicarsku bilo iz Austrije u Nizozemsku, dakle i posredno, jer je provedena liberalizacija međunarodne razmjene električne energije. Na električnu energiju ne plaća se carina a kWh se može mijenjati za kWh uz primjenu ugovorenih korekcionih faktora. Samo se saldo energije plaća devizama.

3. Skandinavska asocijacija

Skandinavska asocijacija za interkoneksiju proizvodnje električne energije osnovana je 1963. u Kopenhagenu pod nazivom NORDEL i ima iste zadatke kao i UCPTE. U NORDEL su učlanjene Danska, Island, Finska, Norveška i Švedska. Svaka država članica može imati najviše četiri delegata. Delegati se biraju svake treće godine s tim da se iste osobe mogu ponovo birati. U 1963. i u naredne tri godine Dansku, Finsku, Norvešku i Švedsku zastupaju po četiri delegata a Island dva. Predsjednik i njegov zamjenik biraju se na tri godine. Novi predsjednik bira se uvijek iz druge zemlje-članice. U pravilu je to prethodni potpredsjednik. Prvi predsjednik je Norvežanin Carl Berner Bluydt a prvi potpredsjednik je Danac Carl Andersen, koji će se prema Statutu birati za predsjednika 1966. Sekretarijat NORDEL-a se nalazi u domicilu predsjednika odnosno poduzeća ili institucije državne uprave iz koje je delegiran. Predsjednik je odgovoran za poslovanje a organizacija iz koje je delegiran snosi troškove Sekretarijata. Statutom NORDEL-a regulirana je suradnja i s drugim međunarodnim asocijacijama za interkoneksiju proizvodnje električne energije.

Prva energetska veza između Švedske i Danske uspostavljena je 1919. preko podmorskog kabela 25 kV između Helsingborga (Švedska) i Helsingora (Danska) odnosno između švedskog poduzeća Sydsvenska Kraftaktiebolaget (Sydkraft) i danskog poduzeća Nordsjaellands Elektricitets og Sporvejs Aktieselskab (NESA). Preko ovog kabela vršila se prva razmjena energije preko državne granice. Švedska je izvozila svoje južne viškove hidroenergije u Dansku koja je raspolagala samo s termoenergijom. Prijenosni kapacitet iznosio je 6 MW. Ova veza je pojačana 1926. i 1930. s dva kabela 50 kV pa se prijenosni kapacitet povećao na 40 MW. Kasnije, 1951. položen je novi kabel 120 kV napona (85 MW), zatim 1954. još jedan kabel od 120 kV (170 MW) a demontiran je onaj prvi od 25 kV. Godine 1958. položen je treći rezervni kabel 120 kV napona a 1964. stavljen je pod napon četvrti kabel 120 kV (izgrađen je 1963.) a demontirani su kabeli 50 kV napona. Time je postignut prijenosni kapacitet od 350 MW.

U izvanredno sušnim godinama Danska isporučuje Švedskoj električnu energiju iz svojih termoelektrana. Većih isporuka iz Danske u Švedsku

bilo je 1956. preko 300 GWh, zatim 1957. preko 350 GWh i 1959. nešto ispod 500 GWh. S druge strane Švedska je isporučila Danskoj svoje viškove npr. 1958. preko 850 GWh i 1962. oko 1100 GWh.

Razmjena električne energije između Švedske i Norveške na temelju dugoročnih ugovora vrši se preko vodova (od juga prema sjeveru): Borgvik-Hasle 400 kV, Järpströmmen-Nea 220 kV, Blaasjön-Linnvasselv 220 kV, Ajaure-Rössaaga 150 kV (220 kV) i sasvim na sjeveru između Tornehamm-Straumsnes 150 kV. Do 1964. spojit će se i izolirani dijelovi manjih elektroenergetskih sistema Norveške i priključiti, na važnijim tačkama, elektroenergetskom sistemu Švedske. Do 1965. dovršit će se i dalekovod napona 380 kV koji ide od regiona Oslo (Hasle) prema južnom dijelu Švedske (Borkvik). Preko ovog dalekovoda vršit će se prigodna razmjena i isporuka švedskih viškova električne energije za koje vrijeme će Norveška puniti svoje godišnje akumulacije vode.

U cilju prigodne razmjene električne energije između Švedske i Finske veza je uspostavljena već 1959. na krajnjem graničnom jugu dalekovodom 220 kV napona između Kalixa i Petäjäskoski.

Finska ima energetsku vezu i sa Sovjetskim Savezom preko dalekovoda 110 kV napona kod Imatre a Danska sa SR Njemačkom preko dalekovoda 220 kV napona između Aabernaa i Flensburga.

Nordijski elektroenergetski sistem proizvest će prema planu za 1965. godinu 108 milijarda kWh i to:

Danska	
(samo istočno od Velikog Belta)	4 TWh
Finska	13 TWh
Norveška	42 TWh
Švedska	49 TWh
Ukupno	108 TWh

Zapadni dio Danske Jütland-Fünen nije uključen u gornju proizvodnju jer je električki odvojen kod Velikog Belta.

Od planirane proizvodnje 108 TWh na termoelektrane otpada samo 8 %.

Na temelju preporuke Savjeta ministara OEEC iz 1965. Danska i Švedska (kao i zemlje UCPTE) provele su liberalizaciju sezonske i ispomoćne isporuke električne energije. Iako su i ostale nordijske zemlje već ranijih godina razmjenjivale električnu energiju, potrebno je bilo, zbog sve većeg porasta proizvodnje i razlika u oborinama nejednakih mogućnosti akumulacije vode kao i zbog razlika u vršnom opterećenju, osnovati asocijaciju nordijskih zemalja za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije.

Proizvodnja električne energije nordijskih zemalja temelji se uglavnom (osim Jütlanda) na hidroenergetici pa je razumljiva njihova težnja za proširenjem interkoneksije proizvodnje na nova područja odnosno da se energetski povežu s elektroprivredom velike termoproizvodnje. To je elektroprivreda SR Njemačke koja će 1965. proizvesti 155 milijardi kWh od kojih 90 % u termoelektranama.

Na prijedlog Švedske osnovan je 1960. Studijski komitet KONTI-SKAN (Kontinent-Skandinavija) sa zadatkom da istraži mogućnost energetskog povezivanja Skandinavije s kontinentalnom Evropom. U ovaj su komitet ušli:

iz Švedske predstavnici Kungl. Vattenfalsstyrelsen und Sydkraft (KVS),
iz Norveške predstavnici Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen,
iz Danske predstavnici Kraftimport i
iz SR Njemačke predstavnici Deutsche Verbundgesellschaft (DVG).

U okviru Studijskog komiteta radilo je pet radnih grupa na rješenju otvorenih pitanja tehničke, ekonomske, financijske, pravne i poslovne naravi. U radu su sudjelovali također i predstavnici zainteresiranih elektroprivrednih poduzeća: Det Jysk-Fynske Elsamarbejde (ELSAM) iz Danske i Nordwestdeutsche Kraftwerke AG (NWK) te Hamburgische Elektrizitäts-Werke AG (HEW) iz SR Njemačke.

Studijski komitet KONTI-SKAN završio je svoj rad u jesen 1962. i predložio tri varijante energetskog spajanja Skandinavije s kontinentalnom Evropom i to:

1. direktna veza 380 kV između Hälsingborga na južnom dijelu Švedske i Hamburga preko Sjaellanda i Lollanda. Ovom vezom spojili bi se hidroenergetski sistemi Norveške i Švedske s elektroenergetskim sistemom kontinenta a naročito s velikim termoelektranama hamburškog regiona.

2. veza 380 kV između Hälsingborga i Skaerbaeka na Jütlandu (Jylland) preko Sjaellanda i Fyna. Ovom vezom spojili bi se hidroenergetski sistemi Norveške i Švedske s termoelektranama Jütlanda a odatle s posebnim dalekovodom 220 kV napona i s velikim termoelektranama hamburškog regiona.

3. veza 380/220 kV između Göteborga na zapadnom dijelu Švedske i elektroenergetskog sistema SR Njemačke preko Aalborga, na sjevernom dijelu Jütlanda i Skaerbaeka.

Studijski komitet KONTI-SKAN predložio je, da izbor varijante izvrše zainteresirani partneri. Kungl. Vattenfallsstyrelsen und Sydkraft (KVS), Švedska i Det Jysk-Fynske Elsamarbejde (ELSAM), Danska zaključile su na temelju tog prijedloga ugovor 1963. o izgradnji veze 250 kV istosmjerne struje na potezu Göteborg-Laeso-Aalborg s kapacitetom prijenosa 250 MW i rokom dovršenja 1965. Istovremeno su ELSAM i Nordwestdeutsche Elektrizitäts-Werke AG ugovorili pojačanje jütlandske mreže izmjenične struje od Aalborea prema jugu.

Projekt KONTI-SKAN omogućuje i povezivanje elektroenergetskog sistema Sovjetskog Saveza sa elektroenergetskim sistemom ostalih evropskih zemalja preko Finske i Švedske.

Ostvarenje ove elektroenergetske veze samo je dio plana povezivanja sjevernih i južnih područja Evrope, koja raspolažu moćnim hidroenergetskim potencijalom, sa zapadnoevropskim centrom u kojem se nalazi jako razvijeni konzum električne energije. Značajnu hidroenergetsku osnovu na sjeveru ima Norveška. Djelovanjem Golfske struje Norveška ima najtopliju klimu sjeverne Evrope (topliju od Švedske, Finske i Danske) što povoljno utječe na iskorištenje njenog bogatog hidroenergetskog potencijala (22.000 MW odnosno 110 TWh od kojih nije izgrađena ni jedna trećina). Klima je oceanska s mnogo oborina. Osim toga, suprotno Švedskoj, bogati se hidroenergetski potencijal Norveške ne nalazi daleko gore na sjeveru odakle treba električnu energiju prenositi uz velike gubitke u vodovima u južna područja, već na jugozapadnoj strani između luka Stavanger i Bergen. Mnoge švedske vode s istočnog obronka graničnog gorja mogu se daleko ekonomičnije iskoristiti ako se prevedu na zapadne obronke, dakle na teritorij Norveške. Na tom principu postavljen je i plan izgradnje hidroelektrane od 1000 MW na fjordu Rombaks kod Narvika. Međunarodnih projekata za izgradnju dvovlasničkih elektrana Norveška ima i sa Sovjetskim Savezom (rusko-norveška elektrana na rijeci Pasvik).

4. Istočnoevropska asocijacija

Istočnoevropska asocijacija za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije djeluje u okviru SEV (Sovjet ekonomičeskoj vzajmopomošči — Savjet međusobne ekonomske pomoći). Prvo ekonomsko savjetovanje predstavnika Bugarske, Čehoslovačke, Mađarske, Poljske, Rumunjske i Sovjetskog Saveza održano je januara 1949, u Moskvi. Na tom savjetovanju donesena je odluka o osnivanju SEV. Ovom savjetu naknadno su 1950. pristupile Albanija (koja je međutim istupila 1962.) i DR Njemačka, a 1962. i NR Mongolija.

Interkoneksija proizvodnje električne energije između pojedinih istočnoevropskih zemalja počela se razvijati tek 1959. nakon IX zasjedanja SEV-a u Bukureštu kad su donesene principijelne odluke o koordinaciji srednjeročnih planova privrednog razvoja za razdoblje od 1959. do 1965, naročito u vezi investicija za izgradnju elektroenergetike.

Zajedničke investicije DR Njemačke, Čehoslovačke, Mađarske i Poljske u izgradnji superponirane električne mreže omogućile su razvoj interkoneksije proizvodnje električne energije na tom području. Zajednička elektroenergetska dispečerska služba osnovana je u Pragu 1962. Iste godine povezani su preko Karpata elektroenergetski sistemi Ukrajine i Mađarske. Za sada postoje slijedeće veze između elektroenergetskih sistema zemalja-članica SEV:

DR Njemačka-Poljska 220 odnosno 110 kV,
DR Njemačka—Čehoslovačka 220 kV,
Čehoslovačka—Poljska 220 kV,
Čehoslovačka—Mađarska 220 kV,
Zapadna Ukrajina—Mađarska 220 kV,

Godine 1963. završeni su i radovi na spajanju elektroenergetskih sistema Sovjetskog Saveza i Čehoslovačke s jedne strane i Rumunjske i Čehoslovačke s druge strane. Elektroenergetski sistemi Rumunjske i Bugarske bit će do 1965. radijalno spojeni s integriranim elektroenergetskim sistemom Istočne Evrope vodovima 380 odnosno 220 kV napona. Time će biti povezani elektroenergetski sistemi Sovjetskog Saveza, Rumunjske, Bugarske, Mađarske, Čehoslovačke, DR Njemačke i Poljske.

Ovako integrirani elektroenergetski sistem imat će, prema nekim proračunima, proizvodnju od 170 milijarda kWh.

Proizvodnja električne energije, ugljena i nafte zemalja SEV u 1962. prikazana je na tablici 1.

Proizvodnja električne energije, kamenog ugljena, lignita i nafte u 1962.

Tablica 1

Država	Električna energija GWh	Kameni ugljen kilotona	Lignit kilotona	Nafta kilotona
1. Bugarska	6.048	591	18.043	207
2. Čehoslovačka	28.740	26.382	65.302	150
3. DR Njemačka	42.515	2.671	236.926	—
4. Mađarska	9.120	3.336	25.308	1.644
5. Poljska	35.388	109.608	11.088	—
6. Rumunjska	8.657	4.902	3.801	15.996
7. Sovjetski Savez	369.000	516.996	133.516	186.000
Ukupno	499.468	664.486	493.984	203.997

Značajna sredstva ulažu se u povećanje proizvodnje lignita, koji se upotrebljava za proizvodnju električne energije, u domaćinstvu i u kemijskoj industriji. Od ukupnih rezervi ugljena u Bugarskoj 90 % otpada na lignit. Zbog toga je forsirala izgradnju termoelektrana na bazi lignita. Sovjetski Savez ima najbogatija nalazišta treseta na svijetu kojim podmiruje 3 % svojih energetskih potreba, a DR Njemačka najbogatije rezerve lignita na kojima je izgradila jaku kemijsku industriju. Proizvodnja nafte naglo raste. Do sada utvrđene zalihe nafte mogle bi uz godišnju proizvodnju od 1000 milijuna tona trajati još 100 godina. U ukupnoj proizvodnji primarne energije udio nafte i zemnog plina iznosio je 1937. godine 18 % a u 1959. godini već 24 %.

Specifični potrošak ukupne energije po stanovniku zemalja-članica SEV prikazan je na tablici 2.

Specifični potrošak ukupne energije po stanovniku izražen u tonama uvjetnog kamenog ugljena

Tablica 2

Država	1958	1959	1960	1961
1. Bugarska	0,98	1,20	1,38	1,58
2. Čehoslovačka	4,56	4,49	4,72	5,13
3. DR Njemačka	4,33	4,42	4,64	4,94
4. Mađarska	2,06	2,18	2,31	2,50
5. Poljska	2,84	2,99	3,10	3,18
6. Rumunjska	1,26	1,33	1,39	1,43
7. Sovjetski Savez	2,66	2,77	2,85	2,92

Budući da Bugarska, Čehoslovačka, DR Njemačka, Mađarska i Poljska ne raspolažu vlastitim

zalihama nafte, odnosno ne u dovoljnim količinama, taj se nedostatak rješava zajedničkim investicijama u izgradnju naftovoda »Prijateljstvo« dugom 5000 kilometara koji povezuje naftonosna područja Srednje Volge u rajonu Kujbiševa s potrošačkim naporima zemalja-članica SEV. Naftovod se izgrađuje zajedničkim naporima DR Njemačke, Čehoslovačke, Mađarske, Poljske i Sovjetskog Saveza. U zapadnom dijelu Sovjetskog Saveza kod grada Mozira naftovod se razdvaja na dva kraka. Jedan krak ide preko Ukrajine i Mađarske u Čehoslovačku a drugi kroz Poljsku i DR Njemačku. Naknadno je odlučeno da se izgradi i treći krak do Baltičkog mora u luci Venstils u Letoniji. Naftovod je djelomično već izgrađen i parcijalno pušten u pogon. Sovjetski Savez je već 1963. isporučivao preko ovog naftovoda 36 % nafte zemljama-članicama SEV koje sudjeluju u njegovoj izgradnji. Transport nafte cjevovodom znatno je ekonomičniji. Ušteda po toni transportirane nafte iznosi 10 rubalja (11 dolara) računajući transport na relaciji od 3000 kilometara što je prosječna relacija putovanja ove nafte. U području Istočne Evrope Sovjetski Savez isporučuje godišnje preko 10 milijuna tona nafte.

Radi deficita energije nastoji se maksimalno razviti energetika u svim zemljama-članicama SEV. Naročito u Mađarskoj, koja bi trebala povećati svoje energetske izvore (sada uvozi oko milijardu kWh električne energije iz Sovjetskog Saveza) kako bi mogla prerađivati vlastitu glinicu u aluminij u mnogo većim količinama nego dosada.

Izrađuju se i naučne osnove za sastav kompleksne elektroenergetske bilance (konzum električne energije i primarni oblici energije za proizvodnju električne energije) s najnižim troškovima proizvodnje i transporta energije i maksimalnim stopama rasta.

Poslove elektroprivrede u okviru SEV vodi Stalna komisija za elektroprivredu. Zadaća ove komisije je da omogući daljnji razvoj energetskih veza između zemalja-članica SEV te da koordinira mnogostranu ekonomsku i tehničku suradnju na području energetike. Komisija koordinira i perspektivne planove razvoja energetike zemalja-članica SEV a bavi se i racionalizacijama proizvodnje i primjene električne energije.

Stalna komisija za elektroprivredu ima četiri sekcije i to:

1. Sekciju za elektroenergetske sisteme i opća pitanja energetike.
2. Sekciju za termoelektrane,
3. Sekciju za hidroelektrane i
4. Sekciju za naučno-istraživačke radove.

Zaključci Stalne komisije se donose u obliku preporuka. Preporuke se provode u život tek pošto ih prihvate zainteresirane zemlje-članice. Na temelju preporuka ove komisije izgradit će se u toku 1964. godine 1200 kilometara dalekovoda. Do sada su već završena mnoga ispitivanja na području regulacije frekvencije i tokova energije i snage kao i druga. U toku je izrada perspektivne elektroenergetske bilance do 1980. kao i plan izgradnje i zajedničkog financiranja termoelektrana, hidroelektrana i dalekovodne električne mreže.

5. Zaključak

Integracija nacionalnih elektroenergetskih sistema omogućuje bolje iskorištenje kapaciteta i ekonomičniju proizvodnju a povećava i sigurnost opskrbe električnom energijom.

Regioni s hidroenergetskom osnovom u znatnoj mjeri su ovisni o klimatskim prilikama. Ove se stalno mijenjaju a promjene je teško predvidjeti. Oni zbog toga ne mogu sami izravnati svoje viškove i manjkove energije. Naprotiv, termoenergetski regioni mogu svoju proizvodnju prilagoditi kolebljivoj potražnji električne energije a isto tako i varijacijama proizvodnje električne energije hidroenergetskih regiona. Kooperacijom ovih regiona iskorišćuje se svakodobni višak hidroenergije i prenosi u konzumna područja termoenergetskih regiona koji za tu količinu smanjuju proizvodnju svojih termoelektrana i ušteđuju velike količine skupog energetskog goriva. U nepovoljnim hidrološkim prilikama kad hidroelektrane zbog nedovoljnog dotoka vode ne mogu pokriti sve potrebe svojih potrošača električne energije, manjak hidroproizvodnje pokriva se proizvodnjom termoenergetskih regiona. Kad regioni s različitim energetskim izvorima ne bi bili električki povezani, trebalo bi ili uložiti ogromna sredstva za izgradnju rezervnih kapaciteta, koji bi se slabo iskorištavali, ili bi trebalo reducirati konzum, što bi predstavljalo veliku privrednu štetu. Posebnu ulogu u kooperativnoj proizvodnji elektroenergetskih regiona imaju akumulacione hidroelektrane za sezonska i višegodišnja izravnanja dotoka vode.

Integracijom elektroenergetskih sistema povećava se i sigurnost električnom energijom. U slučajevima iznenadnih ispada pogonskih jedinica pojedinih velikih elektrana ili pojedinih dijelova mreže u integriranim elektroenergetskim sistemima nije više potrebno reducirati konzum. Proširenjem područja kooperacije riziko ovakvih ispada se smanjuje a i rezervnih snaga treba mnogo manje.

Literatura

1. Daniel Feöcze, Zagreb, *UCPTE — Udruženje za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije Zapadne Evrope.* »Energija«, Zagreb br. 5—6/1962.
2. Carl Andersen, Hellerup, *Skandinavien und die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Stromversorgung.* »Elektrizitätswirtschaft« Frankfurt a/Main, br. 3/1964.
3. Ludwig Bauer, Wien, *NORDEL und KONTI-SKAN.* ÖZE, Wien br. 1/1964.
4. Daniel Feöcze, Zagreb, *Norveška elektroprivreda.* »Energija«, Zagreb br. 3—4/1961.
5. Stjepan Hahn, Beograd, *Yougelexport.* »Elektroprivreda« Beograd br. 2/1954.
6. Ljubica Marošan-Katić, Zagreb, *Proizvodnja energije Istočne Evrope i Sovjetskog Saveza u poslijeratnom periodu.* »Ekonomski pregled« br. 9/1963.

Naslov pisca: Daniel Feöcze, dipl. oec., Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37/II

TOPOGRAFSKI DIJAGRAM IZOHRONA SR HRVATSKE ZA GODINU 1963.

Franjo Černohous, Zagreb

Za opterećenje elektroenergetskog sistema u Hrvatskoj tokom 1963. izgrađen je dijagram izohrona za svaki puni sat od 1 do 24 sata, na bazi opterećenja karakteristične srijede u mjesecu. Na temelju slike opterećenja dan je komentar za energetsko stanje u pojedinim mjesecima.

DK 621.31

U želji da se da grafički prikaz potražnje, proizvodnje, nabave i izvoza električne energije tokom 1963, dakle prikaz ravnoteže: *potrošnja + + izvoz = proizvodnja + nabava*, izrađen je topografski dijagram izohrona. Time je ujedno dan uvid u preriv energije, koji ima jak utjecaj na naponske prilike u mreži 110 kV sjeverozapadne Hrvatske.

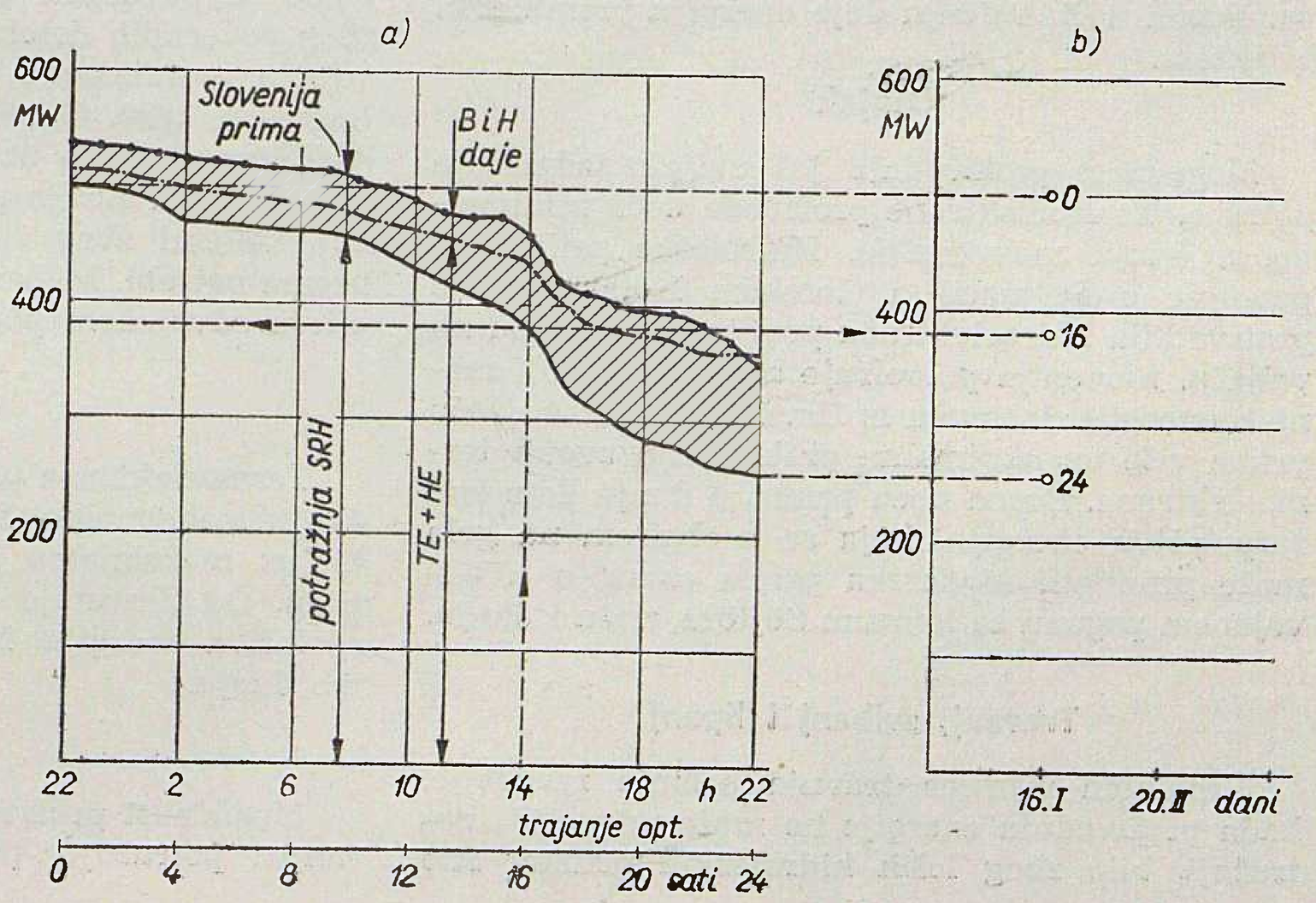
Osnovu spomenutog dijagrama čini dnevni dijagram opterećenja. U topografskom dijagramu gubi se pregled o rasporedu opterećenja tokom dana, a dobiva se uvid u veličinu opterećenja određenog dnevnog trajanja. Sama konstrukcija dijagrama jasna je iz sl. 1. U slici je kao primjer nacrtana dnevna krivulja trajanja opterećenja za dan 16. 1. 1963. Donja krivulja predstavlja potražnju konzuma Hrvatske, a najgornja, sumu potražnje i izvoza u Sloveniju. Ordinate između tih dviju krivulja prikazuju snagu izvoza u Sloveniju. Ova se suma potreba pokriva proizvodnjom hidroelektrana i termoelektrana u Hrvatskoj (srednja krivulja) i uvozom iz Bosne. Uvoz iz Bosne prikazan je veličinom ordinata između srednje i najgornje krivulje. U slici je provedena konstrukcija po jedne tačke izohrona sa 0, 16 i 24 sata trajanja. Maksimum krivulje trajanja daje tačku izohrona 0 sati, a minimum tačku izohrona 24 sata. U konkretnom slučaju dobivena tačka izohrona 16 sati daje opterećenje 380 MW.

Ako se za konstrukciju topografskog dijagrama odaberu izohrone trajanja 0, 1, 2 . . . do 24 sata, to će izohrona 0 predstavljati krivulju dnevnih maksimalnih snaga kroz godinu, a izohrona 24 krivulju minimalnih snaga. Izohrone mogu se odnositi na različita opterećenja npr. na snagu konzuma, proizvodnju hidroelektrana i termoelektrana, uvoza i izvoza itd.

Raditi godišnji topografski dijagram značilo bi izraditi za svaki od 365 dana potrebne krivulje trajanja i iz njih dalje konstruirati izohrone. Da se pak izbjegne taj vrlo zamašan posao, u svakom su mjesecu na opisan način obrađene samo karakteristične srijede i na taj je način konstruiran topografski dijagram za 1963. prikazan u sl. 2. To je za kvalitativan prikaz potpuno dovoljno, dok kvantitativni odgovaraju samo za odabrane srijede. Podaci o snazi uzeti su iz evidencije dispečerske službe SR Hrvatske, a odnose se na srednje satno opterećenje.

Radi preglednosti dijagrama ucrtane su u potpunosti samo izohrone potražnje konzuma od 0 do 24 za svaki puni sat, dok su za iskorištavanu snagu iz termoelektrana i hidroelektrana, te za nabavu i izvoz, ucrtane samo izohrone maksimalne snage (0 i 24). Kod toga su, opet radi preglednosti, iscrtkane one površine koje se odnose na nabavu iz susjednih republika ili izvoz u cilju, da bude vidljivo i učešće ostalih.

Ako se u topografskom dijagramu, pomoću maksimalnih i minimalnih vrijednosti (kao karakterističnih stanja) tj. izohrona 0 i 24, informiramo najprije o potražnji snage konzuma, zatim o korištenoj termičkoj i hidrauličkoj snazi, onda su nam uočljive ne samo mogućnosti Hrvat-



Sl. 1a. Krivulje trajanja za dan 16. 1. 1963.

Sl. 1b. Topografski dijagram izohrona za 1963.

ske s obzirom na proizvodne kapacitete koji su u pogonu, dotoke i stanja u akumulacionim bazenima, već i udjeli susjednih republika kako u dobavi, tako i u izvozu (crtkane površine). U daljnjem izlaganju dan je po pojedinim mjesecima komentar o elektroenergetskim prilikama u Hrvatskoj, na temelju nacrtanog dijagrama na sl. 2.

Siječanj

Mogućnost proizvodnje nadmašuje potrebe. Prema raspoloživim jedinicama, kao i prema potrebama, termoelektrane proizvode noću minimalno, a danju maksimalno. S obzirom na povoljne hidrološke prilike, osobito u Dalmaciji, hidroelektrane prizvode noću prema potrebama, a danju maksimalno. Iz dijagrama se vidi, da je siječanj jedini mjesec u promatranoj godini, u kojem je postignuta maksimalna proizvodnja hidroelektrana. Slovenija podmiruje svoj manjak energije dobavom iz Hrvatske, a dijelom i iz Bosne. Noću prima maksimalno s obzirom na grlo prijenosa na vodu Resnik-Rakitje, a danju podmiruje samo onaj manjak, koji joj se pojavljuje kod maksimalne proizvodnje termoelektrana.

Bosna noću prima, a danju daje onu raspoloživu energiju, koja se s obzirom na spomenuto grlo prijenosa može prenijeti.

Veljača

Mogućnost proizvodnje nadmašuje i nadalje potrebe Hrvatske. Termoelektrane proizvode noću minimalno, a danju maksimalno. Hidrološke prilike su i nadalje izvanredne u Dalmaciji, ali se proizvodnja hidroelektrana smanjuje zbog loših hidroloških prilika u Gorskom Kotaru, da bi krajem mjeseca počela opet rasti. Slovenija podmiruje svoj veći manjak iz Hrvatske i Bosne. Kao i u prethodnom mjesecu, noću prima maksimalno s obzirom na grlo prijenosa, a danju samo manjak uz maksimalnu proizvodnju svojih termoelektrana. Bosna noću i danju daje energiju prema grlu prijenosa.

Ožujak

Mogućnost proizvodnje još uvijek nadmašuje potrebe. Termoelektrane proizvode noću minimalno, a danju maksimalno. Hidrološke prilike su povoljne u Dalmaciji i Gorskom Kotaru, pa je proizvodnja hidroelektrana povećana u odnosu na veljaču. Slovenija podmiruje sada sve manji manjak energije dobavom iz Hrvatske i Bosne. Noću prima više uz minimalnu proizvodnju svojih termoelektrana. Bosna noću prima, a danju daje onu raspoloživu energiju, koja se s obzirom na grlo može prenijeti. Mađarska prima energiju u odvojenom pogonu za konzum Söjtöra, noću i danju.

Travanj, svibanj i lipanj

Sredinom mjeseca travnja počinje razdoblje, kada proizvodnja energije ne može udovoljiti potražnji, bilo zbog loših hidroloških prilika, bilo zbog remonta i obustave pojedinih jedinica u termoelektranama. Termoelektrane proizvode noću minimalno, a danju maksimalno, a hidroelektrane pak prema mogućnostima s obzirom na dotoke i režim punjenja akumulacija. Slovenija raspolaže viškovima hidroenergije, koji su rezultat povećanja dotoka na njenim vodotocima. Hrvatska preuzima svu onu energiju, koju uz vlastitu proizvodnju može primiti. Isto se odnosi i na Bosnu. Mađarska prima energiju u odvojenom pogonu za konzum Söjtöra i Ajke.

Srpanj

Proizvodnja energije ne može sve do kraja godine udovoljiti potražnji, a u daljnjem će se izlaganju prešutno prelaziti preko te činjenice. Termoelektrane proizvode maksimalno noću i danju radi štednje akumulacija. Započinju remonti pojedinih jedinica u hidroelektranama, ali je proizvodnja hidroelektrana veća u odnosu na prošli mjesec zbog povoljnih hidroloških prilika u Gorskom Kotaru. Od Slovenije je preuzeta sva raspoloživa energija (uz maksimalnu proizvodnju termoelektrana). Bosna prima energiju noću i danju zbog štednje akumulacija. Mađarska prima energiju u odvojenom pogonu za konzum Söjtöra i to uglavnom danju.

Kolovoz

S obzirom na raspoložive jedinice, termoelektrane proizvode noću prema potrebi, a danju maksimalno. Hidroelektrane proizvode pak po potrebi uz štednju akumulacija, osobito noću. Od Slovenije je preuzeta sva raspoloživa energija (uz maksimalnu proizvodnju termoelektrana). Bosna prima energiju noću i danju.

Rujan

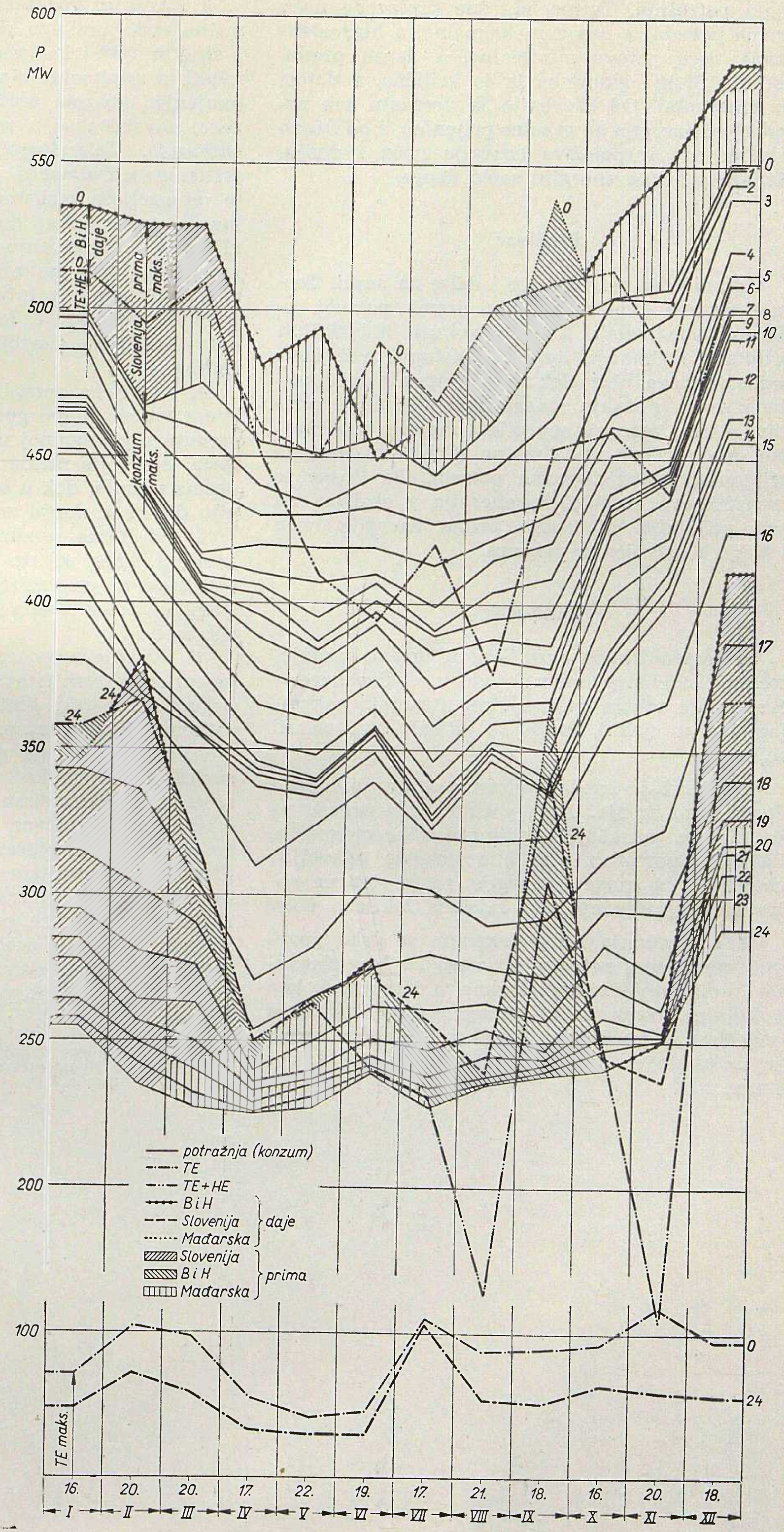
Termoelektrane proizvode noću prema potrebi, a danju maksimalno. Proizvodnja hidroelektrana je povećana u odnosu na prošle mjesece zbog povećanih dotoka u Gorskom Kotaru i pražnjenja akumulacije u Dalmaciji (u očekivanju jesenskih kiša). Od Slovenije je preuzeta sva raspoloživa energija uz minimalnu proizvodnju termoelektrana. Bosna prima danju energiju u znatnoj količini zbog štednje akumulacija, a danju prema potrebi. Mađarska daje energiju noću i danju u odvojenom pogonu za konzum Nedeljanca.

Listopad

Termoelektrane proizvode noću prema potrebi, danju maksimalno. Hidroelektrane pak po potrebi, uz maksimalnu štednju akumulacija, osobito noću. Od Slovenije i Bosne preuzeta je sva raspoloživa energija. Mađarska prima energiju samo danju.

Studeni

Mogućnost proizvodnje i nabave ne može udovoljiti potražnju, pa nastupa razdoblje ograni-



Sl. 2. Topografski dijagram izohrona SR Hrvatske za 1963.

čenja potrošnje. Termoelektrane proizvode noću prema potrebi, a danju maksimalno, a hidroelektrane noću gotovo minimalno, a danju prema potrebi. Stanje akumulacija je kritično, a dotoci su minimalni. Od Slovenije je preuzeta sva raspoloživa energija do granice prijenosa, a od Bosne također sva raspoloživa energija noću i danju. Mađarska prima energiju samo danju.

Prosinac

Ograničenje potrošnje je i dalje na snazi. Termoelektrane proizvode noću prema potrebi, a danju maksimalno. Zbog povoljnih hidroloških prilika u Dalmaciji, koje su nastupile već koncem studenoga, hidroelektrane proizvode noću prema potrebi, a danju maksimalno. Slovenija podmiruje svoj manjak energije dobavom iz Hrvatske. Noću prima maksimalno s obzirom na grlo prijenosa, a danju prema potrebi. Od Bosne je preuzeta sva raspoloživa energija s obzirom na grlo prijenosa. Mađarska prima energiju noću i danju u odvojenom pogonu.

Zaključak

Promatranjem topografskog dijagrama po mjesecima, dobiven je cjelovit uvid u elektroenergetske prilike tokom godine. Promatranjem pak dijagrama u cjelini, može se odmah konstatirati slijedeće:

1. Potražnja snage konzuma uglavnom opada do mjeseca srpnja. Tada počinje njen porast, pa je najveća potražnja postignuta koncem godine. Toj pak potražnji nije bilo moguće udovoljiti zbog manjka snage i energije, pa je stvarna potražnja u posljednja dva mjeseca faktično veća.

2. Proizvodnja termoelektrana je usko povezana ne samo s potražnjom, nego i s mogućnostima proizvodnje hidroelektrana u Hrvatskoj, kao i hidroelektrana u susjednim područjima. Broj angažiranih jedinica u termoelektranama ovisio je, uz ostalo, i o nužnosti remonta, kao i o defektima.

3. Karakter vodotoka jadranskog sliva (maksimalne vode zimi i u proljeće, a minimalne ljeti) i alpskih vodotoka (maksimalne vode u proljeće i ljeti, a minimalne zimi), kombiniran s režimom punjenja, odnosno pražnjenja akumulacionih bazena, odražava se u mogućoj proizvodnji hidroelektrana. Zahvaljujući povoljnim hidrološkim prilikama u Dalmaciji, proizvodnja hidroelektrana je do proljeća maksimalna, smanjuje se do kolovoza i počinje rasti do listopada (pražnjenje akumulacija u očekivanju jesenskih oborina), da bi zatim opet bila smanjivana zbog izostanka oborina uobičajenih u to doba godine. Istom krajem godine proizvodnja hidroelektrana naglo raste, uglavnom zbog povoljnih hidroloških prilika u Dalmaciji.

4. Razmjena energije sa Slovenijom je intenzivna tokom čitave godine zbog onog što je spomenuto u prethodnoj tački. Zimi i početkom proljeća, Slovenija prima maksimalno noću, a danju prema potrebi, dok u ostalom dijelu godine, energiju daje i to danju znatno više negoli noću.

5. Od Bosne je zimi preuzeta sva raspoloživa energija koja se uz proizvodnju u Hrvatskoj, s obzirom na grlo prijenosa, mogla prenijeti. Kroz ljetne mjesece Bosna prima energiju i to naročito noću.

6. Razmjena energije s Mađarskom vrši se uglavnom tokom čitave godine i to u odvojenom pogonu. Mađarska pretežno prima energiju, s izuzetkom mjeseca rujna.

7. Osobito tokom zime, razmjenu energije sa susjednim republikama diktiralo je i grlo prijenosa na dalekovodima 110 kV Resnik — Rakitje i Resnik — Jertovec, pa je povremeno bilo potrebno vršiti i usmjeravanje tokova energije prema Sloveniji isklapanjem dalekovoda 110 kV Rakitje — Brestanica. Operativno osoblje dispečerske službe SR Hrvatske, osim brigom za zadovoljenje potražnje, bilo je suočeno s problemom preopterećenja pojedinih dalekovoda, kao i s problemom saniranja naponskih prilika na području sjeverozapadne Hrvatske.

Naslov pisca: Franjo Černohous, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća, Zagreb, Proleterskih brigada 37

Elektroprivredna organizacija »Bayernwerk AG«, kojoj je temelje položio poznati Oskar von Miller, značajan je faktor u elektroprivredi Savezne Republike Njemačke. Instalirana snaga u vlastitim elektranama iznosi preko 900 MW, čemu treba pribrojiti još 800 MW raspoložive snage u tuđim elektranama, kod kojih je »Bayernwerk« učestvovao u financiranju. Dužina visokonaponskih dalekovoda iznosi oko 5300 km, od čega je 1300 km vodova 220 kV i 4000 km vodova 110 kV. Oko 45 % električne energije, koja se troši u Bavarskoj, dolazi iz mreže i elektrana »Bayernwerka«; ostatak pokrivaju industrijske elektrane i elektrane distributivnih poduzeća. Treba napomenuti, da »Bayernwerk« ne vrši raspodjelu energije »do posljednjeg potrošača«, nego — slično kao naše elektroprivredne zajednice — prodaje energiju distributivnim poduzećima. Donosimo nekoliko najznačajnijih zapažanja s posjeta toj organizaciji koja bi mogla biti zanimljiva za stručnjake u našoj elektroprivredi.

Izgradnja dalekovoda

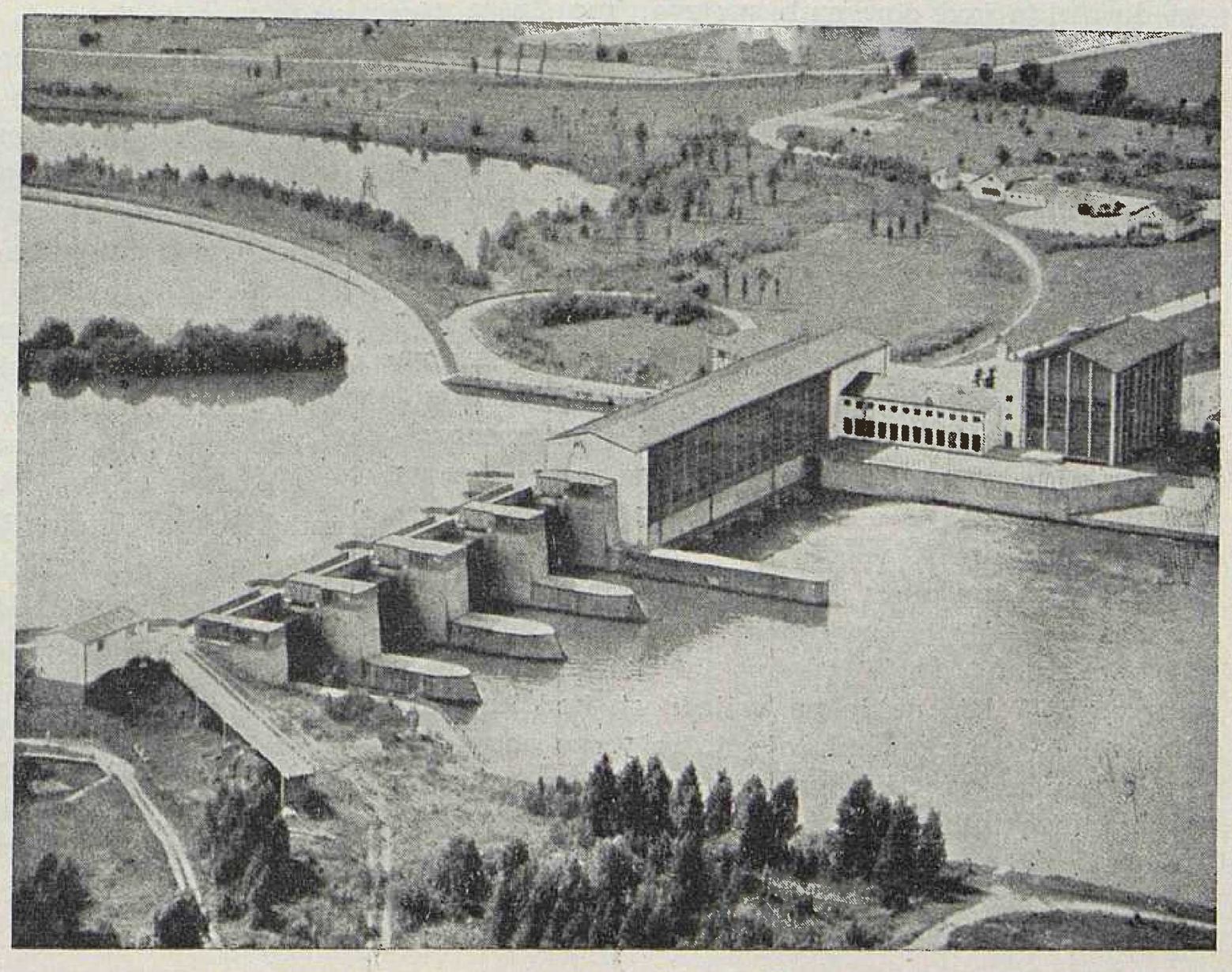
Svi su visokonaponski vodovi izgrađeni kao dvostruki vodovi, što je poznata njemačka praksa. Kao materijal za stupove upotrebljavaju isključivo pocinčani čelik. Normalni stupovi imaju vodiče u jednoj ravnini, jer je to u ravninskim predjelima najzgodnije, a za šumovita područja primjenjuju poznati »Donau«-stup zbog manje sječe. Vodiči su od aluželika presjeka 185/30 i 240/40, a osim toga primjenjuju i presjeke 230/30 odnosno 380/50, dakle s omjerom 7,7 : 1. U ispitivanju nalazi se uže presjeka 560/60. Ne upotrebljavaju čisti aluminij, ni legure (aldrey). Za zaštitno uže uzimaju alučelično uže presjeka 90/55 kod vodova 110 kV i 220 kV, a kod vodova 380 kV primjenjuju presjek 120/70. Na 2 — 3 km ispred rasklopnih postrojenja montiraju na stupovima po 2 zaštitna užeta za zaštitu protiv atmosferskih prenapona. U pogledu korisnosti zaštitnog užeta na dalekovodima ipak misle da je — pogotovo kod dalekovoda najviših napona — važnija vodljivost zaštitnog užeta nego njegovo djelovanje kod atmosferskih prenapona. Vodljivosti zaštitnog užeta poklanjaju naročitu brigu i kod dalekovoda nižih napona (110 kV) u uslovima direktnog uzemljenja.

Uzemljenja stupova striktno kontroliraju; ako obični prsten nije dovoljan, dodaju zvjezdaste trake ili čak i dubinske uzemljivače. Ako ni to ne zadovoljava, dodaju pocinčani bakar u dubini od 70 cm. Čisto željezo (armco) ne upotrebljavaju.

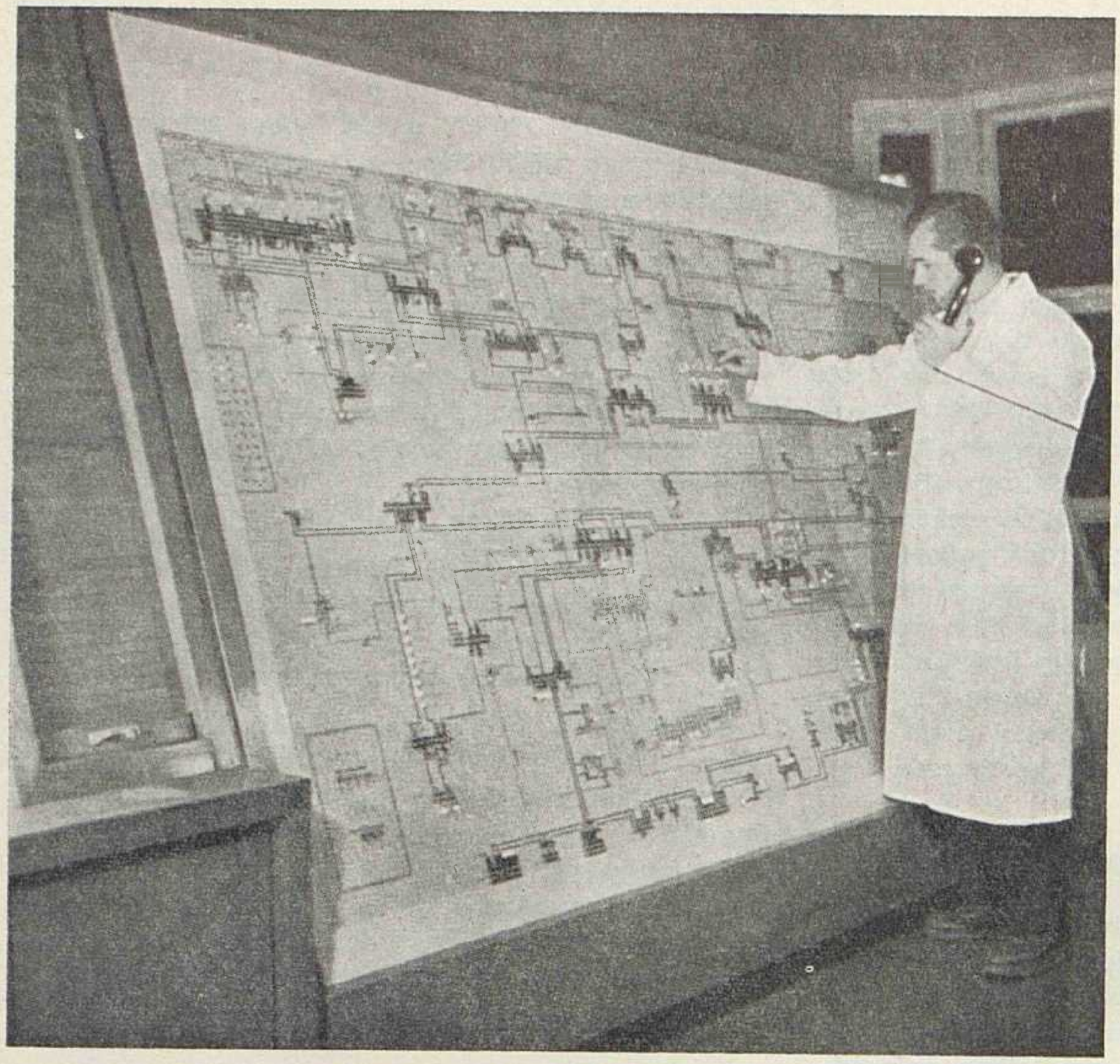
Kao izolatore upotrebljavaju isključivo štapne izolatore, i to tip L 75/22 (napomenuli su, da poduzeće RWE upotrebljava čak tip L 75/27). Staklene izolatore ugradili su samo na jednom dalekovodu. Izolatori L 75/22 imaju prelomnu čvrstoću 12 t, a tip L 85/22 15 t, ali se izrađuju i za 25 t. To je naročito važno kod vodova 380 kV, jer su kod otponskog lanca dovoljna dva izolatora, čime se postižu znatne uštede kod armatura za vodiče u snopu.

Kruto uzemljenje

Kako je poznato, u Bavarskoj su bili prisiljeni da pređu na uzemljenje mreže 110 kV, što je u Njemačkoj rijedak slučaj. Razlog je tome, da je kompenzacija mreže 110 kV zbog porasta struje zemljospoja postala neefikasna, jer je preostala struja zemljospoja



Sl. 1. Elektrana Altheim 17,3 MW



Sl. 2. Shema mreže u mozaičkoj izvedbi u dispečerskom centru Karlsfeld

iznosila preko 100 A. Kapacitivna struja postigla je veliku vrijednost s jedne strane zbog velike dužine dalekovoda 110 kV, a i zbog velike dužine kabela 110 kV (samo u gradu Münchenu dužina kabela 110 kV iznosi 105 km!). Kod tih velikih struja prestala je i značajna prednost, koju pruža kompenzirani pogon u pogledu struja kod dozemnih spojeva: kao što je poznato, kod kompenziranog pogona ne uzima se u obzir struja dvostrukog zemljospoja, jer normalno postoji mogućnost pojave te vrste kvarova. Kod otežanih uslova gašenja ta se mogućnost međutim ne smije više zanemariti (prema postojećim propisima treba uzimati u obzir struju dvostrukog zemljospoja, kada vatna struja zemljospoja dostiže u amperima vrijednost reda pogonskog napona mreže, kao što je to bilo u bavarskoj mreži 110 kV). Ipak je danas prijelaz na kruto uzemljenje sproveden samo u jednom dijelu mreže, dok drugi dio još uvijek radi s kompenzacijom, jer nisu još izvršene sve pripreme za prijelaz na direktno uzemljenje. Treba ipak napomenuti, da se ni onaj dio, gdje je već sprovedeno uzemljenje nultačke sistema, ne može smatrati kao kruto uzemljen: ograničenjem broja uzemljenih transformatora smanjena je, naime, struja jednopolnog kratkog spoja na iznos od 5—7 kA, dakle na vrijednost, kod koje zaštitni releji u svakom slučaju još sigurno reagiraju. Tim ograničenjem nije međutim udovoljeno omjeru nultih i direktnih reaktancija 3 : 1, pa prema tome i ne može biti smanjena izolacija (što se u Njemačkoj ionako ne prakticira). Ograničenjem struje jednopolnog kratkog spoja olakšava se problem opasnosti zbog induciranih napona i napona dodira i koraka, koji predstavljaju najveći problem kod prijelaza na direktno uzemljenje.

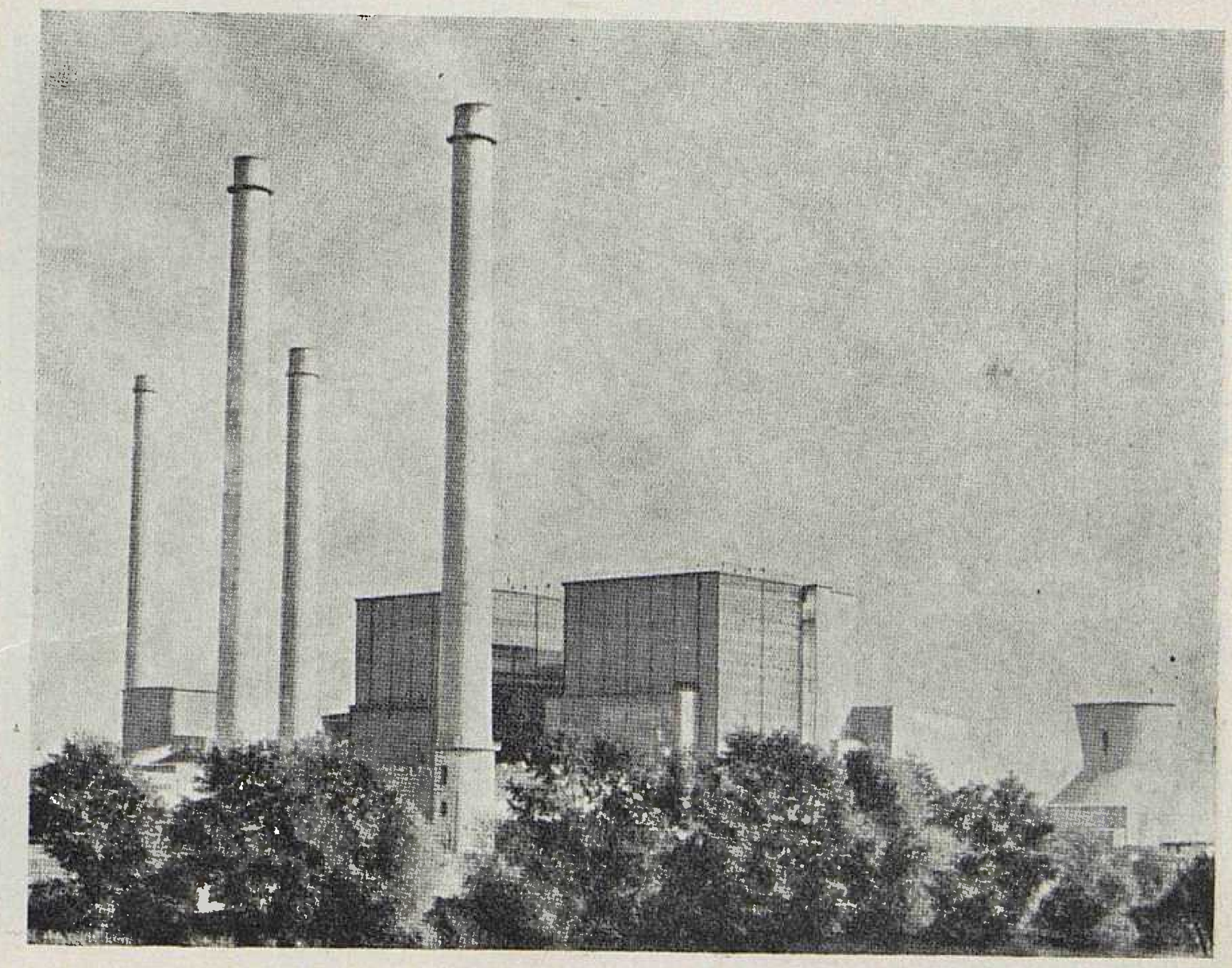
Vrlo je interesantno stanovište stručnjaka bavarske elektroprivrede o pogonu s direktnim uzemljenjem nultačke. Misle, da je takav način pogona, zbog brzog isključenja svih vrsta kvarova, manje opasan za živa bića nego pogon s kompenzacijom struje zemljospoja. Propisi o dozvoljenim induciranim naponima u vodovima slabe struje prema njihovom su mišljenju previše strogi. Tako je npr. kod jednofaznih kratkih spojeva u visokonaponskim vodovima po tim propisima dozvoljen u TT-kabelu najviši inducirani napon od 1200 V, što čini 60% ispitnog napona TT-kabela. U stvari, položeni TT-kabel prema njihovim navodima i ispitivanjima podnosi puni ispitni napon 2000 V. Osim toga, proračun induciranog napona u kabelu daje prevelike rezultate, jer u važećim formulama za redukcioni faktor plašta kabela nije uzet u obzir unutrašnji induktivitet. Ukoliko bi se pak pojavljivao u TT-vodu viši napon od dozvoljenog, kabel se može zaštititi plinskim odvodnicima. Ograničavanje induciranog napona u TT-kabelima pomoću translatora uspješno je sredstvo samo ako na tim linijama nisu priključeni teleprinteri na istosmjernu struju. Zamjena istosmjernih teleprintera izmjeničnima (zbog ugradnje translatora) iziskuje vanredno velike troškove, pa bi zato po njihovom mišljenju trebalo u takvim slučajevima svakako dozvoliti upotrebu plinskih odvodnika za zaštitu kabela.

U pogledu opasnosti od napona dodira i koraka upozorili su, da se i kod umjerenih prijelaznih otpora uzemljenja stupa i visine struje jednopolnog kratkog spoja (npr. 5 kA, 10 oma) već teoretski ne može sniziti napon dodira na dozvoljeni iznos. U takvim slučajevima bolje je primijeniti novu odredbu VDE 014, koja dopušta na takvim mjestima (npr. na stupovima) viši napon dodira, ako se izolacija toliko poboljša, da ne treba računati na mogućnost proboja prema zemlji u toj tački. Ako to nije moguće, čelične konstrukcije mogu se zaštititi od dodira plastičnim premazima, ili spriječiti opasnost od napona koraka zatvaranjem opasne zone plastičnom ogradom. Tim mjerama treba pribjeći ponekad još iz nekog drugog razloga: u naseljenim područjima često nije moguće upravljati potencijal upotrebom npr. većeg broja prstena, ako vanjski prsten leži na rubu neke kuće, jer bi se na taj način visoki potencijal samo približio stanovnicima zgrade. Izračunani naponi osim toga se smanjuju za faktor 0,7, koji predstavlja takozvani »faktor vjerovatnosti«. Postoji naime vrlo mala mogućnost, da neka osoba dodirne neki predmet, koji dobiva kod jednopolnih kratkih spojeva viši potencijal baš u toku 0,15 sekunde dok zaštita ne isključi kvar. Sve napomenute činjenice predstavljaju neku rezervu, zbog koje pitanje induciranih napona i napona dodira u stvari nije toliko akutno, kao što je to tretirano u važećim propisima. Ipak misle, da je stvarna opasnost dosta velika u rasklopnim postrojenjima i u stambenim zgradama pogonskog osoblja u neposrednoj blizini ili čak u sklopu postrojenja, pa su zato na tim mjestima poduzeli opširne mjere za zaštitu stanovnika (npr. polaganje žičanih mreža u tla u svim podrumima itd.).

Zaštitne releje prilikom prijelaza mreže na direktno uzemljenje preuredili su sami, gdje je to bilo potrebno. Kod starijih distantnih releja s uzbudnim organima u samo dvije faze prigradili su treći prekostrujni član. Naročitu su pažnju obratili podimpedantnim uzbudnim relejima, jer imaju neke od postojećih izvedbi izričito neugodnu karakteristiku u području malih struja. Na nekim dijelovima mreže primijenili su za osiguranje rada distantnih releja princip poredbe nulte struje pomoću pilotske veze preko VF. Uglavnom primjenjuju releje, koji rade kod jednopolnih kratkih spojeva i bez uzbude nultog člana, kao što su to tipovi RIZ 23-a ili SD 124. Razumije se, da upotrebljavaju ponovno uključenje, i to jednopolno s beznaponskom stankom 0,5 — 1,0 sek, ili iznimno tropolno s vremenom 0,3 sek (napomenuli su, da poduzeće RWE primjenjuje kod jednopolnog ponovnog uključivanja beznaponsku stanku čak 1,5 sek). Ponovno ukapčanje vrši se po principu preklapanja II stepena distantne zaštite putem VF, vrijeme prijenosa impulsa iznosi 32 ms. Kod Gradskog električnog poduzeća u Münchenu imali smo prilike upoznati još jednu izvedbu zaštite kabela 110 kV u uslovima direktnog uzemljenja: kao osnovna zaštita odabrana je diferencijalna zaštita preko signalnog kabela (premda dužina kabelskog odsjeka iznosi preko 10 km), a kao rezervna zaštita uzeta je distantna zaštita s relejima u trorelejnom spoju; dakle za naše pojmove vrlo skupa izvedba.

Visokonaponski kabeli

Kao što je već spomenuto, u gradu Münchenu položeno je 105 km visokonaponskih kabela 110 kV. Neki od njih su uljni kabeli, no u posljednje vrijeme primjenjuju isključivo plinske kabele, punjene dušikom pod pritiskom 15 at. Ti su kabeli smješteni u čeličnim cijevima promjera 150 mm, s debljinom stijenke 4 mm, u kojima se nalazi dušik pod pritiskom. Prednost je plinskih kabela, da nisu osjetljivi na visinske raz-



Sl. 3. Elektrana Schwandorf
403 MW

like terena, a mogu se polagati u proizvoljnoj dužini. Cijena iznosi oko 145% cijene uljnog kabela. Stručnjaci Gradskog električnog poduzeća navode još jednu prednost plinskog kabela u čeličnoj cijevi: to je velika sigurnost u pogonu zbog zaštite, koju pruža čelični plašt protiv oštećenja uslijed građevinskih radova u gradskom području. Takav plinski kabel postiže redukcioni faktor 0,02, dok taj faktor kod običnih uljnih kabela iznosi čak 0,60 — 0,70. Niski redukcioni faktor omogućuje polaganje niskonaponskih, signalnih i telefonskih kabela u istu trasu bez opasnosti od induciranih napona. Kod upotrebe tih kabela poštanske vlasti čak odustaju od izračunavanja induciranih napona u TT-vodovima. Ipak vrijednost redukcionog faktora kabela nakon polaganja kontroliraju mjerenjima. Zaštita kabela u tim uslovima nije problem čak ni kod vrlo kratkih dionica, jer uvijek stoje na raspoloženju u trasi kabela signalni i telefonski vodovi, koji se mogu upotrijebiti bilo za diferencijalnu bilo za kakvu drugu zaštitu na principu upoređenja pomoću pilotske veze, a koja je apsolutno sigurna protiv svih pogonskih smetnji.

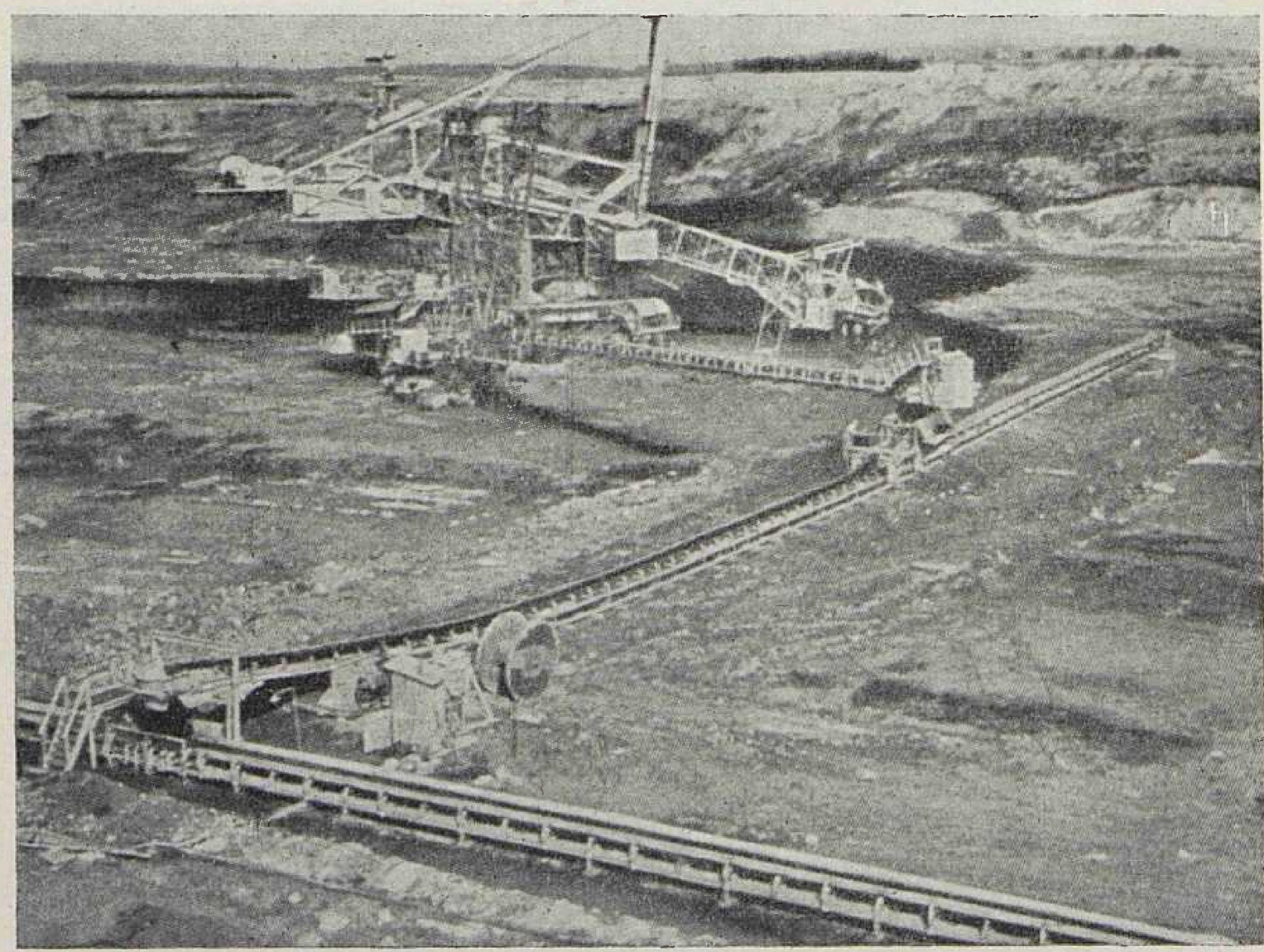
Rasklopna postrojenja i daljinsko posluživanje

U komandnim prostorijama mnogo upotrebljavaju za sheme mreže mozaičku tehniku, koja omogućuje da se na vrlo skučenom prostoru ostvari shema opširnih mreža. Ta tehnika osim toga omogućuje stalno dopunjavanje postojeće sheme jednostavnom izmjenom sastavnih mozaičkih elemenata. U velikim postrojenjima, kao što je npr. Karlsfeld kod Münchena, komandne sklopke ne nalaze se na komandnoj ploči u svakom odvodu, nego se na komandnom pultu nalaze dva komandna polja, koja se pritiskom na odgovarajuće dugme uključe u svjetlosnu shemu i u odgovarajuće visokonaponsko polje. Posluživanjem komandnog pulta izvedu se manipulacije, a na svjetlosnoj shemi signalizira se novo rasklopno stanje.

U rasklopnim postrojenjima ne postoje mjerna polja, jer naponske mjerne transformatore premještaju u dalekovodna polja zbog sprečavanja mogućih kvarova na sabirnicama kod oštećenja naponskih transformatora. Zato se kod sinhronizacije naponi s dalekovodnih polja pomoću naročite relejne automatike priključuju postepeno s pojedinih odvoda na sinhronoskop. Zaštita sabirnica normalno ne postoji.

U gradskim područjima naročito se brinu za smanjenje buke transformatora i sklopki. Zato su u velikim gradovima rasklopna postrojenja 110 kV po pravilu u zgradama, a transformatorske ćelije su obzidane lakim zidom. Osim toga za smanjenje buke transformatora poduzete su slijedeće konstruktivne mjere: odabire se manja magnetska indukcija, jezgra transformatora namješta se na pera, radijatori se oblažu šupljim čeličnim plaštem, a ventilatori su lijevani i aerodinamički ispitani. U gradskom području upotrebljavaju direktnu transformaciju 110/10 kV, a snage transformatora su 25 odnosno 31,5 MVA.

Daljinsko posluživanje primjenjuju sve više zbog pomanjkanja kvalificiranog osoblja. Iz centra Karlsfeld npr. daljinski poslužuju 3 transformatorske stanice, a u cijeloj mreži 10 stanica nalazi se u rekonstrukciji na daljinsko posluživanje, dok je daljnjih 20 stanica u projektu. Iz jedne transformatorske stanice daljinski poslužuju do 5 susjednih stanica po 10 odvoda, jer smatraju da je 60 — 70 odvoda najviše što može svladati jedan uklopničar. Automatizaciju elektrana u većem opsegu ne predviđaju, iako postoje neki projekti uglavnom za manje elektrane (npr. po tri agregata veličine 6 MW). Razlog je tome i taj, što su izvori hidroenergije (ekonomski opravdani) na području Bavarske već potpuno iskorišteni. Nove elektrane grade se na bazi termoenergije, od kojih je vrlo zanimljiv projekt elektrane Ingolstadt. Ta se elektrana nalazi na kraju naftovoda iz Genove i koristit



Sl. 4. Veliki bager u dnevnom kopu ugljena

će kao gorivo otpadni plin iz rafinerije. Snaga će iznositi 150 MW, s predviđenim povećanjem na 900 MW, kod čega će kotlovi moći raditi i na ugljen, ukoliko ne bi bilo dovoljno rafinerijskog plina. »Bayernwerk« učestvuje i u financiranju atomske elektrane Grundremmingen snage 237 MW, koja će biti završena u idućoj godini. Postojeće termoelektrane koriste jeftino gorivo. Tako npr. elektrana Schwandorf snage 403 MW koristi vrlo loš ugljen, s više od 50 % vlage, koji se dobiva u dnevnom kopu, udaljenom samo 7 km od elektrane. Interesantan je podatak, da se pomoću velikih bagera, instalirane snage po 1,5 MW, a učina po 15.000 m³ na dan, iskopa godišnje preko 4 milijuna tona ugljena sa svega 1500 radnika. Na drugu smo zanimljivost naišli kod posjeta hidroelektrane Walchensee snage 140 MW. Ta se naime elektrana nalazi u centru turističkog područja Bavarske, a kao akumulaciju koristi jezero Walchensee, čiji nivo zbog rada elektrane koleba i preko 6 m. Ta su velika kolebanja doduše dozvoljena samo van turističke sezone, dok je za vrijeme sezone elektrana ugovorom obavezana držati dogovoreni nivo vode uz prijetnju visokih penala turističkim organizacijama.

Dispečerstvo

U Saveznoj Republici Njemačkoj ne postoji zajednički dispečerski centar, nego se u svakoj pokrajini nalaze područni centri, koji se međusobno dogovaraju o nabavci električne energije. Centar za Bavarsku nalazi se u Karlsfeldu kod Münchena. Geografski položaj pridaje elektroprivredi Bavarske poseban značaj. Preko teritorija Bavarske vrši se naime transport i izmjena energije između alpskog područja, bogatog hidroenergijom (Austrija) i industrijski razvijenog područja zapadne Evrope, bogatog nalazištima ugljena, pa prema tome i termoenergijom. Taj transport se u ljetno doba, kada alpsko područje obiluje vodama, vrši od juga prema sjeveru, a u zimsko doba u obrnutom pravcu. Razumljivo je, da je prijenosna mreža Bavarske tim transportom dodatno opterećena i da se pojavljuju veći gubici, koje treba uzimati u obzir. Zbog toga dispečerski centar u Karlsfeldu raspolaže elektronskim analognim računskim strojem, pomoću kojeg se mogu u najkraće vrijeme izračunati troškovi prijenosa, a osim toga služi za optimiranje proizvodnog procesa. Taj stroj može za 4 minute odrediti najoptimalnije pogonsko stanje mreže sa 30 elektrana i rezultat odštampati. Kad bi taj obračun obavljao čovjek na običnim računskim strojevima, obračun bi trajao nekoliko nedjelja. Premda je nabavka stroja predstavlja veliki trošak, stroj se navodno isplatio već u roku od godine dana, jer daje apsolutno tačne rezultate, koji omogućuju sklapanje i takvih ugovora za nabavu ili prodaju električne energije, koji se ranije zbog prevelikog rizika nisu mogli sklapati.

Rasto Močnik, dipl. elektroing.

POGON I UZDRŽAVANJE TRANSFORMATORSKIH STANICA 110/30-35 kV SA SMANJENOM POSADOM

Danas u doba velikih napora cijele naše privrede za povećanje produktivnosti rada i pronalaženje unutrašnjih rezervi morala su i elektroprivredna poduzeća angažirati svoje snage za pronalaženje takovih rezervi i poduzimati odgovarajuće mjere u svojim radnim organizacijama. Mada je u rad u elektranama i rasklopnim postrojenjima bio i do sada u velikoj mjeri automatiziran, te je angažirao malo radne snage, moguće je — uz još relativno mala dodatna ulaganja i odgovarajuće reorganizacije režima rada — smanjiti broj potrebnih izvršilaca, a da pri tome ne bude smanjena pogonska sigurnost postrojenja. Te su mjere utoliko interesantnije, što je broj elektroprivrednih objekata u našoj zemlji prilično velik i što se taj broj svakog dana povećava, tako da svaka i najmanja racionalizacija na jednom objektu — ako se primijeni u cijeloj elektroprivredi — može ostvariti značajne uštede. Zbog toga bi bilo potrebno da sve elektroprivredne organizacije izmjenjuju iskustva u nastojanjima modernizacije tehnoloških procesa i povećanja produktivnosti rada u svojim postrojenjima. S time u vezi smatramo da će biti od interesa da se i širi krug ljudi unutar naše elektroprivrede upozna s naporima, koji se u tom smislu čine u »Elektroprenosu« Zagreb, gdje su već pokrenute odgovarajuće akcije za smanjenje broja radnika u stanici 110/30—35 kV, kao i s dvogodišnjim iskustvom pogona i uzdržavanja stanice 110/35 kV Međurić, prve naše transformatorske stanice toga tipa koja radi sa smanjenom posadom od 25. 8. 1962.

Ako se podsjetimo na prve godine pogona naših prvih stanica 110/30—35 kV, vidjet ćemo da su one bile angažirale velik broj radnika za redovni pogon. U svakoj smjeni su bila po dva uklopničara, pa je samo za smjensku službu trebalo 8 radnika (6 radnika u smjeni, 2 na odmoru). Sa stanicom je rukovodio poslovođa ili upravnik, koji se je također — uz pomoć pomoćnog radnika i uklopničara, koji nisu bili u smjenskoj službi — brinuo za sitno održavanje postrojenja. Za održavanje čistoće unutar stanice brinuo se je čistač. U nekim stanicama postojala je još i služba osiguranja (portir, noćni čuvar ili čak stražari). Mada angažiranje tolikog broja radnika za pogon jedne stanice 110/30—35 kV može danas izgledati pretjerano,

tada je to bilo potrebno, jer je mreža bila slaba, postrojenja rijetka i uglavnom bez rezervi, a pogonsko iskustvo tek se je stjecalo.

Razvojem svih tih elemenata — povećanjem mreže, većom gustoćom postrojenja, povećanjem rezervi u mreži i postrojenjima kao i povećanjem pogonskog iskustva — a ujedno i stalnim povećanjem cijene radne snage, nije više bilo održivo vezati uz jednu stanicu 110/30—35 kV deset i više radnika. Tako je došlo do ukidanja dvojnog dežurstva u smjenskoj službi, eliminiranja čistača, čuvara, portira i slično, te su posade pale na 6—7 radnika. Taj je proces na postrojenjima »Elektroprenosa« Zagreb bio završen u 1960, kada se je formirao tip transformatorskih stanica s 1 poslovođom, 5 rukovalaca električnih komandi (uklopničara), od kojih su 3 bila u smjenskoj službi, 1 je bio upadač a 1 revizioni električar te 1 pomoćni radnik, što ukupno čini 7 ljudi; takovu radnu shemu bili smo nazvali (1 + 5 + 1). Dalje je još 1961—62. bilo došlo do ukidanja radnog mjesta još jednog rukovaoca električne komande s tim da je po potrebi i poslovođa mogao biti u smjenskoj službi, pa se je tako došlo do tipa (1 + 4 + 1), koji se danas kod nas smatra klasična radna shema jedne TS 110/30—35 kV. Zbog svih ovih smanjenja radne snage po stanicama jedan dio posla na održavanju postrojenja pao je na ekipe za uzdržavanje koje su se bile nešto povećale, ali to je povećanje bilo manje od smanjenja posade. To je razumljivo, jer su se ekipe mogle racionalnije koristiti, zbog neistodobnosti poslova po transformatorskim stanicama.

Razumljivo je, da se u ovom procesu nije moglo stati, jer su i nadalje postojale velike mogućnosti ušteda. Na daljnji proces smanjenja broja radnika u smjenskim službama po stanicama 110/30—35 kV djelovalo je nekoliko faktora, od kojih su najvažniji bili slijedeći:

stalna tendencija smanjenja normativa radne snage od strane Zajednice jugoslovenske elektroprivrede, pa prema tome i smanjenja ukupnog dohotka poduzeća;

opća (svjetska i jugoslovenska) tendencija k automatizaciji proizvodnih procesa, racionalizaciji rada i povećanju produktivnosti rada;

povećanje cijene radne snage s obzirom na povećana direktna i indirektna davanja;

zahtjevi radnika u smjenskim službama za povećanje životnog standarda i poboljšanje radnih uslova (dežurstvo kroz 12 sati, noćni rad, suha hrana, udaljenost postrojenja od centra za snabdijevanje i sl.);

sve veći građevinski troškovi za izgradnju radnih prostorija po stanicama i stanova uz postrojenje; potrebe za povećanjem sigurnosti pogona i za eliminiranje subjektivnog utjecaja čovjeka na mogućnost defekta.

Da se je mogla ostvariti smjenska služba u stanicama 110/30—35 kV sa smanjenom posadom (manje od 4 radnika u permanentnoj smjenskoj službi), korištena je mogućnost koju je pružio Zakon o radnim odnosima u kategoriji rada zvana »prisutnost« (čl. 181 st. 3). Pod prisutnošću se smatra jedan vid prekovremenog rada pri kome radnik mora biti stalno prisutan kod određenog objekta ili u određenom krugu, s tim da radi samo po ukazanoj potrebi. Treba napomenuti da naknada za takav rad nije propisana sa uvećanjem od 50 % kao za obični prekovremeni rad, nego je to ostavljeno radnoj organizaciji da sama odredi u svome Pravilniku o raspodjeli osobnih dohodaka.

Služba s prisutnošću u stanicama 110/30—35 kV može se organizirati na dva načina:

A) da smjensku službu daju dva radnika time, da je svaki prisutan u postrojenju 24 sata, a drugih 24 sata, da je slobodan. Pri tome je neophodno potrebno izgraditi stanove u neposrednoj blizini stanice, uvesti u stanove telefone i nužnu signalizaciju, tako da se i stan može smatrati dio postrojenja.

B) da smjensku službu daju tri radnika na taj način od se od 6—14 h i od 14—22 h obavlja normalna smjenska služba (dežurstvo), a da od 22—6 h dežurno lice prespava u određenoj prostoriji u stanici s tim da su u toj prostoriji uvedeni telefoni i nužno potrebna signalizacija.

Kako će kod oba tipa stanica biti uposlen još i pomoćni radnik za održavanje čistoće, ispomoć kod radova i slično, onda možemo govoriti o tipovima stanica sa službom (2 + 1) u slučaju A) odnosno (1+2+1) u slučaju B), što predstavlja uštedu od 3 odnosno 2 radnika po stanici u usporedbi s klasičnom službom (1 + 4 + 1).

Da bi se moglo prići smanjenju broja potrebnih radnika, treba prije ispuniti nužne tehničke predu vjete. To su:

izgradnja stanova u neposrednoj blizini stanica s potrebnom signalizacijom i telefonima;

uvođenje brzog ponovnog jednopolnog i tropolnog ukapčanja vodnih sklopki 110 kV;

uvođenje sporog ponovnog ukapčanja vodnih sklopki 30—35 kV;

automatska regulacija napona;

automatiziranje tranzitnih visokofrekventnih telefonskih veza.

Nije nužno, ali se prema potrebi može uvesti još i slijedeće:

eliminiranje zvučne signalizacije prolaznih dozemnih spojeva na vodovima 30—35 kV;

automatizacija propisanih pogonskih manevara u slučaju nestanka odnosno po dobivanju napona 110 kV;

automatsko uključivanje i isključivanje transformatora (ako ih ima više od jednoga) zavisno o ukupnom opterećenju;

daljinska mjerenja i signalizacija uklopnog stanja u dispečerskom centru.

Ovi navedeni tehnički preduvjeti vrijede za oba načina smjenske službe sa smanjenom posadom, ali u slučaju rada po shemi (1 + 2 + 1) nije nužno potrebno graditi stanove uz postrojenja.

Uopće da li će neka stanica 110/30—35 kV imati režim smjenske službe po shemi (1 + 2) ili po shemi (1 + 2 + 1) zavisit će o nekoliko faktora.

Sigurno je da je rad po sistemu (2 + 1) teži za posadu zbog manje slobodnog vremena no zato je i bolje plaćen. U slučaju odsutnosti jednoga od dvojice radnika smjenske službe (godišnji odmor, bolovanje i slično) mora se poslati radnik za zamjenu. To međutim nije potrebno kod postrojenja sa radnom shemom (1 + 2 + 1), koja u slučaju odsutnosti jednog radnika i dalje nastavljaju normalni pogon po shemi (2 + 1) Mada je suma osobnih dohodaka kod stanica s ravnom shemom (2 + 1) — i pored dodatka za teže uslove rada — manja od sume osobnih dohodaka kod postrojenja sa radnom shemom (1+2+1), to još uvijek ne znači da je taj način službe jeftiniji, jer rad po shemi (2+1) obavezno traži izgradnju stanova uz stanicu. Takovi izdvojeni stanovi sigurno su skuplji od stanova koji se grade u nekoj već urbaniziranoj sredini, s tim više što u slučaju rada po shemi (1 + 2 + 1) možda neće ni trebati graditi stanove ili barem ne sve. Odavde bi se mogao izvući zaključak, da se radna shema (2 + 1) može očekivati kod takovih postrojenja, koja su gradena na područjima gdje se ne može dobiti kvalitetno stručna radna snaga potrebna za nesmetani i sigurni pogon stanice, već se ta radna snaga mora uvesti. U slučaju da se u tom području nalazi dovoljno radne snage željene kvalitete, može se raditi po shemi (1 + + 2 + 1). Zbog toga je i shvatljivo, da na primjer stanica 110/35 kV Međurić radi po shemi (2 + 1), a stanica 110/30 kV Karlovac po shemi (1 + 2 + 1). Isto tako se može očekivati, da će se kod reorganizacije režima rada drugih postrojenja 110/30—35 kV, a koja sada rade po shemi (1 + 4 + 1) ići vjerojatno na shemu (1 + 2 + 1), kako je to već učinjeno u Bujama.

Da bi se ispunili spomenuti nužni tehnički preduvjeti da stanica 110/30—35 kV može raditi sa smanjenom posadom, potrebno je investirati izvjesna sredstva. Pokazat ćemo na jednom konkretnom primjeru da li se te investicije isplate i kako brzo.

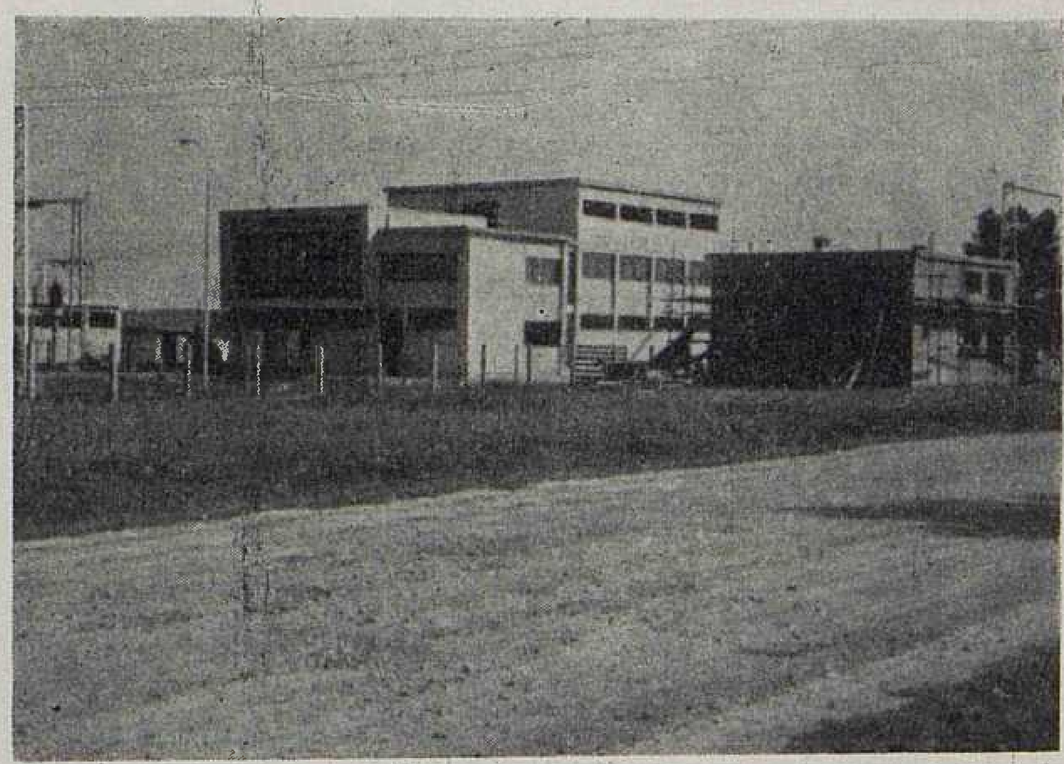
Jedna stanica 110/30 kV »Elektroprenosa« Zagreb ima dva voda 110 kV, jedan regulacioni transformator 110/30 kV i pet vodova 30 kV. Vodne sklopke 110 kV već su opremljene uređajima za brzo ponovno ukapčanje, tranzitne VFT-veze (3 komada) su automatizirane. Navedena stanica predstavlja čvornu tačku za sabiranje i dostavljanje izvještaja dispečerskim centrima, a u njoj je ujedno i sjedište uprave pogona i baza ekipe. Stambena zgrada sa 3 stana udaljena je od zgrade uklopnice cca 200 m. Sadanji režim rada je (1 + 4 + 1).

Kod reorganizacije smjenske službe u navedenoj stanici vjerojatno će se ići na radnu shemu (1 + 2 + 1). Kako je stambena zgrada prilično udaljena od zgrade uklopnice, te kako u toj zgradi stanuju samo dva radnika koji mogu obavljati smjensku službu, predviđa se da će dežurno lice spavati noću u jednoj prostoriji zgrade uklopnice.

Za ispunjenje spomenutih tehničkih preduslova trebat će za navedenu stanicu investirati slijedeća sredstva:

1. uređaj za automatsku regulaciju napona, uvozni, cca 1000 DM	Din	200.000
2. 5 uređenja za sporo ponovno ukapčanje 30 kV vodova, proizvodnje »Iskra« Kranj tip RU-56	Din	800.000
3. ostali materijal za aktiviranje opreme pod 1. i 2. kao i troškovi montaže	Din	500.000
4. opremanje sobe za odmor dežurnog radnika, uključujući signalizaciju i telefone	Din	300.000
Ukupno	Din	1,800.000

Eliminiranjem jednog radnika iz smjenske službe ostvaruje se ušteda od cca Din 1,500.000 godišnjeg dohotka. Kako se ovdje smanjuje posada od dva radnika, godišnja ušteda bi iznosila oko Din 3,000.000. Od toga bi iznosa trebalo odbiti izvjesna poskupljenja — lični povećani dohoci radnika koji rade po shemi (1 + 2 + 1), povećani troškovi održavanja postrojenja i sl. — pa bi se tek onda dobio pravi iznos uštede.



Sl. 1. Transformatorska stanica 110/35 kV Međurić

Smanjena posada od 3 radnika u smjenskoj službi mora da pokrije kompletno radno vrijeme. Kako smo već rekli, vrijeme od 6—22 h tretira se kao stalno dežurstvo i prema tome kao rad, a vrijeme od 22—6 h tretira se kao prisutnost (spavanje u određenoj prostoriji zgrade uklopnice). Sat prisutnosti obračunava se prema Pravilniku o raspodjeli osobnih dohodaka »Elektroprenosa« Zagreb sa 25 % vrijednosti jednog sata rada.

Na osnovu izloženog izlazi da u jednom mjesecu od 24 x 30 = 720 sati ima 480 sati rada i 240 sati prisutnosti, odnosno 480 + 240 x 0.25 = 540 obračunskih sati. To znači da na svakog radnika otpada 540/3 = 180 obračunskih sati. Kako normalno radno vrijeme iznosi 26 x 7 = 182 sata mjesečno to vidimo da radnik

u smjenskoj službi ima čak i manje obračunskih sati od normalnih radnih sati. Prema tome ukoliko se posadi ne odredi neki dodatak za otežane uslove rada (»Elektroprenos« Zagreb 6 %) cijena rada opisanog načina vršenja smjenske službe jednaka je cijeni normalnog rada radnika po 7 sati dnevno, pa godišnja ušteda iznosi Din 3,000.000 po jednoj stanici uz troškove investicija od Din 1,800.000 za konkretnu stanicu 110/30 kV.

Može se međutim očekivati da će godišnja ušteda biti manja zbog već spomenutih poskupljenja, no ne može se očekivati da će i pored toga godišnja ušteda biti manja od troškova investicija za konkretna postrojenja (Din 1,800.000), što znači da će se te investicije isplatiti već u prvoj godini.

Navedeni financijski efekt uz povećanje kvalitete rada koji se dobiva automatskom regulacijom napona i automatikom rada vodnih sklopki 30—35 kV sigurno su jaki argumenti za uvođenje takovog režima smjenske službe i oni bi trebali da nadjačaju protuargumente.

Okolnosti, koje se protive predloženom načinu vršenja smjenske službe bile bi:

1. *Otpor ljudi.* Većina radnika koji bi bili zahvaćeni navedenom reorganizacijom pruža veći ili manji otpor. Radnici koji više ne bi bili u smjenskoj službi nego bi radili po ekipama nerado napuštaju lagani, a visokoplaćeni posao u uklopnici. Radnici koji bi ostali u smjenskoj službi smatraju da će premalo dobiti za duže provedeno vrijeme u uklopnici, odnosno da će sada tri radnika raditi isti posao koji su prije radila petorica uz vrlo malo povećana osobna primanja.

2. *Zakonske poteškoće.* Tumačenje »prisutnosti« od strane raznih inspektorata rada je prilično raznoliko. Dok se svi slažu da se spavanje u vlastitom stanu uz uređaje za signalizaciju i telefone može smatrati prisutnost, dotle uglavnom smatraju da spavanje u posebnoj prostoriji u zgradi uklopnice treba tretirati kao rad.

3. *Osiguranje postrojenja.* Na osnovu postojećih propisa radne organizacije su dužne provesti osiguranje svojih objekata. Dok se u rasklopnim postrojenjima s klasičnom smjenom može objediniti smjenska i čuvarska služba u dežurnom licu, ta mogućnost otpada kod stanica sa smanjenom posadom. Zbog toga će kod takovih stanica trebati naći neko drugo rješenje (eventualno noćni čuvar) ili tražiti ublaženje propisa.

Iskustva koja su stečena s dvogodišnjim pogonom stanice Međurić čija posada radi sa radnom shemom (2 + 1) vrlo su zadovoljavajuća. Međurić je za sada krajnja stanica (do izgradnje stanice 110/35 kV Virovitica) i napajana je od stanice 110/35 kV Sisak, tako da vodno polje 110 kV u Međuriću nije opremljeno učinskom sklopkom. Transformacija se izvodi sa jednim regulacionim transformatorom 110 ± 10 x 1.5 %/36,75 kV, snage 20 MVA proizvodnje »Rade Končar« Zagreb tip TR 20000—110. Za sada su izvedena 4 izvoda 35 kV i to jedan kabelski izvod za obližnju stanicu 35/10 kV Međurić, dva zračna izvoda za stanice 35/10 kV Pakrac i Novsku, te provizorni priključak za dalekovod 110 kV Virovitica, koji je privremeno u pogonu sa 35 kV. Vodne sklopke na zračnim izvodima opremljene su uređajima za sporo ponovno ukapčanje tipa RU-56 proizvodnje »Iskra« Kranj.* Ti uređaji, zvani još »automatski uklopničar« imaju zadatak da po iskapčanju prekidača od strane imaju zadatak da po iskapčanju sklopke od strane uključe sklopku. Ukoliko smetnja na vodu nije bila prolazna nego je bila trajna, po ponovnom isključivanju vodne sklopke automatski uklopničar neće više djelovati. Kako se na kabelu ne mogu očekivati prolazne smetnje, to izvod za stanicu 35 kV Međurić nije opremljen uređajem za ponovo ukapčanje.

Regulacioni transformator opremljen je uređajem za automatsku regulaciju napona tipa PANTAM 10—1710 proizvodnje firme »Gossen u. Co.« GmbH. Erlangen — Savezna Republika Njemačka.* Regulator je kompaudiranog tipa, što znači da sekundarni napon pored udešenja napona zavisi i od opterećenja transformatora. Nakon uvođenja regulatora napona distributivna poduzeća koja se snabdijevaju iz stanice 110/35 kV Međurić vrlo su zadovoljna naponskim prilikama, iako su udaljenosti njihovih stanica 35/10 kV od stanice 110/35 kV Međurić veoma različite (200 m do stanice 35/10 kV Međurić odnosno 60 km do stanice 35/10 kV Virovitica). Osim toga broj operacija na regulacionoj sklopki po montiranju navedenog regulatora je smanjen.

Stanovi u stambenoj zgradi uz stanicu 110/35 kV Međurić (udaljenoj 15 m od zgrade komande i 35 kV postrojenja) opremljeni su uređajima za signalizaciju i telefonima. Svaki stan — dva dvosobna za stalnu posadu i jedna garsonjera za zamjenu — opremljeni su svjetlosno-akustičkom signalizacijom koja proradjuje u slučaju smetnji u postrojenju. Signalni uređaji u stanovima opremljeni su tasterima za prekidanje akustičkog signala te tasterima za ispitivanje. Svaki stan opremljen je sa 3 telefonska aparata i to sa aparatom koji je vezan za kućnu automatsku centralu stanice (svaki stan ima posebni broj), aparat dežurnog lica (uključuje se zajedno sa signalizacijom samo u stan lica koje je toga dana dežurno) i aparata za vezu s poštanskom telefonskom centralom u Banovoj Jarugi. Telefonski aparat u stanu dežurnog lica ima isti broj kao i telefonski aparat u sobi za dežurstvo stanice, tako da je dežurno lice stalno u vezi sa upravom pogona i dispečerom, bez obzira da li je u zgradi komande ili u svome stanu. Da bi se ubrzale intervencije u postrojenju 35 kV u momentu kada je dežurno lice u stanu, a osobito noću, predviđa se izgradnja spojnog hodnika između zgrade komande i postrojenja 35 kV i stambene zgrade.

Kako je područje oko stanice 110/35 kV Međurića vrlo grmljavinsko, a kako su svi vodovi 35 kV izgrađeni na drvenim stupovima, to su za vrijeme ljeta signalizacije dozemnih spojeva na vodovima 35 kV činile dosta neprijatnosti. Zbog toga su uz zemljospoj-

---

* OPASKA: Pobliže o uređajima za ponovno ukapčanje RU-56 i o uređaju za regulaciju napona PANTAM REG 10-1710 vidi u člancima A. Šalera, *Automatski uklopničar RU-56* i *Automatska regulacija napona na regulacionim transformatorima* u zborniku referata s prvog savjetovanja prenosnih poduzeća u Portorožu, X. 1963. odnosno isti članci u »Energiji« 1963, br. 9—10 u nešto smanjenom opsegu od istog autora.

ne releje postavljeni još i vremenski releji 0—5 sek. tako da je na taj način izvršena eliminacija signalizacije prolaznih dozemnih spojeva.

Svi ovdje spomenuti uređaji rade od momenta montiranja bez zastoja, tako da smo s njima vrlo zadovoljni.

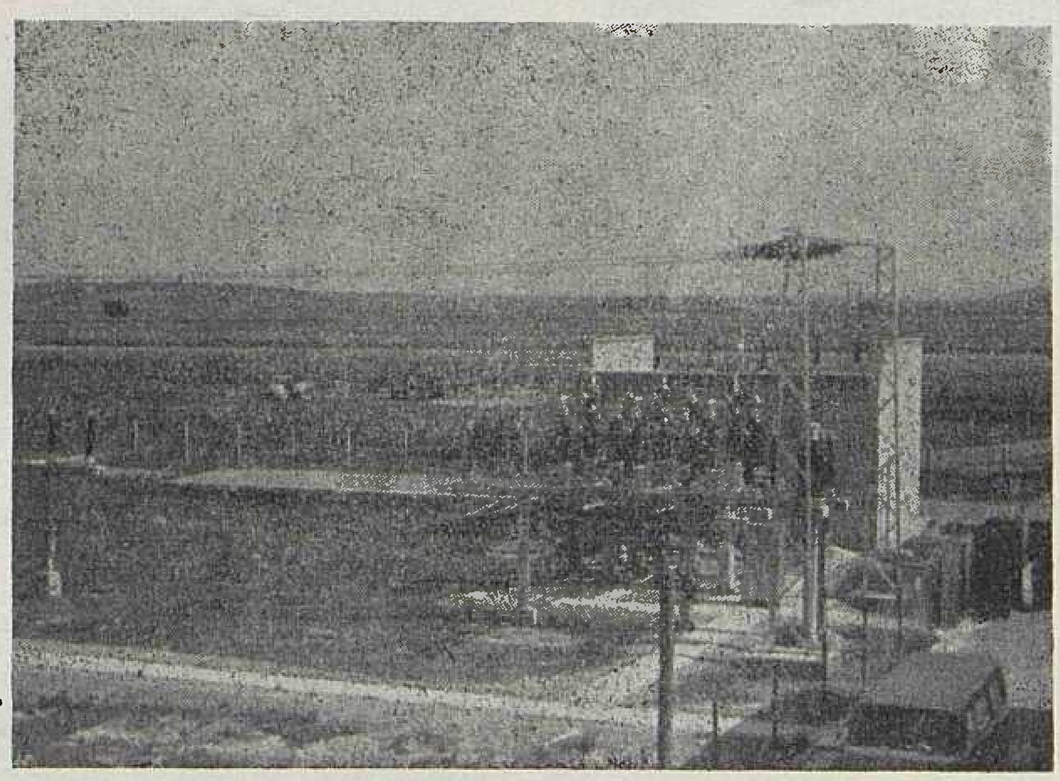
Redovito uzdržavanje stanice 110/35 kV Međurić do sada je vršeno bez ikakovih poteškoća. Svakodnevno sitno redovno uzdržavanje, pregled akumulatorske baterije, kompresora, uređaja protupožarne zaštite transformatora i slično, kao i manje rekonstrukcije i proširenje vrši posada stanice. Običavamo da reviziju cijelog postrojenja 35 kV obavimo odjednom, obično jedne nedjelje u mjesecu ožujku, te za to angažiramo pored posade stanice još i ekipu za održavanje pogona. Za takove radove potrebno je iskapčanje cijele stanice na 8—10 sati, za koje vrijeme se izvrši još i revizija transformatorske sklopke 110 kV, što za sada vrši ekipa tvornice »Rade Končar«. Godišnju reviziju kompresora vrši strojobravar — specijalista za kompresore iz uprave poduzeća.

U slučaju hitne intervencije — do sada samo jedna — angažira se ekipa za uzdržavanje pogona, čija je baza udaljena cca 120 km od stanice 110/35 kV Međurić. Ta se udaljenost — budući da je cesta pretežno asfaltirana — može preći za 2 sata vožnje automobilom, tako da ni u tom pogledu nema teškoća. U slučaju izuzetno hitnih slučajeva možemo se obratiti za pomoć radnicima stanice 35/10 kV Međurić (»Elektra« Zagreb, pogon Križ), no za sada još za to nije bilo potrebe. Radnici ekipe za uzdržavanje pogona daju također i zamjene za odsutne smjenske radnike stanice Međurić.

Kod pogona stanice 110/35 kV Međurić bio se je pojavio jedan problem koji nije inače toliko vidljiv kod stanica s klasičnom smjenskom službom, a to je problem pravilnog odabiranja radnika. Došli smo do zaključka da za rad u stanicama sa smanjenom posadom, a pogotovo s režimom rada (2 + 1) treba izabrati oženjene ljude, mirnog temperamenta i po mogućnosti iznad 30 godina starosti. To je potrebno zbog toga da bi bila veća vjerojatnost da će se u slučaju potrebe naći kod kuće i onaj radnik, koji je toga dana slobodan. Naravi tih ljudi trebale bi da budu slične, po mogućnosti sa zajedničkim interesima, kako bi se izbjeglo stvaranje antagonizama. I pored toga treba očekivati da će kod posade s radnom shemom (2 + 1) brže doći do psihičkog zamora uslijed jednoličnosti, nerada i izoliranosti od vanjskih događaja. Zbog svega toga mogu se očekivati konflikti kako između samih radnika, tako i između članova njihovih porodica, te će prema tome doći do potrebe zamjene radnika. To je još jedan argument da shemu (2 + 1) treba primjenjivati samo izuzetno.

Završavajući ovo razmatranje o problematici pogona i uzdržavanja stanica 110/30—35 kV sa smanjenom posadom, treba konstatirati, da je takav način rada racionalan i ekonomičan, tehnički ispravan i siguran i kao takav opravdan i nužan. U dogledno vrijeme, možda za 2—3 godine sve će stanice 110/30—35 kV »Elektroprenosa« Zagreb imati ispunjene uslove za rad sa smanjenom posadom i sigurno je da će većina tih stanica i raditi s takovom posadom. Nakon toga perioda bit će realno poći još korak dalje na daljinsko komandiranje nekih stanica 110/30—35 kV i na smanjenje posada na svega jednog čovjeka.

Božidar Radmilović, dipl. ing.



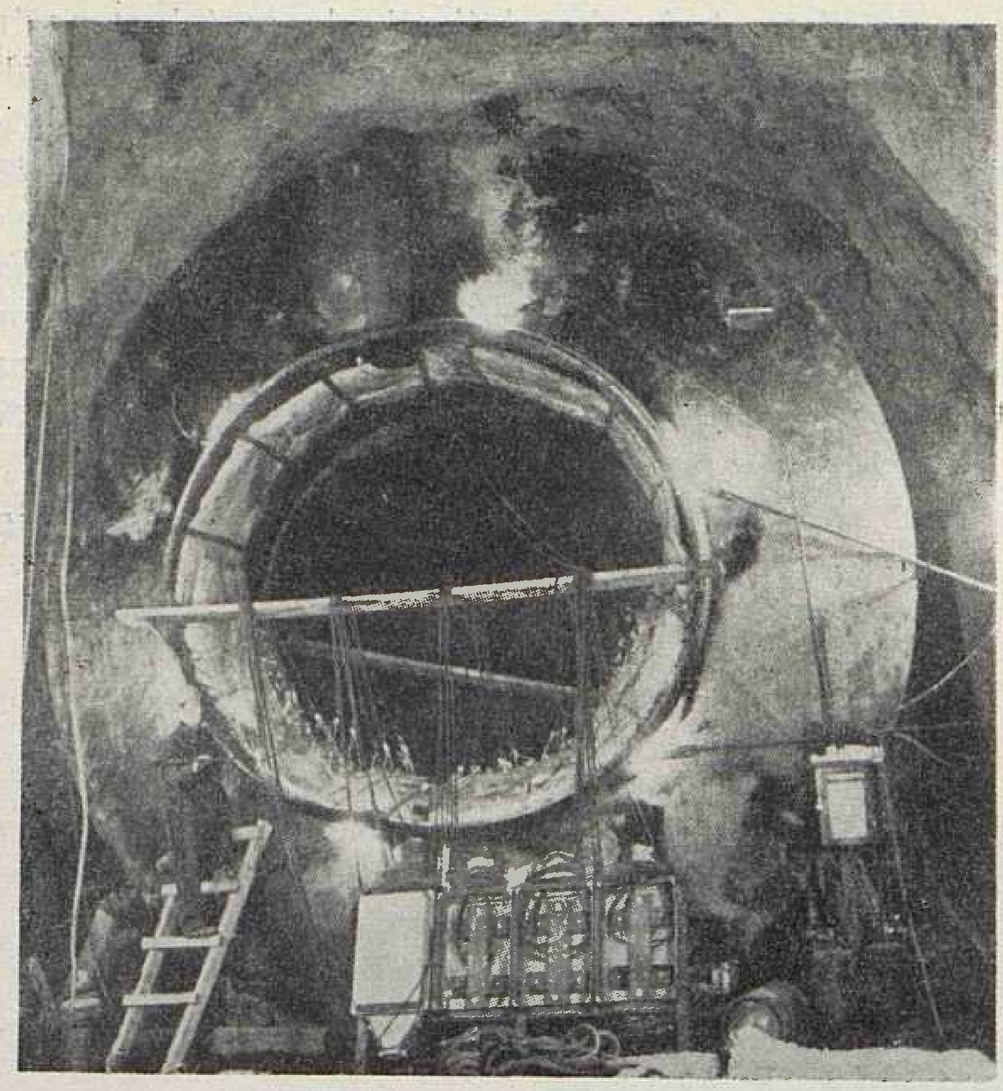
Sl. 2. Transformatorska stanica 110/35 kV Međurić — vanjsko sklopno postrojenje

Otporno odžarivanje varova na račvama razdjelnog cjevovoda HE Senj

Tokom montaže tlačnog cjevovoda na hidroelektrani Senj morala se, zbog transportnih teškoća, izvršiti komplicirana montažna operacija, koja je zbog svoje interesantnosti ovdje ukratko opisana.

Račva br. 10, težine cca 60 tona, dopremljena je iz Ternia (Italija) u 6 elemenata, jer radi svoje veličine nije mogla biti dopremljena u jednom komadu.

Sastav i varenje izvršeno je na mjestu ugradnje u razdjelnom rovu strojarnice Senj. Montažni varovi izuzetne debljine, do 120 mm, morali su se po dovršenju odžariti zbog eliminiranja napona u varu i osnovnom materijalu.



HE Senj — račva br. 10 razdjelnog cjevovoda

Prvo rješenje, da se kompletna račva zavari i zatim odžari u improviziranoj peći, odbačena je kao komplicirana s odgovarajućim štetnim djelovanjem na stijeni, a i zbog plinova koji bi otežali rad na ostalim dijelovima objekta (strojarnica i kosi rov). Prihvaćeno je zato rješenje s parcijalnim varenjem i odžarivanjem sistemom električnih grijača i odgovarajuće izolacione obloge na području izvršenog vara.

Zagrijavanje se vršilo preko 2 regulaciona transformatora po 250 kVA, napona 380/70 V, s maksimalnim opterećenjem od cca 250 kW. Temperatura se podešavala satnim porastom od 40° C i to do 620° C. Nakon podržavanja ove temperature kroz određeno vrijeme, smanjivala se analogno kao kod porasta do 200° C.

Kontrola izvršenog vara, nakon dovršenja varenja i žarenja (tokom varenja vršio je sam izvođač fazne kontrole sistemom »Magnaflux«), provedena je ultrazvukom i rentgenom, pa je utvrđeno da izvedeni varovi kvalitetno potpuno zadovoljavaju.

Rad na svim fazama montaže ove račve zahtijevao je izuzetne napore, kako radi skučenog prostora, kontinuiranog rada na varenju, predgrijavanja i podržavanja temperature na mjestu varenja (plamenikom odnosno butanom), tako i radi slabe promaje i zagušljivosti u ovom prostoru.

U završnoj fazi analognih radova nalazi se manja račva (40 tona) pa će se nakon toga pristupiti nastavku radova na montaži ostalih dijelova razdjelnog cjevovoda.

Nakon dovršenja ovih radova izvršit će se tlačno ispitivanje cijelog razdjelnog cjevovoda, a nakon toga betoniranje i injektiranje.

Na priloženoj slici vidi se izolaciona obloga žarenog vara, kabelski priključci do razdjelnika, registracioni termometar za registraciju temperatura u području vara i plamenici za podržavanje temperature na izvedenom varu.

Đuro Furač, dipl. ing.

Gradnja dalekovoda 220 kV Jajce — Mraclin i Lukavac — Đakovo

Za poboljšanje elektroenergetske situacije područja zapadne Hrvatske i Slovenije od velikoga je značenja izgradnja dalekovoda 220 kV Jajce — Mraclin, dužine oko 198 km.

Građevni radovi na dalekovodu počeli su u drugoj polovini 1964. Dalekovod će se izgraditi na željeznim rešetkastim stupovima od profilnog čelika oblika »jela«. Građevne i montažne radove izvode poduzeća »Dalekovod« iz Zagreba i »Energoinvest« iz Sarajeva. Dionicu Jajce—Mrkonjić Grad—Banja Luka—Sanski Most—Prijedor—Bos. Novi izvodi »Energoinvest«. Drugu dionicu Una—Sunja—Sisak—Mraclin, dužine oko 65,6 km, radi poduzeće »Dalekovod«. Na ovoj dionici glavni građevni radovi, kao iskop temelja, betoniranje, postavljanje stupova i uzemljenje su posve završeni. Uskoro će otpočeti montaža koja zavisi od isporuke opreme inozemnih proizvođača.

Konstrukciju stupova izradilo je poduzeće »Energoinvest«, a jedan dio opreme isporučit će domaća elektroindustrija, dok će se složenija oprema osigurati iz uvoza.

Za građevne radove kao i čitavu opremu dionice Una—Mraclin investitor »Elektroprenos« iz Zagreba uložit će iznos od oko 1 milijarde dinara. Za cjelokupnu izgradnju dalekovoda 220 kV Jajce—Mraclin utrošit će se oko dvije milijarde i 400 milijuna dinara.

Također su završene sve pripreme oko izgradnje dalekovoda 220 kV Lukavac—Đakovo, dužine oko 92 km, te se očekuje da će glavni građevni radovi otpočeti pod konac ove godine. U izgradnji učestvuju dva investitora i to za dionicu od Save do Đakova, oko 27 km, poduzeće »Elektroprenos« iz Zagreba, a za drugu dionicu od Lukavca do Save »Elektroprenos« iz Sarajeva. Planirano je, da glavni građevni radovi na dalekovodu 220 kV Lukavac — Đakovo budu završeni sredinom 1965. Građevne i montažne radove na pojedinim dionicama izvest će poduzeće »Dalekovod« i »Energoinvest«.

I. R.

Nastavlja se elektrifikacija otoka

U godini 1964. nastavljeno je ostvarivanje programa povezivanja otoka Jadranskog mora s električnom visokonaponskom mrežom na kopnu.

Koncem kolovoza završeni su radovi na polaganju podmorskog kabela do Visa s otoka Hvara, koji je već prije nekoliko godina vezan s električnom mrežom na kopnu. Vis će dobiti električnu energiju koncem 1964. Na potezu Hvar — Vis položen je kabel 35 kV, u duljini cca 18,5 km, koji je izveden s tri jednopolna kabela, tipa XHEKRAA, presjeka 3 x 35 mm². Kabeli su položeni jedan do drugog na oko 300 m, a na obalu izlaze zajedno jedan pokraj drugog, zatim ulaze u isti kabelski kanal. To je do sada najduži podmorski kabel izrađen u tvornici »Moša Pijade« u Svetozarevu. Kabel je položen s rta Pelegrin preko jednog od Paklenih otoka i Viškim kanalom do otoka Visa. U isto vrijeme na Hvaru su završeni radovi na postavljanju oko 25 dugog dalekovoda od glavne transformatorske stanice u Starom Gradu do rta Pelegrin.

Montažne radove na polaganju kabela Vis — Hvar izvelo je poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba, a radove na dalekovodu Stari Grad do rta Pelegrin poduzeće »Svjetlost« iz Splita.

Budući da je polaganje kabela prilično složen posao, u radovima su učestvovale i stručne ekipe poduzeća »Obalna plovidba« i »Brodospas« iz Splita sa specijalnim brodom za polaganje kabela »Majdan« i remorkerom »Verudica«.

Priključkom otoka Visa na mrežu visokog napona na kopnu osigurana je elektroenergetska opskrba otoka za dugi niz godina, što će utjecati na intenzivniji i bolji razvoj manjih industrijskih pogona, zanatstva, turizma, kao i poljoprivrede i široke potrošnje.

Istovremeno su završeni radovi na povezivanju otoka Malog Lošinja i Cresa sa zemaljskom energetskom mrežom. Za izgradnju 8 km podmorskog kabela, 4,5 km podzemnog kabela i 65 km vodova koji prenose energiju s Krka na ta dva otoka investirano je više od 700 milijuna dinara.

Lošinjska komuna i privreda dali su sva raspoloživa slobodna sredstva da bi riješili problem elektrifikacije otoka. Dovođenjem električne energije s kopna otvaraju se nove mogućnosti turističkoj privredi, brodogradnji i drugim privrednim granama, čija je djelatnost i razvoj do sada ovisila o proizvodnji malih neekonomičnih mjesnih elektrana.

Zračni vod od Cresa do Malog Lošinja, duljine oko 45,5 km, izveden je na čeličnim rešetkastim stupovima. Izolatore, uže i drugu opremu izradila je domaća elektroindustrija. Na dalekovodu Mali Lošinj — Cres posebno je izvedena kabelska dionica na prijelazu kod Osora. Završna tačka voda je novosagrađena transformatorska stanica 30/10 kV u Malom Lošinju. Ta transformatorska stanica predstavlja glavni razvod za napajanje dalekovoda 10 kV i niskonaponske mreže za elektrifikaciju svih naselja otoka Lošinja. Gradnju voda izvelo je poduzeće »Dalekovod«, a investicije oko 300 milijuna dinara osigurao je investitor »Elektroprimorje« i Općinska skupština Mali Lošinj.

Nadalje je položen podmorski kabel od otoka Korčule do Lastova, dužine oko 14 km. Time je i otok Lastovo priključen na električnu mrežu na kopnu. Do sada se Lastovo opskrbljivalo električnom energijom iz mjesnih elektrana koja je bila vrlo skupa i iznosila je 180 dinara po kWh.

Završeni su radovi i na polaganju podmorskog kabela sa Pelješca do otoka Mljeta, duljine oko 9,5 km.

I. R.

Dalekovod 30 kV HE Gojak — Slunj u pogonu

Novosagrađeni dalekovod 30 kV HE Gojak — Plaški — Slunj, duljine oko 45,7 km ušao je u redoviti pogon u trećem kvartalu ove godine. Izgradnjom dalekovoda stvoreni su za područje Plaški — Slunj povoljni uslovi bržeg razvoja elektrifikacije. Naročito je važna opskrba električnom energijom tvornice celuloze i papira u Plaškom, kao i nekoliko drugih industrijskih pogona u Slunju, te elektrifikacija neelektrificiranih sela.

Gradnju dalekovoda kao i sve montažne radove izvelo je poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba. Vodiči voda su od alučelika presjeka 3 x 120/21 mm², zaštitno uže je od čelika 1 x 35 mm², dok je izolacija izvedena kapastim izolatorima K-170/280. Stupovi su čelični rešetkasti, a ukupno ih ima 192 komada.

Početna tačka voda je HE Goljak, gdje je već ranije predviđeno izlazno polje za ovaj dalekovod, dok je krajnja tačka transformatorska stanica 35/10 kV u Slunju koja je također već u pogonu. Nova transformatorska stanica u Slunju raspolaže s osam izlaznih polja za razvod vodova 10 kV kao i za niskonaponsku mrežu područja slunjske općine.

Za izgradnju dalekovoda i transformatorske stanice investitor, poduzeće »Elektra« iz Karlovca u zajednici s Općinskom skupštinom Slunj, uložio je za gradnju i opremu iznos od oko 530 milijuna dinara.

I. R.

Energetsko iskorištenje Drave

Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske usvojilo je zaključke o energetskom iskorištenju Drave s Murom. Prema stručnim podacima Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske konstatirano je da dio Drave od Ormoža do Osijeka, s ukupnim padom od 106 m predstavlja značajan hidroenergetski potencijal. U toku između Ormoža i Legrada, s padom od 62 m, Drava teče područjem SR Hrvatske, a ostali dio te rijeke, s padom od 44 m, kao i donji tok Mure, predstavlja pogranični vodotok s NR Mađarskom.

Prema procjeni na tom sektoru postoji mogućnost izgradnje sedam hidroelektrana s ukupnom instaliranom snagom od oko 600 MW, odnosno godišnjom proizvodnjom do oko 3300 GWh. To bi bile hidroelektrane: Varaždin sa 75 MW, Čakovec sa 80 MW, Legrad sa 125 MW, Ždala također sa 125 MW te Moslavina i Barč po 58 MW i Osijek sa 52 MW.

Za neke od ovih hidroelektrana već su pripremljeni investicioni programi ili se na njima radi. U prvi plan dolazi izgradnja HE Varaždin. Još u 1963. izrađen je investicioni program, te se nastavljaju istražni projektantski radovi za izradu glavnih projekata tako da bi gradnja na tom postrojenju mogla započeti u godini 1966.

Za HE Čakovec i HE Legrad izrađeni su osnovni projekti, ali bez voda Mure, pa je potrebna njihova dopuna. Predviđa se, da bi investicioni programi za te dvije hidroelektrane mogli biti završeni u toku 1965. tako da bi se gradnji prišlo početkom 1967.

Kako se međutim dobrim dijelom radi o proizvodnji elektroenergije u graničnom području s NR Mađarskom, koja je također zainteresirana za tu energiju, zaključeno je da se u realizaciji plana uspostavi zajednička suradnja naših i mađarskih elektroprivrednika.

I. R.

Svjetska konferencija o energiji

XIV posebno zasjedanje u Lausanni

Od 13. do 17. rujna 1964. održano je u Lausanni XIV posebno zasjedanje Svjetske konferencije o energiji, sa glavnom temom *»Borba protiv gubitaka energije«*. Zasjedanju je iz 59 država članica prisustvovalo 980 delegata od čega 13 iz SFR Jugoslavije.

Na konferenciji je prije svega razmatrano pitanje nastajanja gubitaka, a zatim načini kako se u okviru ekonomskih granica mogu smanjiti ili spriječiti.

Među pozdravnim govorima prigodom svečanog otvaranja zasjedanja, naročito je bio zapažen govor, što ga je održao predstavnik švicarske vlade i ujedno pokrovitelj ovog zasjedanja, šef federalnog odjela za promet i energetiku, federalni savjetnik dr Willy Spühler. U svom govoru on je među ostalim spomenuo, da spoznaja do koje smo došli putem prakse i teorije ukazuje na to, da se u rezultatu nekog rada nikad ne nalaze svi duševni i fizički napori, kao ni materijalna dobra utrošena za taj rad, bez obzira na kojoj se tehničkoj razini on nalazio. Ljudskom duhu je prirođeno, da neumorno teži za većom izdašnošću, olakšanjem ljudskog rada i smanjenjem izgubljenih napora. To odgovara i unutrašnjoj zakonitosti tehnike i tehničkog gledanja.

No nitko ne može a da ne prizna, da ta racionalnost naših nastojanja i djelovanja ni izdaleka nije sveobuhvatna i da se uglavnom ograničava na područje proizvodnje dobara i njihovu razdiobu. Sve što naša nastojanja postižu isključivanjem ili smanjenjem gubitaka u stadiju proizvodnje, to lakoćom i bezbrižno u stadiju potrošnje opet trošimo. Naše ponašanje je začudo dvojako, već prema tome da li se radi o proizvodnji ili o potrošnji. Odbacivanje upotrebljivih, čak i odličnih dobara i rasipničko razmetanje robom nije samo popratna pojava, nego bi se moglo reći čak i značajka tehnički visoko razvijene privrede. Stoga se ne treba čuditi, ako se porode sumnje, ima li uopće smisla npr. poboljšati korisnost generatora i smanjiti gubitke u prijenosnim elektroenergetskim vodovima, ako se s druge strane milijuni kilovatsati bez potrebe ili koristi rasipnički troše. Mi odgovaramo takvom su-

mnjičavcu, da tehnički razvoj ne pita za ljudsko rasuđivanje, nego da vodi brigu o povećanju efekta i da teži usavršavanju. Dobar ali stari stroj, koji bi još dugo mogao raditi na naše zadovoljstvo, odbacuje se u staro željezo, ako se na tržištu pojavi bolji i ekonomičniji. Tehnika ne poznaje poštivanje »starog«, nego samo veličanje »novog«.

Jedan istaknuti švicarski ekonomista s pravom je takav razvoj okarakterizirao kao »proces stvaralačkog razaranja«. Neobično nagli tehnički razvitak posljednjih godina pogodovao je pojačanju tempa tog procesa, tako da je ovaj na stanovitim područjima zauzeo takove razmjere, da bi razaranja postojećih vrijednosti mogla dovesti u pitanje tu »stvaralačku moć«. To vrijedi naročito tada kada se prekomjerno uništavaju ne samo materijalna dobra, nego kad i nematerijalne vrednote budu u tolikoj mjeri zahvaćene, da kao posljedica toga prijeti osiromašenje izvjesnih životnih uslova, ili da budu čak ugroženi temeljni preduvjeti našeg postojanja. Treba se podsjetiti na probleme zagađivanja zraka i vode kao i prekomjerno razvijanje buke. Isto tako ugrožen je i izgled krajolika i održavanje prirode kao prostora za odmor i izvor naših doživljavanja. Može se međutim sa zadovoljstvom ustvrditi, da je uporedo s povećavanjem navedenih oblika ugrožavanja, u svim industrijskim zemljama također poraslo razumijevanje i odgovornost za sve zadatke koji iz toga proizlaze.

Borba protiv gubitaka dobiva svoj naročiti smisao, kad se putem povećane produktivnosti, te bogatijom opskrbom dobrima i uslugama, stvore preduvjeti, da se može odustati od izvjesnih proizvodnih postupaka, eksploatacija ili upotreba, koje su štetne za održavanje naše okoline na takvom stupnju da bude zdrava i ugodna za naš opstanak.

Pošto je još u kratkim crtama iznio energetske probleme Švicarske, dr Spühler je u ime švicarske federalne vlade proglasio zasjedanje Svjetske konferencije o energiji otvorenim.

Za plenum konferencije bila su pripremljena i održana tri glavna predavanja i to:

I. A. Prof. Dr Ing. H. Reiher, Stuttgart, *Smanjenje potreba energije za grijanje i klimatizaciju, s gledišta učenjaka.*

I. B. Arh. H. R. Suter, Basel, *Arhitekt i toplinska tehnika.*

I. C. Philip Sporn, predsjednik odbora za razvoj sistema, American Electric Power Co, New York, *Izgledi za smanjenje gubitaka u modernim velikim termoelektranama s klasičnim gorivom.*

Prof. Reiher je iznio, da se danas u zemljama Evrope za potrebe grijanja prostorija i klimatizaciju troši oko 23 % do 45 % ukupno utrošene energije. Ukazuje stoga na važnost borbe protiv gubitaka energije na tim područjima, jer se radi o velikim količinama. Postoje dvije mogućnosti uštede energije za grijanje: toplinska zaštita zgrada i uređaja za grijanje, te bolje korištenje energije sadržane u gorivima. Iznosi, da je ispitivanjem ustanovljeno, da se kroz prozore gubi oko 50 % ukupne potrošnje topline. Provedbom posebnih zaštitnih mjera protiv gubitaka topline iz zgrada, može se specifična potrošnja smanjiti na polovicu. Od kolike je važnosti izolacija instalacija za grijanje, očito je iz podataka dobivenih na temelju usporednih pokusa, koji su pokazali da grijaći elementi ugrađeni u podove ili stropove, troše za isti efekt zagrijavanja 25 % manje toplinske energije nego tradicionalni radijatori postavljeni kao obično uz prozor.

Arh. H. R. Suter je u svom interesantnom predavanju rekao da borba protiv gubitaka energije stavlja arhitekte i konstruktore zgrada pred težak zadatak, jer treba da vode računa i o osjećajnim komponentama, čije zadovoljavanje je često puta u suprotnosti

Panorama Lausanne

s tehničkom logikom. Čovjek u stanu želi svjetlo, a to dovodi do velikih prozorskih površina, koje ne samo da su po kvadratnom metru 25 % do 50 % skuplje od zida, nego su i u pogledu toplinskog gospodarstva nepovoljne, jer gubitak topline kroz prozore je skoro četiri puta veći nego kroz zidove. Treba stoga ići nekim srednjim putem, tj. nastojati poboljšati toplinsku izolaciju prozora i zidova, a čovjeku u stanu dati ipak više dnevnog svjetla. Samo oprezno i konzekventno planiranje čitave gradnje uz ekonomski opravdani optimum udovoljenja svih zahtjeva, moći će zadovoljiti i u pogledu energetskog gospodarstva.

Philip Sporn uzeo je za temu svog predavanja konvencionalnu pretvorbu primarne energije u vredniju električnu energiju, s posebnim osvrtom na poboljšanje energetskog gospodarstva u modernim parnim termoelektranama. Očito je danas, da je sa povišenjem jedinične snage turboagregata, te primjenom visokih pogonskih tlakova i temperatura, blokovskim spojem kotao-agregat, udaren ispravan put za sniženje gubitaka svake vrsti: toplinske energije i radne snage kod pogona, kao i financijskih, kroz manje izgradnje po instaliranom kilovatsatu. On je uvjeren, da danas postignuti visoki tlakovi i temperature nisu definitivni i da će se u budućnosti ići još dalje. Zanimljiva je njegova konstatacija, da je prema američkom iskustvu, kod izbora veličine snage pojedinih velikih blokova, najbolje uzeti blokove sa snagom u redu veličine 7—8 % maksimalnog godišnjeg vršnog opterećenja mreže.

Rad zasjedanja odvijao se u 4 glavne sekcije sa 9 podsekcija i to:

I. Općenita razmatranja
- I. A. Opseg i granice smanjenja gubitaka
- I. B. Izvori gubitaka uslijed zaštitnih mjera protiv štetnih posljedica pretvorbe energije

II. Sprečavanje gubitaka kod pretvorbe
- II. A. Hidroelektrane
- II. B. Termoelektrane
- II. C. Današnje tendencije za poboljšanje korištenja energije u atomskim elektranama
- II. D. Smanjenje gubitaka energije kod pretvorbe goriva
- II. E. Napredak kod korištenja energije u postrojenjima za direktnu pretvorbu energije

III. Sprečavanje gubitaka kod transporta energije

IV. Sprečavanje gubitaka kod upotrebe energije
- IV. A. Industrija
- IV. B. Grijanje prostorija, klimatizacija i priprema tople vode

Na temelju ovako razrađenog programa rada podneseno je bilo ukupno 146 referata, o kojima se na bazi izvještaja generalnih izvjestilaca pojedinih sekcija vodila diskusija za vrijeme zasjedanja.

S obzirom na važnost tema koje su raspravljene na ovom zasjedanju, bit će zanimljivo, da se ukratko prikaže sadržaj rada pojedinih sekcija.

I. Općenita razmatranja

I. A. Opseg i granice smanjenja gubitaka

Tema ove sekcije bila je obrađena u 14 referata iz 10 zemalja. Čisto teoretska razmatranja bila su upotpunjena praktičnim gledištima i statističkim podacima. Ostaje činjenica, da su termički problemi u svjetskoj energetskoj ekonomici mjerodavni. Ako znamo, da svjetski prosječni faktor korištenja energije goriva u termičkim procesima danas iznosi 20 %, onda je jasno koliko se još toga može poboljšati. No nastojanjima konstruktora sve češće se suprostavljaju financijski i ekonomski razlozi, pa se preporuča nadopuna normalnog kružnog procesa termoelektrana raspodjelom topline, tj. iskorištavanjem sekundarnih izvora energije u toplinskim mrežama za grijanje i toplinskim pumpama.

I. B. Izvori gubitaka uslijed zaštitnih mjera protiv štetnih posljedica pretvorbe energije

Pet referata ove sekcije bavi se isključivo proizvodnjom električne energije u hidroelektranama iako slični problemi postoje i kod gradnje termoelektrana na bazi klasičnih ili atomskog goriva. Voda se, osim za proizvodnju električne energije, upotrebljava također i za druge svrhe. Splavarenje, navodnjavanje, riječno brodarstvo, interesi turizma te zaštita prirodnih i historijskih vrednota su neki faktori o kojima je bilo diskusije u vezi iskorištavanja voda, a koji su kod proizvodnje električne energije vrlo često uzroci smanjenja proizvodnje. Kod razmatranja pitanja da li je pravedno da se samo elektroprivreda tereti dužnostima nasuprot privilegiranim korisnicima voda, ili treba terete planski podijeliti na sve korisnike, mišljenja su se priklonila ovom posljednjem načinu.

II. Sprečavanje gubitaka kod pretvorbe

II. A. Hidroelektrane

U 28 referata iz 18 država raspravlja se o mnogobrojnim uzrocima gubitaka, koji se pojavljuju kod pretvorbe hidrauličke energije u električnu. Naročito je ukazano na slijedeće mogućnosti smanjenja gubitaka: kod građevinskog dijela pomoću prethodnih teoretskih razmatranja ili modelskih ispitivanja; davanjem smjernica za optimalno iskorištavanje vodotoka s nizom elektrana u kaskadama s pretočnom akumulacijom; redukcijom gubitaka u turbinama i električnim strojevima; istraživanjem optimalnih rješenja s crpnim agregatima; interkoneksijom pojedinih objekata i kroz to smanjenjem ukupnih gubitaka; planskim koordiniranjem rada hidroelektrana, termoelektrana i crpnih grupa.

II. B. Termoelektrane

Borba protiv gubitaka stalno je na tapetu kod svih vrsta termičkih energetskih postrojenja. Parne elektrane, elektrane s plinskim turbinama, dizelske elektrane i toplane, te postrojenja za iskorištavanje otpadne topline bile su predmet razmatranja u 30 referata ove sekcije.

U odnosu na parne elektrane obrađena su slijedeća pitanja: povećanje snage bloka kotao-turbina, poboljšanje radnog procesa, poboljšanje u odnosu na prilagođavanje proizvodnje potrošnji i automatizaciji. Iskorištavanje otpadne topline kod spoja snaga-toplina razmatrano je u vezi s dvije slijedeće važne tačke: mogućnost proširenja rentabilnosti upotrebe toplana i omeđavanje ekonomskog dometa toplana.

II. C. Današnje tendencije za poboljšanje iskorištavanja energije u atomskim elektranama

12 referata podnesenih u ovoj sekciji bavi se smanjenjem gubitaka kod proizvodnje električne energije u nuklearnim elektranama i to kako u pogledu cijene električne energije, tako i sa stanovišta poboljšanja termičke korisnosti. Analiziran je ciklus iskorištavanja goriva, gubici fisionog materijala kod proizvodnje, termodinamika dobivanja topline i termodinamika kao funkcija ekonomije čitavog nuklearnog postrojenja. Nadalje je dan pregled troškova nekih nuklearnih elektrana i reaktora, koji su već u pogonu odnosno još u gradnji i to: Oldbury (Vel. Britanija), Douglas Point (Kanada), Yankee-Connecticut (SAD), Marviken T (Švedska), Roopur (Pakistan), AGR-tipa i brider tipa.

Generalni izvjestilac ove sekcije konstatirao je, da su usporedbene podloge za ocjenu nedovoljno definirane, što praktički onemogućava objektivno uspoređivanje. Zanimljiva je svakako izjava koju je dao dr Spühler, šef federalnog odjela za promet i energetiku, tokom svog pozdravnog govora prigodom otvaranja savjetovanja, a koja glasi: »Savjesna istraživanja pokazala su, da nuklearne elektrane u Švicarskoj već kod 50 %-tnog godišnjeg iskorištenja mogu konkurirati termoelektranama koje lože tekućim gorivom, a kod većeg iskorištenja svakako jeftinije od ovih. Dva velika švicarska elektroprivredna poduzeća ozbiljno se bave mišlju, da u najbližoj budućnosti, bez ikakove pomoći sa strane države, počnu graditi nuklearne elektrane.« Kao što je poznato Švicarska nema svojih izvora tekućih goriva, već je upućena na uvoz, pa su sada u izgradnji cjevovodi iz Genove, kojima će se transportirati nafta u novu rafineriju na švicarskom teritoriju. Tu će se pripremati tekuće gorivo za švicarske termoelektrane koje su u gradnji.

II. D. Smanjenje gubitaka energije kod pretvorbe goriva

Šest referata bilo je posvećeno ovoj temi i to: studije o gubicima i vlastitoj potrošnji u raznim sektorima petrokemijske industrije; usporedba između čiste upotrebe zemnog plina i energetske simbioze između zemnog plina i rafinerijskih plinova; najnovija praksa i razvoj proizvodnje gradskog plina u Velikoj Britaniji; uštede energije kod rasplinjavanja pod pritiskom i kod distribucije plina; potreba topline u koksarama.

II. E. Napredak kod dobivanja energije u postrojenjima za direktnu pretvorbu energije

Ovo je prvi puta da direktna konverzija energije ima vlastitu sekciju na jednom zasjedanju svjetske konferencije o energiji. Pod temom »Borba protiv gubitaka energije« to ima svoje puno opravdanje, jer elektrokemijske gorivne ćelije nisu podložne Carnotovom ograničenju korisnosti i teoretski se pomoću njih mogu postići vrlo visoke korisnosti. Postrojenja za direktnu konverziju energije, kao MHD-generatori, termionski generatori i gorivne ćelije su takove naprave, koje će vjerojatno doći do izražaja u budućnosti za komercijalnu proizvodnju električne energije, jer nemaju pokretnih dijelova kao klasična postrojenja, pa prema tome pružaju mogućnost rada sa daleko povoljnijom korisnošću. Za sada su kemijska djelovanja kojima su podvrgnuta takova postrojenja, još velika zapreka za njihovu praktičnu upotrebu.

U tri od ukupno pet referata ove sekcije, autori su iznijeli izglede za budućnost MHD-generatora, pri čemu se baziraju na iskustvima u postojećim eksperimentalnim postrojenjima. Naročita pažnja posvećena je istraživanjima na polju novih supravodljivih materijala, koji su preduvjet za uspjeh MHD-generatora. Ostala dva referata raspravljaju o razvojnim mogućnostima termionskih generatora i gorivnih ćelija. Ove obje metode direktne pretvorbe energije trenutno se obrađuju pretežno sa ciljem mogućnosti upotrebe u svemirskim brodovima.

III. Sprečavanje gubitaka kod transporta energije

U ovoj sekciji podneseno je bilo 13 referata. Gubici kod transporta energije mogu se lakše obuhvatiti kod prijenosa i razvoda električne energije, nego npr. gubici u plinskim mrežama. Kod prijenosa električne energije zapaža se stalno rastuća tendencija upotrebe sve viših naponskih goriva. Općenito se može reći, da gubici nastaju ne samo rasipanjem materijala nego i zbog gubitka vremena kod nedovoljne racionalizacije konačne raspodjele do potrošača. Znatni gubici mogu nastati kod prolaznog uskladištenja nosioca energije. Svi autori referata slažu se u dvije tačke:

a) metode mjerenja i instrumente za otkrivanje i određivanje gubitaka treba usavršiti;
b) treba proširiti i poboljšati metode projektiranja, sa gledišta postizanja ekonomske ravnoteže. To se naročito odnosi na utjecaj izbora lokacije elektrana i prijenosnih vodova na gubitke energije.

Kod električnih prijenosnih i razdjelnih vodova mogu se gubici znatno smanjiti provođenjem svrsishodnog učvorenja mreža. U Japanu su na taj način postignuti vanredni rezultati.

IV. Sprečavanje gubitaka kod upotrebe energije

IV. A. Industrija

U ovoj sekciji podneseno je 20 referata, koji obrađuju energetsko gospodarstvo u raznim industrijskim granama, naročito s obzirom na potrošnju ložnog ulja i električne energije. Najveći napori za uštedu energije vrše se u industrijama kod kojih je potrošnja energije naročito intenzivna, tj. kod visoko-temperaturnih procesa kao u visokim pećima i u željezarama općenito, te u postrojenjima za elektrolizu metala, a

posebno aluminija. Slični problemi u vezi s visokim temperaturama istražuju se i u cementnoj industriji, a iznesena su i iskustva dobivena na potpuno elektrificiranoj peći za taljenje stakla. Dobar dio referata obradio je energetsko-ekonomske probleme na području primjene razmjerno niskih temperatura, kao npr. pri elektrolizi vode za dobivanje vodika i kisika, te u industriji celuloze. I moderna petrokemijska industrija pruža mnoge mogućnosti za ekonomiziranje energijom, pri čemu treba imati na umu, da i mali postotak uštede energije predstavlja goleme apsolutne vrijednosti s obzirom na brojnu rasprostranjenost te industrijske grane. Obrađen je i problem otpadne topline i njenog iskorištenja kod kemijsko-tehničkih procesa.

Kod svih razmatranja bilo je naglašeno, da visoki stepen iskorištenja energije često izaziva vrlo visoke investicione troškove, tako da je u svakom slučaju potrebno prethodno provesti tačne općeekonomske analize, koje će ukazati put za optimalno rješenje s obzirom na energetsko gospodarstvo.

Moglo bi se postaviti pitanje, zašto se baš u najnovije vrijeme više nego ranije poklanja pažnja pitanju uštede energije kod potrošača. Vjerojatno je tome razlog slijedeći: prije svega, veća naučno-tehnička spoznaja raznih postupaka stvorila je osnovu na kojoj se temelje mogućnosti uštede energije i dala ekonomsku bazu za njihovu tehničku provedbu. Posebnu važnost pri tome ima napredak na području tehnoloških postupaka, naročito moderna mjerna i regulaciona tehnika. Samo njenom pomoću mogu se gubici energije uopće dijagnosticirati i po opsegu obuhvatiti, pa se tek nakon jedne takove analize nekog pogona može pristupiti studiju tehničke realizacije smanjenja gubitaka.

IV. B. Grijanje prostorija, klimatizacija i priprema tople vode

Moderan čovjek je veliki potrošač energije, a pretežan njen dio troši za grijanje stambenih i radnih prostorija i klimatizaciju. Iako zvuči paradoksno, upravo na tom važnom području kućanske potrošnje, relativni gubici energije su najveći. Tu činjenicu podvukli su autori svih 12 referata koji su podneseni u ovoj sekciji. Današnja situacija ima karakter rasipanja energije, pa je stoga neophodno nužno obratiti pažnju na povećanje ekonomiziranja energijom na tom sektoru. Autori referata iznose, koji su sve napori poduzeti u tom smislu.

Grijanje prostorija

Borba protiv gubitaka toplinske energije kod zagrijavanja prostorija, glavna je materija kojom se bave autori ove grupe. Velika pažnja posvećena je toplinskoj izolaciji zgrada, te se ukazuje na to, da toplinski gubici u velikoj mjeri ovise o izvedbi zidova i prozora. Preporuča se izvedba što manjih prozora, a i ti da u oštrijem klimatskom području budu proviđeni trostrukim staklima. Iz iznesenih primjera vidi se, da se u zgradama izvedenim sa odgovarajućom toplinskom izolacijom i trostrukim staklima mogu gubici topline smanjiti za 50—60 %. Potrošak topline ne ovisi samo o konstrukciji zgrade. Pažnju treba posvetiti i ispravnom izboru sistema grijanja. Osim ispravnog tehničkog rješenja vrlo je važno kako se postrojenje poslužuje i uzdržava. Treba težiti za tim, da se intenzitet grijanja uvijek prilagođuje trenutnim vanjskim klimatskim uslovima, što se najbolje postiže automatizacijom postrojenja. Veći troškovi takovih uređaja brzo će se isplatiti uštedom energije.

Kod rasprave o izboru sistema slažu se svi autori, da je najbolja primjena centraliziranih sistema grijanja, pri čemu daljinsko zagrijavanje iz toplinske mreže gradskih toplana u pogledu ekonomičnosti daleko nadmašuje mala individualna postrojenja centralnog grijanja pojedinih stanova ili zgrada. U pomanjkanju gradskih toplinskih mreža preporuča se zagrijavanje pojedinih blokova zgrada iz zajedničkog postrojenja.

Klimatizacija i priprema tople vode

Uređaji za klimatizaciju i pripremu tople vode nemaju kao potrošači energije, promatrani sa apsolutnog stanovišta, takovo značenje kao zagrijavanje prostorija. No s relativnog stanovišta razmatrani, pokazuju vrlo značajan porast potrošnje energije, što treba imati u vidu, jer potrošnja energije u jednoj klimatiziranoj zgradi je često nekoliko puta veća, a i karakteristika potrošnje energije je potpuno drugačija, nego kad bi ta zgrada bila opremljena samo uređajima za zagrijavanje.

Prikazane su razne metode za utvrđivanje najsvrsishodnijeg izbora i dispozicije uređaja za klimatiziranje, te iznesena sugestija za građevinsku izvedbu objekata, koji treba da budu klimatizirani.

Kod pripreme tople vode mogu se postići znatne uštede energije, ako se poduzmu djelotvorne mjere protiv stvaranja kamenca u rezervoarima tople vode, kao i provedbom odgovarajuće toplinske izolacije rezervoara i cjevovoda, a cjevovodi do mjesta trošenja treba da su što kraći.

Na kraju zasjedanja plenum Konferencije donio je slijedeću rezoluciju:

»Svjetska konferencija o energiji bila je uvijek svjesna koliku važnost ima racionalno korištenje svih raspoloživih energetskih izvora, a naročito u odnosu na poboljšanje životnog standarda na čitavom svijetu. Povodom svog posebnog zasjedanja 1964. u Švicarskoj, ustanovila je, da treba pojačati napore i tražiti rješenja s ciljem smanjenja gubitaka i trošenja energije do ekonomskog optimuma kako kod pretvorbe, transporta i raspodjele, tako i kod upotrebe u industriji, obrtu i kućanstvima. Iako je hitnost te potrebe već priznata na području pretvorbe, transporta i upotrebe energije u industriji, naročito je to važno provesti i na području grijanja prostorija i kod klimatizacije.

Potrebno je stoga — vodeći računa o mjesnim prilikama — posvetiti se napose instalacijama za grijanje prostorija i klimatizaciju, tim više jer se tu radi o instalacijama koje troše velike količine energije. Svjetska konferencija o energiji moli stoga svoje Nacionalne komitete, da putem saradnje s kompetentnim

organizacijama svoje zemlje, porade na općoj primjeni postojećih saznanja i pojačanju istraživanja u cilju:

smanjenja potrošnje energije izborom takovog tipa građevina, čija konstrukcija je s obzirom na termičku izolaciju optimalna s tehničkog i ekonomskog stanovišta, vodeći pri tom računa o vrsti i cijeni korištene energije;

planiranja instalacija za grijanje prostorija i klimatizaciju i odabiranja upotrebe takovih raspoloživih vrsta energije, da se postigne optimalna ekonomija, poštivajući pri tome imperativni zahtjev što manjeg onečišćavanja atmosfere;

korištenja iskušanih tehničkih rješenja u pogledu zaštite protiv sunčanog zračenja, radi smanjenja potrošnje energije za klimatizaciju na razumni minimum.

Svjetska konferencija o energiji poziva svoje Nacionalne komitete, da prikupe što tačnije podatke o sadašnjem stanju javnih toplinskih postrojenja za zagrijavanje u pojedinim državama, te zadužuje jedan privremeni komitet, da izvrši formulaciju opsega takove ankete i pripremi upitnike, koji bi bili temelj te ankete.«

Tekst rezolucije jasno nam pokazuje, kako se velika važnost posvećuje upotrebi energije za grijanje prostorija, na koje otpada razmjerno vrlo velik dio ukupne potrošnje energije.

Nakon završetka zasjedanja bilo je za učesnike organizirano 7 raznih studijskih putovanja po Švicarskoj u trajanju od 4 do 7 dana, koja su učesnicima pružila mogućnost da se upoznaju sa najznačajnijim švicarskim energetskim objektima, počevši od onih u visokim Alpama pa do onih na Rajni, kao i sa najznačajnijim industrijskim poduzećima Švicarske. U sklopo ovih studijskih putovanja bila je organizirana naknadna detaljna diskusija nekih problema iznesenih na zasjedanju u Lausanni. Ta diskusija vodila se 18. i 19. 9. na Visokoj tehničkoj školi u Zürichu.

Iz referata podnesenih na ovom zasjedanju Svjetske konferencije o energiji i diskusija vođenih tokom zasjedanja, često je dolazila do izražaja konstatacija, da je energija jedno od dobara čovječanstva s kojim čovjek-potrošač najmanje štedljivo postupa. Razlog tome je taj, što je energija gotovo u čitavom svijetu obezvrijeđena, tj. njena cijena je nerazmjerno niska prema cijenama ostalih dobara potrebnih za život. Stoga je donekle i razumljiv odnos prema njoj. Sve veći porast potreba energije i sve jače iscrpljivanje njenih izvora sile nas da shvatimo odgovornost koja na nas pada prema budućim generacijama. Treba da razumno gospodarimo energijom i da budućim pokoljenjima ostavimo u nasljedstvo dovoljno tog pokretača čitavog života.

Vinko Horvat, dipl. ing.

Prvo savjetovanje o eksploataciji termoelektrana Jugoslavije

Dinamički razvoj tehnike na području gradnje i opremanja termoelektrana, te današnji otežani uslovi eksploatacije zahtijevaju detaljno poznavanje današnjeg stanja i stalno praćenje razvoja. U kompleksu svake termoelektrane postoje specijalnosti koje se povoljno ili nepovoljno odražavaju na pogonsku sigurnost, ekonomiju ili u nekom drugom vidu.

Otklanjanje nedostataka i preuzimanje mjera racionalizacije predstavljaju stalne napore pogonskog osoblja termoelektrana. Problemi se nižu svakodnevno i stječu se vlastita iskustva, koja često ostaju izolirana.

Da bi se problemi analizirali, iskustva izmijenila i stručni rad usmjerio, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede organizirala je Prvo savjetovanje o eksploataciji termoelektrana u vrijeme od 19. do 22. juna 1964. u Prištini i Peći. Pored stručnjaka Jugoslavenske i Republičkih zajednica, učestvovali su predstavnici termoelektrana, instituta, projektnih organizacija, industrije, te društva termičara Jugoslavije.

Na Savjetovanju su čitani izvodi iz 24 niže navedena referata, koji su štampani u formi materijala savjetovanja:

Ing. Vasilije Veljković,	Značaj termoelektrana u energetskom sistemu Jugoslavije
Ing. Radmilo Čkonjović,	Energetsko gorivo i priprema pogonske i tehnološke vode u termoelektranama
Ing. Jovan Vučković,	Problemi kod snabdevanja TE Kolubara vodom
Ing. Slavko Žikić,	Eksploatacija termoelekrana pri tehničkom minimumu
Ing. Zvonimir Balog,	Minimalna opterećenja i kratkotrajna obustavljanja termoelektrana
Ing. Ožbolt Gros,	Samosinhronizacija u vezi sa brzim napuštanjem turboagregata
Ing. Slavko Žikić,	Pojava korozije pri eksploataciji termoelektrana
Ing. Karel Kobler,	Putevi i mogućnosti korišćenja pepela i šljake u jugoslovenskim termoelektranama
Peter Kos,	Pogonska iskustva tvornica opeka iz elektro-filterskog pepela elektrane Trbovlje
Ing. Jovan Vučković,	Ispitivanje i mogućnost korišćenja letećeg pepela kod TE Kolubara
Ing. Karel Kobler,	Stanje i problemi otpreme i korišćenja pepela i šljake u našim termoelektranama

Dragomir Đukanović,	Meteorološko-klimatološki uslovi i termo-energetska postrojenja
Ing. Muhamed Tafro	Predlog za upuštanje kompenzatora u TE Kakanj iz TE Lukavac i obratno
Ing. Miloš Đurić	Snabdevanje sopstvene potrošnje kod modernih termoelektrana u slučaju raspada sistema
Ing. Karel Kranjc,	Racionalno korišćenje termoelektrana
Ing. Vladimir Grigorjev,	Mogućnosti povećanja stepena iskorišćenja kotlova u TE V. Kostolac
Ing. Dragiša Pavlović,	Značaj izgradnje termoelektrane Kostolac II od 100 MW za elektroprivredu Jugoslavije
Ing. Slobodan Dudić,	Ekonomično korišćenje termoelektrana u složenom elektroenergetskom sistemu
Ing. Eduard Hefler,	Kontrola statorske izolacije turbogeneratora
Ing. Milan Milovanović,	Turbo-spojnice fabrikata Voitha
Ing. Matko Kalajdžić	Promena frekvencije kao mogući uzrok oštećenja lopatičnog sistema parne turbine
Ing. Dobrivoje Prokić	Nuklearni reaktori
Ing. Dobrivoje Prokić	Desetgodišnjica nuklearnih elektrana u svetu
Ing. Dobrivoje Prokić	Iskorišćenje energije goriva u nuklearnim elektranama

Sastanak je 19. 6. 1964. godine otvorio ing. Vasilije Veljković. Poslije uvodne riječi u kojoj je iznio značaj ovog savjetovanja, predložio je da se u radno predsjedništvo izaberu slijedeći drugovi: profesor ing. Dimitrije Savić, ing. Vjekoslav Novak, ing. Arno Svetlin i ing. Božo Kadović.

Prof. ing. Dimitrije Savić pozdravio je prisutne učesnike savjetovanja, prenoseći pozdrave upućene od strane Prvog jugoslavenskog simpozija termičara, koji je održan od 15—17. 6. 1964. u Herceg-Novom.

U nastavku govora ing. Savić je poželio uspjeh u radu na ovom savjetovanju, izrazivši želju da se u budućem radu što više osjeti zajednički rad između elektroprivrede i Jugoslavenskog društva termičara jer je to u obostranom interesu.

Zatim je u ime Autonomne Kosovsko-Metohijske Oblasti pozdravio prisutne učesnike sekretar za industriju drug Avdi Bakali, zahvalivši se što je Priština izabrana za mjesto sastanka i poželio da to ne bude i posljednji sastanak na Kosovu i Metohiji. Poželio je plodonosan rad učesnicima savjetovanja, kako prilikom samog savjetovanja tako i prilikom sprovođenja donijetih zaključaka u život.

Poslije iscrpnih i plodnih diskusija u kojima su učestvovali gotovo svi učesnici, doneseni su slijedeći zaključci:

1. Današnja teška energetska situacija je direktna posljedica

a) zakašnjenja u izgradnji velikih elektroenergetskih proizvodnih kapaciteta,

b) disproporcije u pogledu dosadašnje izgradnje hidroelektrana i termoelektrana, koja je bila na štetu termoelektrana, i

c) nenormalnog porasta konzuma zadnjih godina stimuliranog niskim cijenama električne energije.

Da bi se ubuduće osigurala jugoslavenska privreda sigurnom elektroenergetskom bazom s obzirom na karakteristiku jugoslavenskog hidropotencijala, potrebno je ostvariti razumniji odnos instaliranih snaga termoelektrana i hidroelektrana, te radi toga treba forsirati izgradnju velikih ekonomičnih termoelektrana.

2. Za izgradnju novih elektroenergetskih objekata logično je da tehnička rješenja i ostale uslove daje elektroprivreda kao najpozvanija za svoju oblast djelatnosti.

3. Preporučuje se da se u novim postrojenjima ugrađuje oprema jednoobrazne proizvodnje, da bi se izbjegle sve teškoće u eksploataciji i održavanju koje proizlaze iz ugradnje raznovrsne opreme u isti objekat.

4. U dosadašnjoj eksploataciji termoelektrana utvrđeno je da veći broj kotlovskih postrojenja i ugljena koji se u njima troše nisu međusobno usklađeni.

Skreće se pažnja investitorima i projektantskim organizacijama, da kod projektiranja i ugovoranja opreme za nove termoelektrane posvete putu pažnju ovome važnom problemu, prethodno detaljno analizirajući i vršeći sva moguća ispitivanja (laboratorijska i industrijska) ugljena, te prilagode kotlovska postrojenja ugljenu.

5. U cilju što veće proizvodnje električne energije u današnjoj teškoj situaciji preporučuje se da JUGEL preko odgovarajućih organa preuzme inicijativu za najracionalniju usklađenu preraspodjelu ugljena za potrebe termoelektrana.

6. Dosadašnja eksploatacija termoelektrana pokazuje da se kod projektiranja i izgradnje termoelektrana nije posvećivalo dovoljno pažnje kemijskoj pripremi dodatne i rashladne vode, što se kasnije odrazilo jako nepovoljno u eksploataciji.

Preporučuje se svim investitorima da naročitu pažnju posvete ovom problemu kod izgradnje novih velikih proizvodnih jedinica gdje su kriteriji za kvalitet dodatne vode mnogo stroži.

Pošto je ustanovljeno da postoji pomanjkanje kemijskog kadra, preporučuje se termoelektranama da stvore potrebne uslove za dolazak i opstanak ovog kadra u elektroprivredi.

7. Drozga i pepeo kao balastni nusprodukt u termoelektranama pričinjavaju značajnu stavku u troškovima transporta kao i problem uskladištenja. Do sada su elektroprivredna poduzeća izvršila mnoga ispitivanja o korisnoj upotrebi ovih materijala u građevinarstvu (laki agregati, beton, opeke itd.).

Preporučuje se da jugoslavenska i republičke zajednice preko Sekretarijata za industriju zainteresiraju poduzeća za proizvodnju građevinskog materijala za industrijsku upotrebu drozge i pepela. Potrebno je veću pažnju posvetiti rješavanju problema zagađenja vodotoka, naselja i atmosfere drozgom i pepelom.

8. Ukazuje se sve veća potreba za korištenje tehničkih minimuma kratkotrajnih obustavljanja pojedinih agregata i cijelih termoelektrana.

Potrebno je što prije izvršiti pripreme u svim termoelektranama za mogućnost dugotrajnog korištenja postrojenja pri tehničkom minimumu koji treba da bude što niži, kao i česte kratkotrajne obustave rada sa što kraćim vremenom ponovnog pokretanja i dovođenja do punog opterećenja.

Preporučuje se postojećim termoelektranama da izvrše što prije sva potrebna proučavanja u vezi s ovim pitanjem.

Preporučuje se svim investitorima da kod projektiranja i ugovaranja opreme za nove proizvodne jedinice vode naročitu brigu o navedenim pogonskim zahtjevima eksploatacije.

9. Kod eksploatacije termoelektrana posvetiti punu pažnju što ekonomičnijem korištenju postrojenja u svim vidovima.

10. Da bi se osiguralo snabdijevanje vlastite potrošnje u slučaju nestanka napona u mreži, potrebno je obratiti naročitu pažnju turbinskim regulatorima koji moraju biti sposobni da održe turbine u pogonu u svim područjima naglog rasterećenja.

Preporučuje se investitorima da kod ugovaranja tehničke opreme za nove termoelektrane o ovom uslovu vode naročito brigu, da bi se kasnije u eksploataciji mogao osigurati siguran rad.

11. Ustanovljeno je da je posljednjih godina došlo do više lomova turbinskih lopatica, što se pretpostalja da je posljedica snižene frekvencije. Budući da određena stručna komisija u JUGEL-u proučava ovaj problem, preporučuje se da ona po završetku dostavi rezultate rada svim termoelektranama.

Potrebno je da sve termoelektrane dostave ovoj komisiji svoja iskustva o ovom pitanju.

12. Preporučuje se svim termoelektranama da sistematski i periodično vrše kontrolu statorske i rotorske izolacije generatora korištenjem savremenih metoda da bi se izbjegle neželjene posljedice.

13. Konstatirano je da klimatske prilike imaju znatan utjecaj kako na projekat tako i na eksploataciju, te se preporučuje da se u svim postojećim termoelektranama uvede vođenje i racionalno korišćenje svih potrebnih statističkih klimatoloških podataka.

14. Eksploatacija termoelektrana je pokazala da je otvaranje turbine radi pregleda svake godine prema važećim tehničkim propisima suvišno. Dovoljno je jedno otvaranje svake treće godine ukoliko za to vrijeme na turbini nije primijećeno ništa nenormalno.

15. Problem izgradnje i eksploatacije nuklearnih termoelektrana zahtijeva sistematsku obuku odgovarajućeg kadra, te se preporučuje da takav kadar prije nego što bude poslan u ma koju nuklearnu termoelektranu provede dobar dio vremena na predobuci u klasičnim termoelektranama.

16. Preporučuje se JUGEL-u da prouči mogućnost upotrebe što manje vrste ulja s orijentacijom na ulja domaće proizvodnje u pogonima, naročito turbinskih i transformatorskih ulja.

17. Preporučuje se JUGEL-u da prouči mogućnost organiziranja specijalističkih remontnih grupa, predlažući Zajednicama i termoelektranama nekoliko varijanti.

18. Tehnički proces elektroprivrede zahtijeva centralizirano proučavanje pojedinih pogonskih problema, te se preporučuje formiranje odgovarajućih studijskih tijela koja bi se sistematski bavila proučavanjem problema i pružala pomoć poduzećima u vidu preporuka.

19. Savjetovanja o eksploataciji i održavanju termoelektrana Jugoslavije treba sazivati ubuduće svake druge godine — prema tematici problema koje će obrađivati. Drugo savjetovanje održat će se 1966. na teritoriju Elektroprivredne zajednice Bosne i Hercegovine, koja je predložila da bude domaćin ovog savjetovanja, a tematiku za izradu referata dostavit će JUGEL.

Učesnici savjetovanja iskoristili su ovu priliku za upoznavanje termoelektrane Kosovo i dnevni kop rudnika, kao i historijskih i prirodnih ljepota Kosova i Metohije.

L. J., dipl. ing.

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

Cijene električne energije u SR Njemačkoj

U SR Njemačkoj se raspravlja pitanje zaostajanja nivoa cijene električne energije za općim porastom cijena. Izravnanje se postiže stalnim unapređivanjem proizvodnih snaga elektroprivrede i snižavanjem troškova proizvodnje električne energije. S postignutim efektima povećanja produktivnosti elektroprivrede i sniženja troškova kompenzira se teret općeg porasta cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede. To međutim ne uspijeva na svim sektorima proizvodnje elektroprivrede pa se postavlja pitanje granice tih mogućnosti odnosno kraja ove utakmice između napora oko racionalizacije proizvodnje i općeg porasta cijena.

Na temelju analize Klaus-Dieter Fischera iz Kölna proizlazi da efekt unapređenja proizvodnih snaga elektroopskrbnih poduzeća SR Njemačke nije bio dov-

ljan za pokriće onog povećanja troškova proizvodnje koje je nastalo utjecajem općeg porasta cijena. Od ukupnih troškova elektroopskrbnih poduzeća SR Njemačke otpada 1/3 na proizvodnju i 2/3 na prijenos i raspodjelu električne energije.

Na sektoru proizvodnje 83 % otpada na troškove proizvodnje termoelektrana na kameni ugljen, 13 % na troškove hidroelektrana i 4 % na troškove ostalih elektrana. Prema tome, na visinu troškova proizvodnje utječu uglavnom termoelektrane na kameni ugljen. Osnovni elementi troškova ovih elektrana su troškovi energetskog goriva, troškovi kapitala i troškovi radne snage.

Povećanjem stupnja toplinskog iskorištavanja u razdoblju od 1950. do 1960. godine stalno je snizivan specifični utrošak topline po kWh. Usporedba prosječnog specifičnog utroška topline svih termoelektrana na ugljen za 1950. i 1960. godinu pokazuje da je tehnologija proizvodnje toliko unaprijeđena da bi se količinom ugljena utrošenom u 1950. moglo proizvesti 1960. godine 39 % više električne energije. Međutim cijene ugljena porasle su u istom razdoblju za 88 %.

Veličina specifičnih troškova investicija po obračunskim cijenama zavisi od veličine snage pogonskih jedinica i elektrana. Povećanjem njihove snage snizuju se specifični troškovi investicija a s tim u vezi i troškovi kapitala po kWh. Prosječna snaga blok jedinica iznosila je 1950. godine 22 MW a elektrana 98 MW. U 1960. povišena je prosječna snaga blok jedinica na 39 MW a elektrana na 166 MW. Povećanjem snage pogonskih jedinica i elektrana sniženi su specifični troškovi investicija u tolikoj mjeri, da bi se, uz pretpostavku konstantnih cijena elemenata investicija, moglo s istom veličinom kapitala iz 1950. godine izgraditi 25 % više snage u 1960. Međutim, cijene elemenata investicija porasle su u istom razdoblju za 50 %.

Povećanjem snage blok jedinica snizuje se i normativ radne snage. U 1960. godini jedan radnik poslužuje 50 % više snage postrojenja nego u 1950. Međutim, efekt sniženja troškova posade anuliran je povišenjem plaća radnika. Ove su u istom razdoblju porasle za 50 %.

Na sektoru električne mreže elektroprivrede SR Njemačke situacija je povoljnija pa mreža nosi glavni teret općeg porasta cijena. Napredak tehnike na tom sektoru nije analiziran po naponima ili funkcijama pojedinih dijelova mreže (prijenos, raspodjela) već globalno za mrežu u cjelini.

Povećanje učinka i ekonomičnosti električne mreže kao cjeline postignuto je pojednostavnjenjem strukture napona, prijelazom na više napone s većim kapacitetom prijenosa, novitetima kod izgradnje zračnih vodova i dr. Primjenom ovih mjera znatno je povećana proizvodnost kapitala električne mreže u toku promatranog vremenskog razdoblja od 1950. do 1960. Jedinica kapitala uložena u električnu mrežu ostvaruje 1960. godine — uz pretpostavku istog nivoa cijena — 70 % veću količinu predaje električne energije nego u 1950. godini. Ovim povišenjem stupnja tehničke funkcije električne mreže znatno su sniženi troškovi transporta električne energije po kilovatsatu. Budući da su cijene u vezi troškova izgradnje električne mreže porasle u tom razdoblju samo za 50 % preostali efekt sniženja troškova služi za pokriće gubitaka nastalih na sektoru elektrana.

Osim tereta općeg porasta cijena elemenata reprodukcije elektroprivrede treba pokriti i troškove izgradnje i eksploatacije rezervnih snaga. Poznato je da elektroenergetska postrojenja treba tako dimenzionirati da mogu pokriti maksimalno opterećenje potražnje. U godinama iza rata rezervne snage elektroprivrede SR Njemačke bile su nedovoljne kako na sektoru proizvodnje tako i na sektoru prijenosa i raspodjele električne energije. Uslijed toga često je dolazilo do smetnji i zastoja u isporuci električne energije. Kod nižeg stupnja sigurnosti isporuke nivo cijene električne energije je niži. Međutim, takva isporuka električne energije izaziva nepredviđene troškove kod potrošača industrije, naročito kod specijalnih velepotrošača o čemu elektroprivreda mora voditi računa.

(Prema: Klaus-Dieter Fischer, Köln — Elektrizitätswirtschaft 1/62.)

Da. Fe.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

DK 621.316.92
Grozozaščita vračšajuščihsja električeskih mašin
Zaštita od munja rotacionih električnih strojeva
V. V. Burgsdorf
Električestvo 84 (1964), br. 5, 1—6.

DK 621.316.9 : 621.319.4
Protection of Circuit with Series Capacitors
Zaštita krugova serijskim kondenzatorima
J. Berdy
AIEE Transactions 81 (1962), P. III, 929—935.

DK 621.316.93
Überspannungsschutz NGC 31
Prenaponska zaštita NGC 31
B. Lindgren
Ericsson Review 49 (1964), br. 1, 34—36

DK 621.316.993 : 621.317.73
Geoelektrische Messungen als Grundlage zur Projektierung von Erdungsanlagen
Geoelektrička mjerenja kao osnova za projektiranje uređaja za uzemljenje
G. Illner
Energietechnik 14 (1964), br. 4, 161—165.

DK 621.317.31.088.3
Zusätzliche Angaben bei Messungen des Stromnulldurchganges
Dodatni podaci kod mjerenja prolaza struje kroz nulu
A. Cassie
ETZ-A 85 (1964), br. 10. 312—316.

DK 621.317.7 001.6
Elektrische Präzisions-Messinstrumente

Električni precizni mjerni instrumenti
U. Kobbe
ETZ-A 85 (1964), br. 7, 213—219.

DK 628.931
Zur Berechung der Primärlichtstromverteilung von Leuchten
O proračunavanju primarne svjetlosne razdiobe kod svjetiljaka
H. J. Hentschel
Siemens Z. 38 (1964), br. 5, 380—386.

DK 621.792.8
Die Beurteilung von Preßverbindungen
Ocjena prešanih spojeva
B. Fritzsche
Bull. SEV 55 (1964), br. 8, 355—358.

DK 378.162.33 (43—2.6)
Zur Eröffnung des neuen Hochspannungsinstituts der Technischen Hochschule München
Otvaranje novog visokonaponskog instituta Tehničke visoke škole u Münchenu
H. Prinz
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 12, 416—422

DK 534.632
Schwingungsanalysen
Analiza titranja (oscilacije)
O. Jakubaschke
VDI—Z. 106 (964), br. 15, 635—640

DK 620.9
Die Energieträger in der Stromerzeugung der Zukunft
Nosioci energije u proizvodnji električne energije u budućnosti
K. H. Bund
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 13, 445—451

DK 620.9
Der Primärenergieverbrauch der Welt 1951—1961
Potrošnja primarne energije svijeta od 1951—1961.
S. Gehrecke
Praktische Energiekunde 12 (1964), br. 2, 35—38

DK 621.039.62.001.6
Nekotorye voprosy razvitija atomnoj energetiki
Neka pitanja razvoja atomske energetike
G. V. Ermakov
Teploenergetika 11 (1964), br. 6, 2—4

DK 621.221
Bedeutung der Wasserkräfte in Bayern
Značenje vodnih snaga u Bavarskoj
J. Frohnholzer
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 12, 394—401

DK 621.165.016.4
Überwachung des thermischen Verhaltens von Dampfturbinen
Kontrola toplinskog ponašanja parnih turbina
R. Ehrich
BWK 16 (1964, br. 6, 306—308

DK 621.165—531.6
Drehzahl—Leistungs—Regelung von Dampfturbinen mit elektrohydraulischen Reglern
Regulacija broja okretaja i snage parnih turbina s elektrohidrauličkim regulatorima
E. Andres
BBC Mitt. 51 (1964), br. 180—185

DK 621.165
Die Dampfturbogruppe in der elektrischen Netzregelung
Parna turbogrupa u regulaciji mreže
W. Frey
BBC Mitt. 51 (1964), br. 3, 167—179

DK 621.3
Električestvo — na službu seljskomu hozjajstvu
Električna energija u službi poljoprivrede
D. T. Komarov
Električestvo 94 (1964, br. 6, 1—6

DK 621.3.012.1:621.372.8
Das logaritmische Leitungsdiagramm
Logaritamski dijagram voda
O. Zinke
AEÜ 18 (1964), br. 6, 331—335

DK 621.3.016.25/.26
Blind- und Scheinlast in einphasig gespeisten Netzwerken
Jalovo i prividno opterećenje u jednofazno napajanim mrežama
M. Depenbrock
ETZ-A 85 (1964), br. 385—390

DK 621.3.025.3.004.64
Doppelfehler in elektrischen Dreiphasennetzen und deren Behandlung mit Gleichstromnetzmodellen
Dvostruki kvarovi u električnim trofaznim mrežama i njihova obrada na istoimenom analizatoru
R. Muckenhuber
E. u. M. 81 (1964), br. 10, 267—272

DK 621.3.064
Die Beherrschung erhöhter Kurzschlußleistungen an Speisepunkten von Mittelspannungsnetzen
Svladavanje povišenih snaga kratkog spoja u pojnim tačkama srednjenaponskih mreža
L. Müller
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 455—458

DK 621.3
Die Blindenergie beim Wechselstrom
Jalova energija kod izmjenične struje
E. Schindler
Bull. SEV (1964), br. 12, 597—601

DK 621.31 (42)
Expansion of the Generation and Transmision Systems
Razvoj proizvodnih i prijenosnih sistema
Electrical Review 174 (1964), br 25, 942—943

DK 621.311
Über die Energieversorgung chemischer Betriebe
O opskrbi kemijskih pogona energijom
O. Janisch
Siemens-Z. 38 (1964), br. 6, 457—463

DK 721.311 (433)
Die Elektrizitätswirtschaft in Bayern und ihre Probleme
Elektroprivreda Bavarske i njeni problemi
O. Schnedl
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 12, 386—393

DK 621.311.153.22
Spitzdecknung in elektrischen Netzen. Symposium der ECE in Venedig im Mai 1963.
Pokrivanje viškova u električnim mrežama. Simpozij ECE-a u Veneciji u maju 1963.
BWK 16 (1964), br. 6, 283—294.

DK 621.311.1.064
Die Entwicklung der Kurzschlußleistung großer Netze und das Problem des Leistungsschaltertausches
Razvoj snaga kratkog spoja velikih mreža i problem zamjene učinske sklopke
W. Erbacher
ÖZE 17 (1964), br. 6, 255—260

DK 621.311.1
The 400 kV Grid system for England and Wales
Sistem 400 kV za Englesku i Wales
Proc. IEE Power Record 3 (1964), lipanj, 810—822

DK 62131.22.001.1:621.181—77
Kesselmontage und Kraftwerksplanung
Montaža kotla i planiranje elektrana
O. Bürger
Energie 16 (1964), br. 6, 201—207

DK 621311.22—52
Automatisierung in Wärmekraftwerken
Automatizacija u termoelektranama
J. Cleve
BBC Mitt. 51 (1964), br. 3, 121—130

DK 621.311.22:621.311.21
Verbundbetrieb von thermischen und hydraulischen Kraftwerken unter Berücksichtigung ihrer Regelfähigkeit. Teil I: Wärmekraftwerke
Povezani pogon toplinskih i vodnih elektrana s obzirom na njihovu mogućnost regulacije. Dio prvi: Termoelektrane
M. Cuenod
BWK 16 (1964), br. 6, 277—283

DK 621.311.22 (430.316)
Das neune Kraftwerk Westfalen—Auslegung, Bau und Inbetriebsetzung
Nova elektrana Westfalen; projektiranje, gradnja i puštanje u pogon
H. Sack
BWK 16 (1964), br. 5, 219—227

DK 621.331.22
Zur Problematik des Bedienungsfaktors in Wärmekraftwerken
Problematika faktora posluživanja u termoelektranama
W. Heimann
Energietechnik 14 (1964), br. 6, 273—276

DK 6213112:621.182.6
Fragen der Heizkraftwirtschaft und Stadtheizung
Pitanja gospodarstva grijanja i grijanja gradova
E. Strempel
Energije 16 (1964). br. 5, 185—186

DK 621.311.2
Grundlastdeckung mit Gasturbinen in einem Entwicklungsland
Pokrivanje osnovnog opterećenja plinskim turbinama u zemlji u razvoju
N. Gašparović
BWK 16 (1964), br. 5, 230—234

DK 621.311.22
Heizsysteme in europäischen Städten
Sistemi grijanja u evropskim gradovima
J. Rosada
Heiz.—Lüft.—Haustechn. 15 (1964), br. 5, 159—165

DK 621.311.23:621.438:621.52
Automatisch arbeitende Gasturbinenanlagen
Automatizirana postrojenja plinskih turbina
H. Pfenninger
BBC Mitt. 51 (1964), br. 3, 131—144

DK 621.311.25:621039.577
Das Kernkraftwerk Gundremmingen der Kernkraftwerk RWE — Bayernwerk GmbH
Atomska elektrana Gundremmingen, poduzeća »Kernkraftwerk RWE — Bayernwerk GmbH«
K. Peuster
BWK 16 (1964), br. 5, 227—230

DK 621.311.4.004.1
Das Umspannwerk Puchberg des Oberösterreichischen Kraftwerke A G
Transformatorska stanica Puchberg poduzeća »Oberösterreischen Kraftwerke A G«
A Klimesch
ÖZE 17 (1964), br. 6, 251—255

DK 621.311.42 (463.14—14)
Das Umspannwerk Liesing der Wiener Stadtwerke—Elektrizitätswerke
Transformatorska stanica Liesing gradskih poduzeća u Beču
W. Lemmerer
E. u. M. 81 (1964), br. 12, 305—315

DK 621.314.21:66
Transformatoren in der chemischen Industrie
Transformatori u kemijskoj industriji
W. Heckmann
BBC Nachrich. 46 (1964), br. 6/7, 319—324

DK 621.314.212
O profilaktičeskih ispytanijah izoljacii transformatorov
O profilaktičnim ispitivanjima izolacije transformatora
V. V. Pučkovsj
Električeskie stancii 35 (1964), br. 36—38

Ivan Šimurina

Najveća hidroelektrana južne hemisfere. Južnoafrička Unija gradi na Mpamariver najveću hidroelektranu južne hemisfere s 8 agregata po 200 MW. Predviđa se da će izgradnja trajati oko dvije godine. Troškovi investicija procijenjeni su na 167,5 milijuna dolara.

Prva međunarodna izložba za energetiku. Na izložbenom prostoru Porte de Versailles u Parizu održana je od 16. maja do 2. jula 1964. Prva međunarodna izložba za energetiku. U okviru »Pariskih nedjelja tehnike 1964« izložbu su organizirali proizvođači ugljena, nafte, plina, električne i nuklearne energije.

Porast proizvodnje električne energije i ugljena u svijetu. Prema podacima OUN svjetska proizvodnja električne energije porasla je od 1958. do kraja 1962. za 48 %.

Vod 1100 kV istosmjerne struje. Bonnville Power Administration stavit će uskoro u pogon pokusni vod istosmjerne struje 1100 kV napona na potezu od 8 kilometara.

Plan razvoja elektroprivrede Sovjetskog Saveza u 1964. i 1965. U toku 1964. i 1965. Sovjeski Savez će izgraditi 12 većih termoelektrana i 62.000 kilometara visokonaponskih vodova. Osim toga, elektrificirat će se daljnjih 4333 kilometara željezničkih pruga.

Snaga elektrana elektroprivrednih poduzeća SAD u 1963. Elektroprivredna poduzeća SAD raspolagala su na kraju 1963. s elektranama snage od 209,6 GW odnosno za 5,8 % više nego prethodne godine. U toku 1963. izgrađeno je i stavljeno u pogon 129 raznih jedinica ukupne snage od 12,5 GW. Trinaest nuklearnih elektrana dalo je 954,4 MW.

Električno grijanje stanova u SAD. U SAD je 1963. bilo 1,500.000 električki grijanih stanova.

Konkurentnost nuklearnih elektrana. Direktor Bituminous Coal Research, Inc. Mr Garvey izjavio je da električna energija nuklearnih elektrana SAD nije — prema ocjeni Komisije za atomsku energiju — konkurentna električnoj energiji proizvedenoj iz čvrstih konvencionalnih goriva. Predviđanja prema kojima će nuklearne elektrane u skoroj budućnosti konkurirati konvencionalnim termoelektranama Garvey smatra pogrešnima jer se osnivaju na pretpostavci da će tehnologija ekstrakcije konvencionalnih čvrstih goriva i njihovog pretvaranja u električnu energiju ostati na sadašnjem stupnju razvoja.

Odnos izdataka za električnu energiju prema izdacima za duhan i piće u SR Njemačkoj. Prema statističkim podacima SR Njemačke za 1962. godinu prosječni mjesečni izdaci četveročlane radničke familije iznose:

za električnu energiju	11,74 DM ili 1,6 % ukupne potrošnje
za duhan	15,06 DM ili 2,0 % ukupne potrošnje
za alkoholna pića	23,59 DM ili 3,2 % ukupne potrošnje

Ako se izdaci za električnu energiju od 11,74 DM podijele s prosječnim mjesečnim potroškom električne energije po kućanstvu od 82 kWh dobije se prosječna cijena od 14,3 Pf/kWh. Ako se ukupna količina potroška električne energije svih kućanstava od 16.058 GWh valorizira s tom prosječnom cijenom po kWh dobije se ukupni izdatak kućanstva SR Njemačke za električnu energiju od 2,3 milijarde DM. Nasuprot tome za duhan je izdano 8,2 milijarde DM a za alkoholna pića 24 milijarde DM (od kojih samo za pivo 8,1 milijarda DM). Prema tome, izdaci za električnu energiju predstavljaju tek oko 70 % izdataka za duhan i alkoholna pića.

Dinamika strukture potrošnje električne energije u kućanstvima SAD. Prognoza potrošnje električne energije u kućanstvima SAD daje ovu dinamiku strukture u %:

	1960	1980	2000
Grijanje pristorija	58	48	41
Grijanje vode	12	15	18
Kuhanje	7	6	5
Rasvjeta	5	6	7
Klimatizacija	2	5	7
Ostalo	16	20	22
	100	100	100

Proizvodnja ugljena u Japanu. Japanske ekonomske iskoristive rezerve ugljena procijenjene su s oko 2 milijardu tona. Godišnja proizvodnja iznosi oko 60 milijuna tona. Perspektivna godišnja stopa rasta potrošnje energije ocijenjena je sa 7,8 %. U svrhu podmirenja rastućih energetskih potreba iz vlastitih resursa po konkurentnim cijenama Japan istražuje mogućnost rasplinjavanja ugljena u nekim rudnicima i transport ugljena cjevovodima.

Situacija ugljena na energetskom tržištu zapadne Evrope. Posljednjih nekoliko godina nafta kao ekonomičniji oblik energije sve više je potiskavala ugljen na energetskom tržištu zapadne Evrope. Međutim 1963 pojavio se nizozemski zemni plin kao novi konkurent ugljenu i nafti. Prva nalazišta nizozemskog zemnog plina pronađena su kod Gröningena i procijenjena s 400 km³, zatim nakon daljnjih istraživanja s 800 km³ i konačno, prema obavijesti časopisa »Handelsblatt« od veljače 1964., rezerve kod Gröningena procijenjene su s 1100 km³ odnosno s 1100 milijarda m³. Kalorijska vrijednost ovog zemnog plina iznosi 7500 kcal/m³. Osigurana eksploatacija zemnog plina u provinciji Gröningen jednaka je, po svojem energetskom potencijalu proizvodnji kamenog ugljena rurskog bazena u osmogodišnjem periodu. Pretpostavljalo se da bi zemno plina trebalo biti i na pojasu zapadno-frizijskih otočja sjeverno od nizozemske provincije Friesland pa su se tamo vršila istraživanja. Pretpostavka je bila dobra jer su nedavno pronađena nova nalazišta zemnog plina n

zapadno-frizijskom otoku Ameland sjeverno od kontinentalnog dijela provincije Friesland, koja su po svojim rezervama jednaka onima u provinciji Gröningen.

Ocjenjuje se da bi se nizozemski zemni plin mogao koristiti u SR Njemačkoj tek 1967. godine. Prema tome, nafta će u toku naredne tri godine i dalje potiskivati ugljen na energetskom tržištu SR Njemačke i ostalih država zapadne Evrope. Velike promjene strukture potrošnje primarne energije očekuju u SR Njemačkoj nakon 1970. godine kada će se razviti potrošnja nizozemskog plina a i nuklearne energije. Na temelju iskustava iz 1963. ocjenjuje se da će troškovi proizvodnje električne energije nuklearnih elektrana znatno pojeftiniti a njihova proizvodnja porasti.

Ugljen i energetska politika zapadne Evrope. E. F. Schurmacher, predstavnik Uprave za ugljen Velike Britanije (Coal Board) iz Londona, izjavio je marta 1963. u Stuttgartu da je održanje proizvodnje ugljenokopa najvažniji zadatak energetske politike zapadne Evrope narednih decenija. Nije racionalno zatvarati velike ugljenokope zbog konkurencije nafte, koja danas podmiruje 34 % ukupnih energetskih potreba, jer ni u narednom deceniju neće podmirivati više od 1/3 tih potreba.

Zajedničko energetsko tržište zapadne Evrope. Vrhovna uprava MONTANUNIJE (European Coal and Steel Community — Evropska zajednica ugljena i čelika osnovana 1951; članovi: Francuska, SR Njemačka, Italija, Belgija, Luksemburg i Nizozemska a kasnije i Velika Britanija no s nešto drukčijim obavezama) izradila je protokol o osnivanju zajedničkog energetskog tržišta. Protokol je preko radne grupe ENERGIJA upućen Savjetu ministara MONTANUNIJE.

Da. Fe.

NOVE KNJIGE I ČASOPISI

B. V. Smirnov, A. A. Il'in, *Peredača signalov po raspredelitel'nym električeskim setjam.* Gos. izd. teh. lit. USSR 1963, tvrdi uvez, 423 str., 159 slika.

S porastom elektrifikacije javlja se sve veća potreba i za automatizacijom tehnoloških procesa u industriji, na seoskim gospodarstvima, naftonosnim poljima, u rudnicima i slično. Zbog mnoštva porazbacanih objekata nužno je uvoditi i sredstva veze u svrhu teleupravljanja, telesignalizacije i telekontrole. Navedene veze mogu se ostvariti ne samo po posebnim vodovima za vezu ili putem radija, nego i na jeftiniji način po distribucionim električnim mrežama.

Iako su uslovi širenja VF-signala po linijama visokog napona (iznad 35 kV) već ranije dobro istraženi i upoznati, to se ipak ova iskustva nisu mogla direktno prenijeti i na distribucione mreže napona ispod 35 kV. Razlog leži u komplikacijama kod ovih posljednjih mreža, jer tu vladaju velike nejednolikosti. Ove su mreže vrlo raznolike po konstrukciji, pa na kratkim relacijama razni profili dovode do mijenjanja električnih parametara duž vodova, što izaziva refleksije i gubitke energije. Osim toga priključen je čitav niz raznih opterećenja, koja također mijenjaju parametre, a ujedno uzrokuju i masu smetnji. Zbog toga se posljednjih godina problem širenja VF-signala po distribucionim mrežama razrađuje donekle odvojeno od problema VF-veza po linijama višeg napona od 35 kV.

U gornjem djelu dugogodišnjih stručnjaka na tom polju, izložene su osnove teorije i proračuna širenja dispečerskih informacija po distribucionim mrežama napona 0,12—35 kV. U prvih je šest poglavlja opisana teoretska strana problema, parametri pojedinih vrsta linija, kao i usporedbe teoretskih i praktičnih rezultata ispitivanja. Sedmo poglavlje razrađuje izobličenja signala, nastala u navedenim mrežama, kao i način borbe protiv izobličenja. U osmom su opisane smetnje. Posljednja tri poglavlja opisuju analitičke metode računa, načine modeliranja kao i projektiranja visokofrekventnih kanala.

M. Vujnović

Ja. L. Byhovskij, *Osnovy teorii vysokočastotnoj svjezai po linijam elektroperedači.* Gosenergoizdat 1963., meki uvez, 184 str., mnoštvo slika, tablica i grafikona.

Ne gledajući na razvoj drugih sredstava veze, visokofrekventna veza po dalekovodima sve se više izvodi zbog svoje velike sigurnosti i ekonomičnosti. Po svom karakteru ova vrsta veze ima mnogo zajedničkih osobina s VF-vezom po telefonskim linijama. Međutim, pri korištenju dalekovoda u svrhe prednje informacije, neophodno je uzeti u obzir niz novih faktora, karakterističnih za takvu vrst trase (neophodno je uzeti u obzir utjecaj smetnji uslijed korone kao i uslijed frekvencije mreže 50 Hz, a treba i prilagoditi dalekovod za prijenos VF-vijesti i sl.).

U ovoj nevelikoj knjizi poznatog specijaliste u području VF-veza prikazani su navedeni problemi u obliku prvo teoretske obrade (prvo poglavlje o simetričnim linijama s više vodiča i četvrto o projektiranju VF-kanala), a zatim sa svrhom praktične primjene (drugo poglavlje o VF-parametrima dalekovoda, treće o načinima i elementima za priključivanje uređaja na vod i peto, posljednje, o impulsnom načinu kontrole ispravnosti dalekovoda).

Knjiga je naročito korisna, jer je puna praktičnih primjera, proračuna, grafičkih prikaza i tabelarnih podataka.

M. Vujnović

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE SVIBANJ I LIPANJ 1964.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru						Razmjena			Ukupno (5-9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. 1963.	101.170	74.661	847	14.269	102.017	88.930	60.906	4.567	— 9.617	246.803
8. 1963.	119.639	70.772	659	16.052	120.298	86.824	71.400	— 14.844	49	263.727
9. 1963.	193.928	37.457	966	16.734	194.894	54.191	46.169	— 57.806	17.365	254.813
10. 1963.	199.165	56.871	1.145	25.384	200.310	82.255	10.701	— 11.459	5.864	287.671
11. 1963.	112.658	61.789	967	21.261	113.625	83.050	80.705	2.345	— 5.264	274.461
12. 1963.	220.022	51.148	1.580	15.762	221.602	66.910	6.227	42.570	— 8.304	316.551
Ukupno 1963.	2,194.993	579.964	16.416	190.207	2,211.409	770.171	197.909	149.900	— 62.718	3.266.761
1. 1964.	196.057	65.926	1.220	13.278	197.277	79.204	— 48.376	92.259	— 140	320.224
2. 1964.	144.860	74.022	1.472	14.970	146.332	88.992	7.178	24.343	— 306	266.539
3. 1964.	212.955	58.396	2.236	17.598	215.191	75.994	— 17.846	26.199	— 4.249	295.289
4. 1964.	216.089	36.113	2.042	16.238	218.131	52.351	— 24.455	49.506	— 13.840	281.693
5. 1964.	188.812	41.432	1.265	16.688	190.077	58.100	17.377	10.986	413	276.953
6. 1964.	126.411	39.154	880	18.948	127.291	58.102	53.744	21.306	— 180	260.263
Ukupno 1 — 6. 1964.	1,085.184	315.043	9.115	97.720	1,094.299	412.743	— 12.378	224.599	— 18.302	1,700.961

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece svibanj i lipanj 1964.

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	78,9	9.500	4.938	51.203	214	108	94	16,0	8,7	—	—
		Gojak	48,0	12.125	2.968	76.142	86	28	69	33,7	8,5	—	—
		Ozalj	5,1	2.008	1.265	11.530	79	63	82	...	...	—	—
		Kraljevac	67,0	534	519	45.172	34	5	48	1,0	1,0	—	—
		Peruća	42,0	18.861	11.860	55.786	157	86	66	57,0	40,0	—	—
		Split	108,0	130.299	94.004	753.455	116	99	97	81,0	60,4	—	—
		Manojlovac	20,5	11.870	7.981	70.889	119	62	88	...	46,0	—	—
		Jaruga	5,5	3.615	2.876	21.007	93	76	91	...	...	—	—
	TE	Zagreb TO	64,0	20.568	21.784	182.668	134	108	133	38,4	42,3	3.361	3.420
		Zagreb	17,0	1.889	661	8.254	—	—	170	14,1	5,1	7.302	7.528
		Jertovec	36,0	13.035	9.405	83.090	265	104	118	44,2	38,2	4.367	4.580
		Vlaška	8,0	2.276	3.829	19.990	—	—	232	43,7	75,1	4.983	5.150
		Rijeka	7,2	3.656	3.377	18.115	—	—	410	...	...	...	...
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	4.156	3.709	17.101	186	249	182	32,0	29,6	...	...
		Sladorana, Županja	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. komb., Borovo	6,0	2.071	2.329	10.499	101	116	95	46,6	53,9	...	...
		Željezara, Sisak	5,5	3.404	2.805	18.680	98	83	121	83,5	71,0	...	...

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1963 = 100.
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje voda, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta.

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece svibanj i lipanj 1964.

Elementi energetske bilance	Svibanj		Lipanj		Od početka god.		Indeks 1963 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Svibanj	Lipanj	Od početka god.
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	224.621	71,6	161.424	56,2	1,364.917	69,3	123,0	88,3	92,0
Proizvodnja industrijskih elektrana	17.953	5,7	19.828	6,9	107.835	5,4	110,5	132,5	109,0
Ukupna proizvodnja na generatoru	242.574	77,3	181.252	63,1	1,472.752	74,7	122,2	92,0	93,5
Nabava el. en. od susjed. zajednica	71.209	22,7	102.835	36,0	433.228	25.1	76,7	113,5	118,2
Nabava el. en. iz inozemstva	—	—	2.587	0,9	3.233	0,2	—	—	—
Ukupno raspoloživa električna energija	313.783	100,0	286.674	100,0	1,969.213	100,0	107,8	99,8	99,5
Vlast. potr. elektrana u sistemu	5.438	1,7	5.166	1,8	42.156	2,5	154,0	110,3	123,0
Vl. potr. industrijskih elektrana	1.795	0,6	1.982	0,7	10.782	0,5	112,0	130,0	124,0
Ukupno raspolož. na pragu elek.	306.550	97,7	279.526	97,5	1,916.275	97,0	107,7	99,2	99,5
(Dobava industr. elektrana u sistemu)	...	...	...	...	...	...	...	...	...
(Prag elektrana u sistemu)	(290.857)	(92,7)	(259.580)	(90.5)	(1,805.042)	(91,3)	(107,5)	(97,0)	(97,0)
Gubici prijenosa u sistemu	14.355	4,5	13.184	4,5	106.338	5,3	87,3	76,5	87,0
Gubici razvoda u sistemu	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna predaja el. en. potrošačima	292.195	93,2	266.342	93,0	1,809.937	91,7	115,0	104,0	105,0
Od toga:									
Predano susjed. zajednicama	42.211	13,4	27.785	9,6	280.372	14,2	220,7	155,0	103,0
Predano inozemstvu	220	0,1	180	0,1	19.581	1,0	0,1	0,1	31,8
Industrijska vlastita opskrba	16.158	5,2	17.846	6,2	97,053	5,0	114,0	138,0	127,4
Potrošači u sistemu	233.606	74,5	220.531	77,1	1,412,931	71,5	115,2	107,5	110,0
Struktura potrošnje u sistemu = 100 % / Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Rasvjeta poslov. prostorija	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Rasvjeta društv. prostorija	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Motori i aparati	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Poljoprivredni motori	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Javna rasvjeta	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Preprodavaoci	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna potrošnja na malo	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Vodovod	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Gradska električna mreža	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna komunalna velepotrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ugljenokopi	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Tvornice cementa	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ostala velepotrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
kod elektrokemije	...	...	...	...	...	...	...	...	...
kod elektrometalurgije	...	...	...	...	...	...	...	...	...
kod ostalih	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna ostala velepotrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Karbid	15.918	5,1	15.106	5,1	62.429	3,1	133,0	118,0	101,5
Aluminij	9.311	2,9	9.118	3,5	64.776	3,3	56,5	52,7	66,7
Ostala elektrokemija	3.544	1,1	6.809	2,3	21.176	1,1	111,2	199,0	105,0
(Ukupno elektrokemija)	(28.773)	(9,1)	(31.033)	(10,9)	(148.381)	(7,5)	(90,5)	(99,7)	(83,0)
Ferolegure el. metalurgije	13.169	4,2	6.089	2,1	45.505	2,3	90,6	50,6	57,0
Elektrotoplina	2.494	0,8	2.579	0,8	15.125	0,7	67,5	66,5	71,4
Željeznička električ. vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Metalurgija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna specijalna velepotrošnja	44.436	14,1	39.701	13,8	209.011	10,5	83,0	(70,0)	68,7

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1964.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	5. 1964.	1.023	655	368	188	41	113	140	158	95	97	83	38	8	61	1
	6. 1964.	932	533	399	126	41	102	157	176	67	61	127	40	4	29	1
Indeks na bazi	5. 1963.	103	82	109	117	199	106	120	72	201	59	510	108	596	54	—
	6. 1963.	96	74	161	92	83	120	122	78	176	48	256	103	331	30	—

Proizvodnja ugljena za mjesece svibanj i lipanj 1964.
Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1963 = 100		
	Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša	61.720	65.310	390.360	88,6	92,8	91,3
Mrki						
Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen, Golubovec	4.500	4.750	29.296	80,3	89,4	88,5
Rudnik Pregrada	6.093	6.455	40.810	100,0	103,2	107,3
Ostali	5.351	5.377	35.233	124,0	114,3	123,2
Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	12.762	13.411	85.152	97,0	107,5	107,6
Dalmacija: Rudnik Siverić	7.746	7.839	47.089	82.3	89,6	89,6
Ostali	—	—	—	—	—	—
Ostala područja	1.870	1.653	13.492	77,6	57,9	74,4
Svega mrki	38.322	39.485	251.072	91,9	96,6	99,4
Lignit						
Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	28.039	27.479	177.947	96,4	93,2	93,8
Zagorski rudnici, Konjščina	9.764	9.867	62.580	89,8	90,2	89,0
Rudnik lignita Poljanica	4.870	4.787	28.909	82,5	88,4	85,8
Ostali	1.905	1.749	11.132	108,7	99,8	90,4
Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica	5.965	5.597	44.373	67,9	70,0	77,3
Ostali	5.381	5.699	33.482	113,7	148,3	124,1
Ostala područja	966	1.505	7.047	175,6	200,7	122,2
Svega lignita	56,890	56.683	365.470	92,2	94,2	92,3
Ukupno sve vrste ugljena	156.932	161.478	1,006.902	90,7	94,2	93,5

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1964.

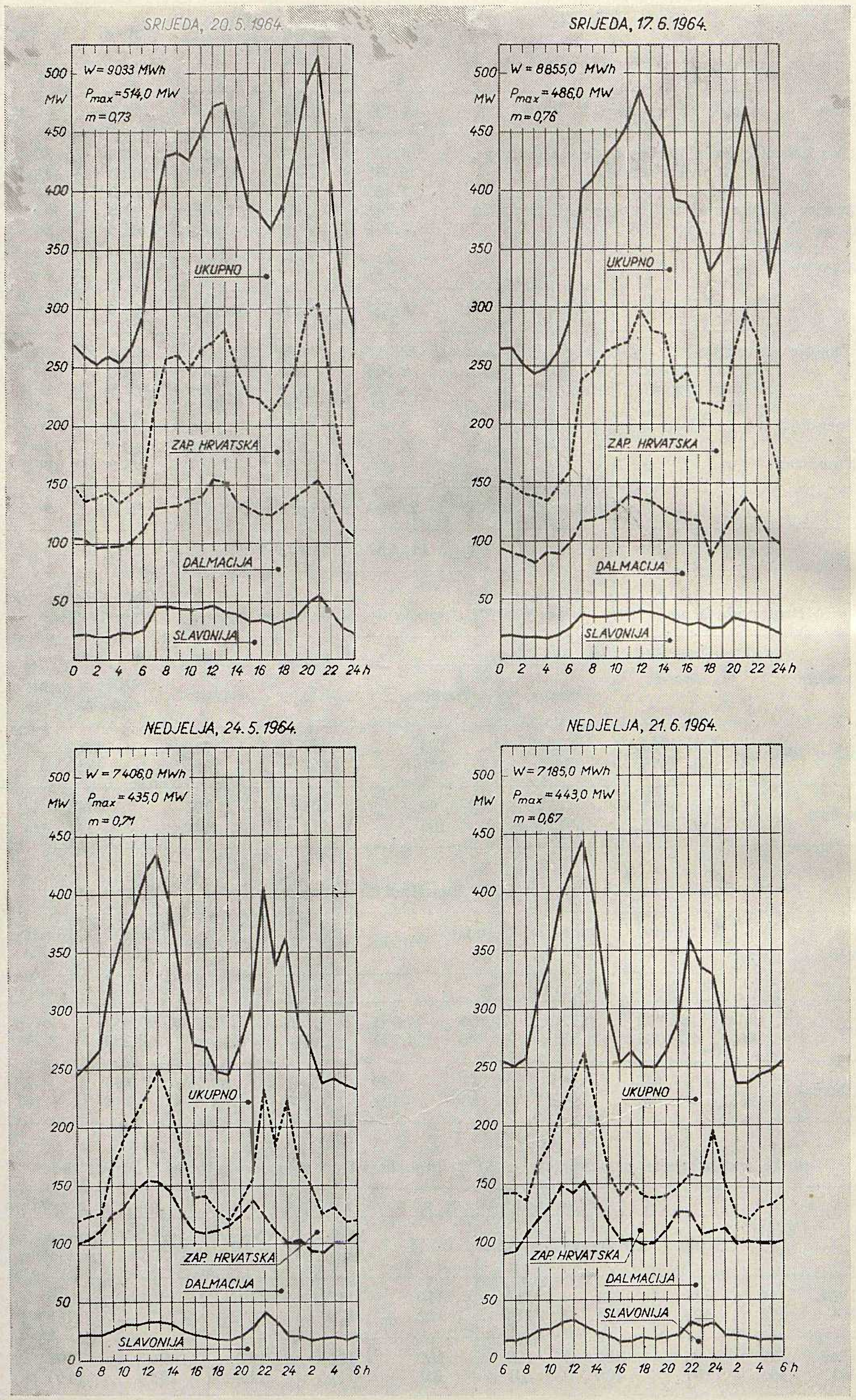
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	5. 1964.	2237	105	817	1316	1764	96
	6. 1964.	2443	110	868	1465	1912	91
Indeks na bazi	5. 1963.	107	99	105	106	105	99
	6. 1963.	111	106	111	112	112	98

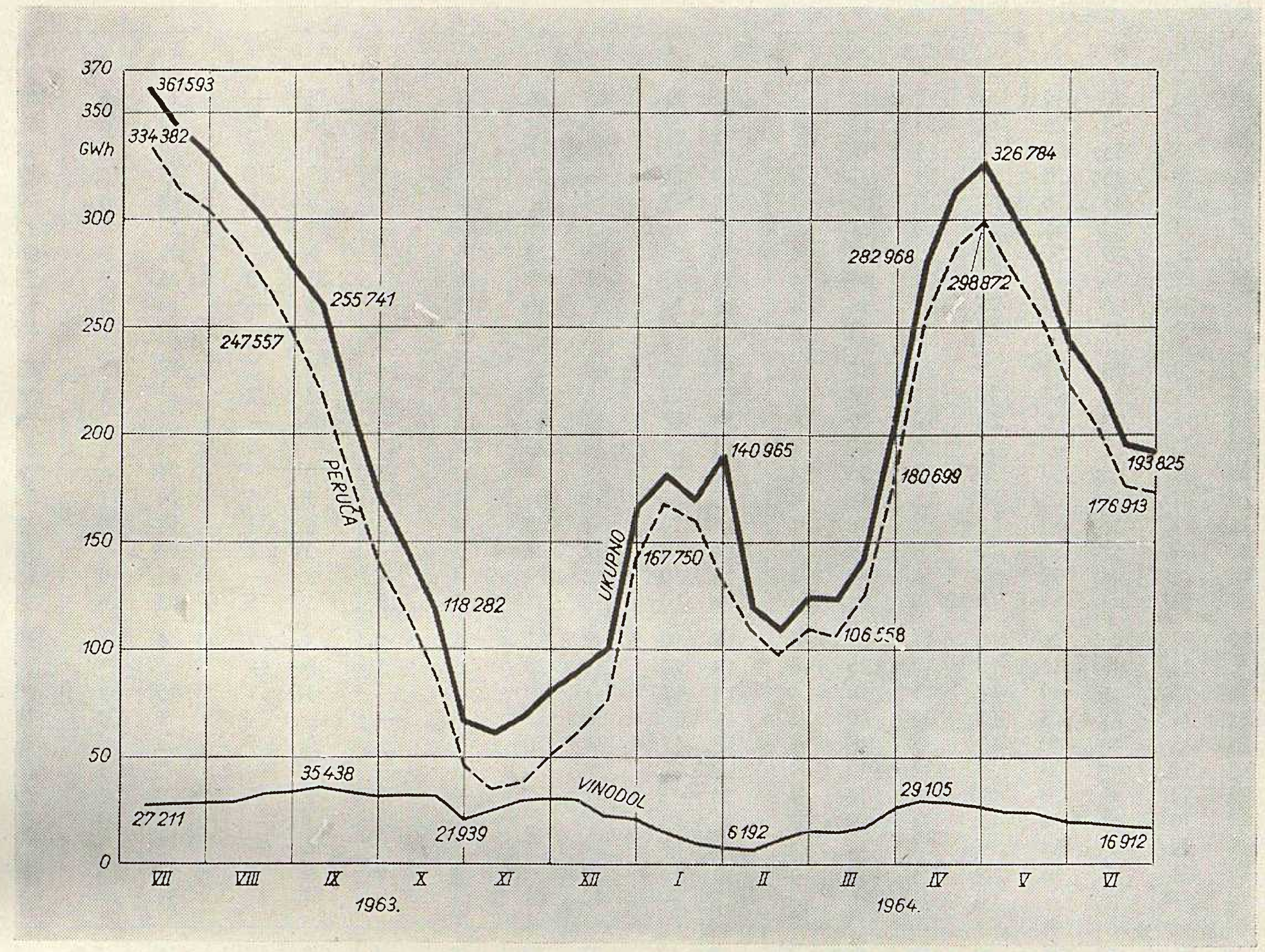
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1964.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	5. 1964.	154.922	20.520	172.659	27.055	1.557	7.912	59.437	7.418	49.657
	6. 1964.	158.066	21.521	193.740	34.733	1.044	8.361	69.253	8.908	54.598
Indeks na bazi	5. 1963.	107	101	127	99	143	88,5	126	78	148
	6. 1963.	108	172	120	121	77	103	114	102	130

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1964.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva	Materijal za raspodjelu	Potrošna roba
5. svibanj 1964.	114	118	111	111	116	117	110	118	116	110
6. lipanj 1964.	120	125	115	115	122	129	107	133	118	115
5. svibanj 1963.	99	96	100	100	100	102	109	96	102	97
6. lipanj 1963.	101	101	100	101	101	111	118	103	103	98


SRIJEDA, 20. 5. 1964.
W = 9033 MWh
P_{max} = 514,0 MW
m = 0,73
MW
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 h
SRIJEDA, 17. 6. 1964.
W = 8855,0 MWh
P_{max} = 486,0 MW
m = 0,76
MW
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 h
NEDJELJA, 24. 5. 1964.
W = 7406,0 MWh
P_{max} = 435,0 MW
m = 0,71
MW
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6 h
NEDJELJA, 21. 6. 1964.
W = 7185,0 MWh
P_{max} = 443,0 MW
m = 0,67
MW
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6 h



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece svibanj i lipanj 1964.

Bruto-potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1963.		I i VI mj. 1964. prema I i VI mjesecu 1963.		12 mjeseci 1963/64. prema 12 mjeseci 1963/62.	
	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj
Ukupno SRH	100	100	98,2	96,1	108,5	105,9	106,2	106,1	112,8	112,0
Direktni potrošači	16,7	18,7	133,6	106,3	86,6	86,3	72,6	75,2	103,1	99,2
Distribucija	72,3	73,9	91,6	98,1	109,9	114,8	112,1	112,5	111,2	111,4
Industrija	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Opća potrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Domaćinstva	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...,

Napomena. Podaci koji nedostaju nisu zbog tehničkih razloga mogli biti prikupljeni

Srednji dnevni protoci vode za mjesece svibanj (5) i lipanj (6) 1964. (m^3/sek)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežn.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz ak. Peruća Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u kor. Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
1.	36	26	20	45	34	17	46	4	22	21	48	36	14	—	25	—	30	15	47	67
2.	33	22	18	76	22	13	43	4	22	20	46	34	15	4	30	2	24	10	43	51
3.	39	23	35	60	19	11	52	4	20	20	45	32	14	4	16	2	19	8	43	43
4.	31	28	85	50	23	11	92	4	20	19	45	31	5	3	17	1	15	6	37	43
5.	31	23	85	70	24	10	100	4	20	18	46	31	30	7	35	3	18	4	39	28
6.	45	25	75	68	22	10	91	4	20	16	45	30	10	—	37	—	27	4	pr.[1]	28
7.	42	22	79	36	25	13	95	4	20	14	43	29	11	—	6	—	21	5	64	24
8.	37	18	76	47	25	11	95	4	20	12	41	29	25	3	15	2	16	3	53	63
9.	37	24	73	50	26	22	96	4	20	14	41	30	9	—	5	—	13	3	43	23
10.	31	22	37	55	28	16	53	4	19	14	41	29	16	—	6	—	13	1	43	18
11.	32	21	75	83	9	14	87	4	18	13	40	27	—	14	13	7	15	1	43	18
12.	23	19	78	83	22	12	86	4	17	12	36	26	11	4	6	2	11	1	28	17
13.	36	18	72	75	26	10	92	4	17	12	35	26	11	—	10	—	11	2	28	13
14.	32	22	71	43	23	10	89	4	16	11	35	25	—	21	—	8	7	1	27	15
15.	29	22	58	57	31	10	83	4	16	11	35	24	22	15	10	7	25	1	28	14
16.	25	27	49	73	15	16	64	4	15	10	33	24	4	10	2	6	26	1	72	41
17.	31	23	46	62	12	14	48	4	15	10	34	25	4	7	6	3	18	5	39	44
18.	32	22	67	83	12	9	77	4	14	11	32	27	5	—	2	2	12	5	37	30
19.	26	28	86	72	13	8	89	4	14	10	32	29	4	—	3	—	11	8	43	26
20.	27	23	81	53	19	9	94	4	14	10	32	31	7	10	3	5	13	5	29	23
21.	27	23	81	26	19	13	93	4	14	10	32	31	6	3	3	1	6	4	29	20
22.	26	21	86	41	18	10	100	4	14	10	31	30	3	3	3	—	5	3	31	18
23.	26	26	90	59	10	11	94	4	14	10	31	30	6	—	4	3	5	3	29	14
24.	24	31	68	43	14	22	80	4	13	10	31	31	—	—	—	—	5	5	29	15
25.	25	24	90	40	12	33	85	4	13	11	30	36	3	15	3	7	3	5	26	11
26.	33	39	105	33	8	33	100	4	13	12	30	. .	3	—	2	—	5	5	26	14
27.	26	32	85	26	18	27	100	4	20	13	32	. .	3	7	2	7	3	3	29	. .
28.	34	33	93	26	13	24	88	4	31	13	36	.	2	3	1	—	3	5	27	. .
29.	39	29	93	14	15	24	94	4	28	13	39	. .	7	—	6	—	3	3	17	. .
30.	27	26	39	16	39	24	82	4	25	13	39	. .	6	7	5	5	53	19	pr.[1]	. .
31.	24	—	17	—	10	—	16	—	22	—	40	—	3	—	4	—	31	—	„	. .
M. p.[2]	31	24,7	69	52	19	16	81	4	18	13	37	24	8	4	9	2,4	15	4,8	33	24

1 pr. = preljev; 2 M. p. = mjesečni prosjek

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53-822, kućni 452.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Brajnović*, tehnički direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb, ing. Boris *Markovčić*, glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. *Glavni i odgovorni urednik*: ing. Boris *Markovčić*. *Urednici rubrika*. Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati*, ing. Vladimir *Štengl*, ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević*. Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec*. Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač*. Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.

GOD. 13 (1964) energija BROJ 9 — 12

BILTEN ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE I INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

PROSLAVA DESETOGODIŠNJICE ZAJEDNICE ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE

Izvještaj glavnog direktora druga Miloša Damjanića

Prije deset godina, 1. jula 1954. osnovana je „Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske". Bacimo li retrospektivni pogled na tih deset godina života i rada Zajednice, možemo ustanoviti, da se elektroprivreda ove Republike vrlo razvila i da je u izgradnju novih postrojenja u ovih 10 godina investirano 8 i pol puta više nego u čitavom periodu od Oslobođenja do osnivanja ove Zajednice.

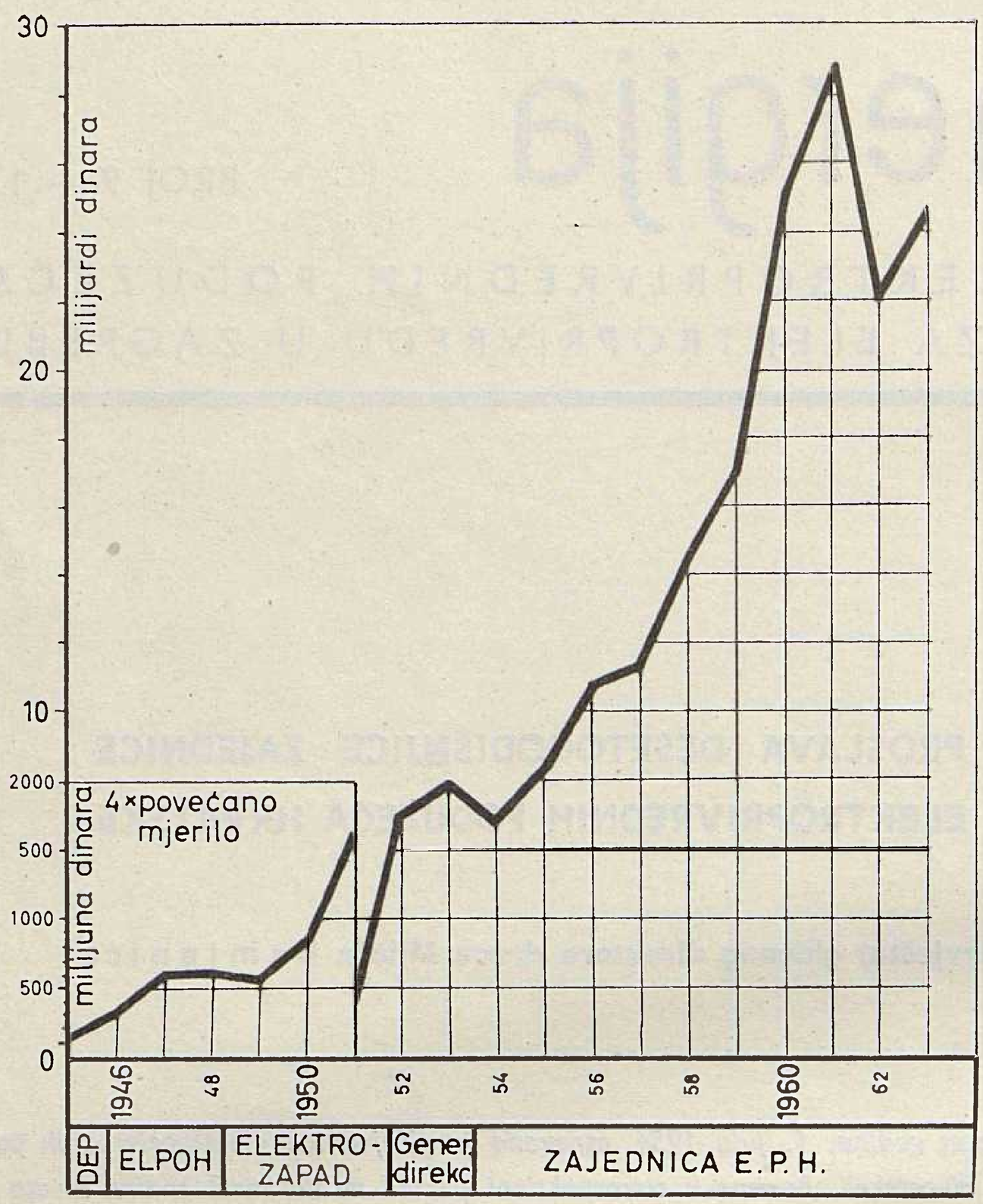
Kolikogod osjećamo izvjestan ponos zbog tih rezultata, ipak s tim razvojem ne možemo biti zadovoljni. Potrošnja električne energije naglo raste i elektroprivreda nije u stanju da tu potražnju zadovolji. Uz to dolaze i atmosferski problemi, koji nam baš ove godine čine mnogo neprilika. Izgradnjom naše privrede, zemlja je prešla iz nerazvijene u početke razvijene zemlje, pa je i potrošnja električne energije morala porasti brže od svjetskog prosjeka tj. od podvostručenja u 10 godina. Međutim, zemlja se još uvijek nalazi na niskom stupnju razvoja potrošnje električne energije po glavi stanovnika. Dok je prosjek ove potrošnje u srednjoj Evropi u godini 1963. oko 1750 kWh, ona iznosi u Jugoslaviji samo 625 kWh, a u SR Hrvatskoj 710 kWh godišnje po stanovniku. Trebat će još mnogo napora, žrtava i sredstava da se i u tom pogledu približimo evropskom prosjeku.

Historijski razvoj elektroprivredne organizacije

Ovom prilikom smatramo da je potrebno baciti kratak pogled na sve one organizacione forme od Oslobođenja ovamo, koje su dovele do sadašnjeg oblika elektroprivrednog djelovanja i omogućile veliki korak u izgradnji proizvodnih i prenosnih postrojenja u Hrvatskoj.

Odmah u maju 1945. bilo je naslijeđeno *»Državno električno poduzeće«* (DEP), koje je djelovalo uglavnom u užem sjeverozapadnom dijelu zemlje. No ubrzo, već 1. augusta 1945, osnovano je *»Električno poduzeće Hrvatske« (ELPOH)* koje je već djelovalo po kriterijima socijalističkih ekonomskih zasada i obuhvatilo u cijelosti sva električna postrojenja koja su se bavila proizvodnjom i prodajom električne energije. Poduzeće je djelovalo u teritorijalnim filijalama i obuhvaćalo svu elektroprivrednu djelatnost od proizvodnje do distribucije na neposredne potrošače. U Istri radila je organizacija *»ELPIRS«*. Nakon uređenja Zone B ušao je »Elpirs« u organizaciju ELPOH.

Stojeći pred krupnim zadacima planske elektrifikacije zemlje ubrzo se »Elpoh« pokazao kao glomazna organizacija, kojoj su oduzimali vrijeme i snage sitni distributivni problemi. Kako je 1. jula 1946. u Zagrebu osnovana *»Glavna uprava elektroprivrede Jugoslavije«* kao koordinacioni organ savezne izgradnje elektroprivrede, bila je — po logici — odvojena široka distribucija od izgrad-



Sl. 1. Investiranja u elektroprivredu 1945—1963.

nje bazičkih elektroprivrednih postrojenja. Tako je »Elpoh« prerastao u »*Elektrozapad*« (1. novembra 1946) sa sjedištem u Zagrebu, koje je poduzeće obuhvatilo sjevernu Hrvatsku i Sloveniju polazeći od principa elektroprivrednih bazena. Područje Dalmacije pripalo je »*Elektrocentru*« u Sarajevu.

Za uređenje republičke elektroprivrede (široke distribucije, tada odvojene od zadataka saveznog značaja), osnovana je 1. augusta 1947. »*Glavna direkcija elektroprivrede Hrvatske*« u Zagrebu.

U tadašnjem razvojnom stepenu centralizirana državna uprava zahtijevala je da se »*Glavna uprava elektroprivrede Jugoslavije*« prenese u Beograd radi bržeg i urednijeg odvijanja poslova. Glavna uprava preselila se 1. juna 1947. god., ali je već 1. septembra iste godine prerasla u »*Ministarstvo elektroprivrede*«.

Bazenska elektroprivredna poduzeća nisu mogla pokazati pravilan napredak, jer su se ostali organi uprave razvijali u granicama republika. Mješovite nadležnosti istih državnih organa iz dvije republike, nemogućnost republika da utječu na ekonomski napredak svojeg područja, katkada suprotni lokalistički interesi dviju republika glavni su razlozi ovih poteškoća.

Kad je u daljnjem stepenu razvoja došlo do rasformiranja Ministarstva elektroprivrede (31. januara 1949), bila su raspuštena i bazenska poduzeća. Poslove elektroprivrede u Hrvatskoj preuzela je novoosnovana »*Generalna direkcija za elektroprivredu i ekstraktivnu industriju*« u Zagrebu (1. februara 1949) koja je u svojoj nadležnosti obuhvatila poslove poduzeća saveznog značaja i koordinaciju distributivnih poduzeća.

Razvoj potrošača i energetskih postrojenja uvjetovao je, da se cijena energije koliko je moguće ujednači, a potrošnja racionalnije koristi. Stoga su poslovi između poduzeća, distribucije i direkcije tražili u toku razvoja poslovanja posebno tijelo, pa je 1. aprila 1952. osnovana »*Uprava elektroenergetskih sistema Generalne direkcije elektroprivrede*«. No uskoro, 1. augusta 1952, Generalna je direkcija likvidirana i osnovan »*Elektroprivredni sistem NR Hrvatske*«, koji je preuzeo poslovanje bivše Generalne direkcije. U okviru Jugoslavije osnovan je »*Savez jugoslavenske elektroprivrede*« godine 1953, koji je imao ulogu da koordinira rad energetskih sistema republika. Savez je djelovao na bazi dobrovoljnog udruživanja i donošenja suglasnih zaključaka po tehničkim i energetskim pitanjima.

Izgradnja novih elektroenergetskih objekata za proizvodnju i prijenos uvjetovana sve većom potražnjom električne energije sa strane industrije, kao i financiranje objekata u cijelosti iz saveznih sredstava navodilo je na to, da se pojača centralizacija upravljanja i administrativno rješenje pitanja cijene električne energije, raspodjele dohotka itd. Tako je došlo do organizacije »*Zajednica elektroprivrednih poduzeća*« u republikama 1. jula

1954. i *»Zajednice jugoslavenske elektroprivrede«* kao koordinacionog organa republičkih organizacija.

Međutim, financiranje objekata u cijelosti iz saveznih sredstava, jedinstvena cijena električne energije za cijelu zemlju, dovodila je do sve veće centralizacije i administrativnog rješavanja poslova u elektroprivredi. Tako je izrasla organizacija, kojoj danas posvećujemo ovu svečanost za desetogodišnjicu postojanja. Usprkos duhu »trajne reorganizacije« koji je stvarao poteškoća, ipak je radnicima naše organizacije uspjelo obaviti velike zadatke, a time omogućiti provođenje opsežnog plana izgradnje, kako se to vidi na slici 1.

No cilj elektroprivrednog djelovanja nije postignut samo izgradnjom postrojenja. Isto je tako važno i upravljanje izgrađenim postrojenjima, koje dolazi do izražaja u urednoj i sistematskoj pogonskoj službi. Tu se pojavljuju posebni, često i vrlo zakučasti problemi, koji kod izgradnje nisu bili poznati, a za njihovo su rješenje potrebni dobri i iskusni stručnjaci.

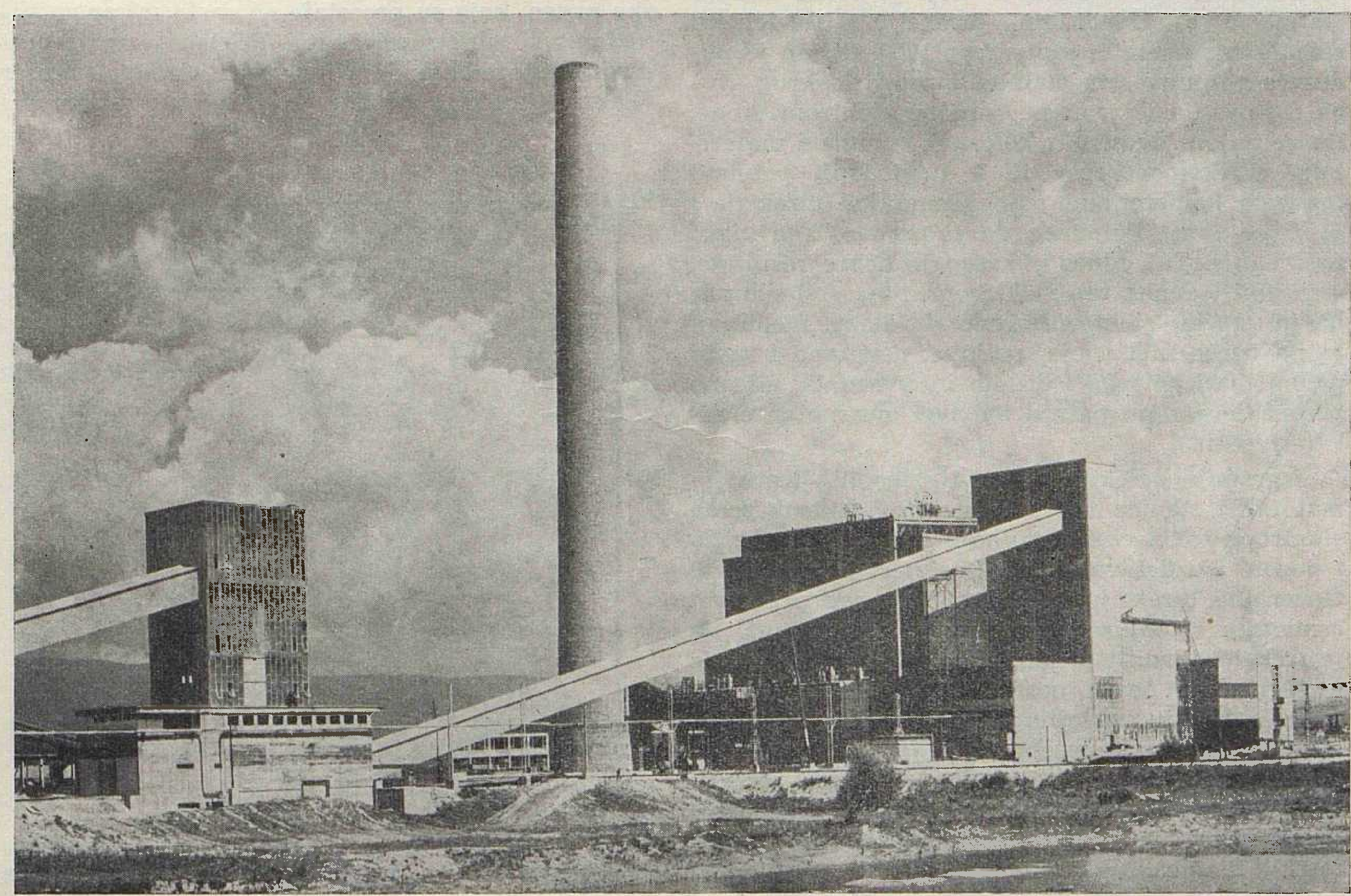
Tek ovako organizirana elektroprivreda može zadovoljiti zahtjeve privrede i široke potrošnje električne energije u svako doba i u dovoljnim količinama. Iako elektroprivreda u zemlji danas još ne može ispuniti uvjete zbog pomanjkanja kapaciteta, na pogonskoj službi leži veliki teret, da iz postojećih kapaciteta »izvuče« što više energije i stavi je na raspolaganje potrošačima.

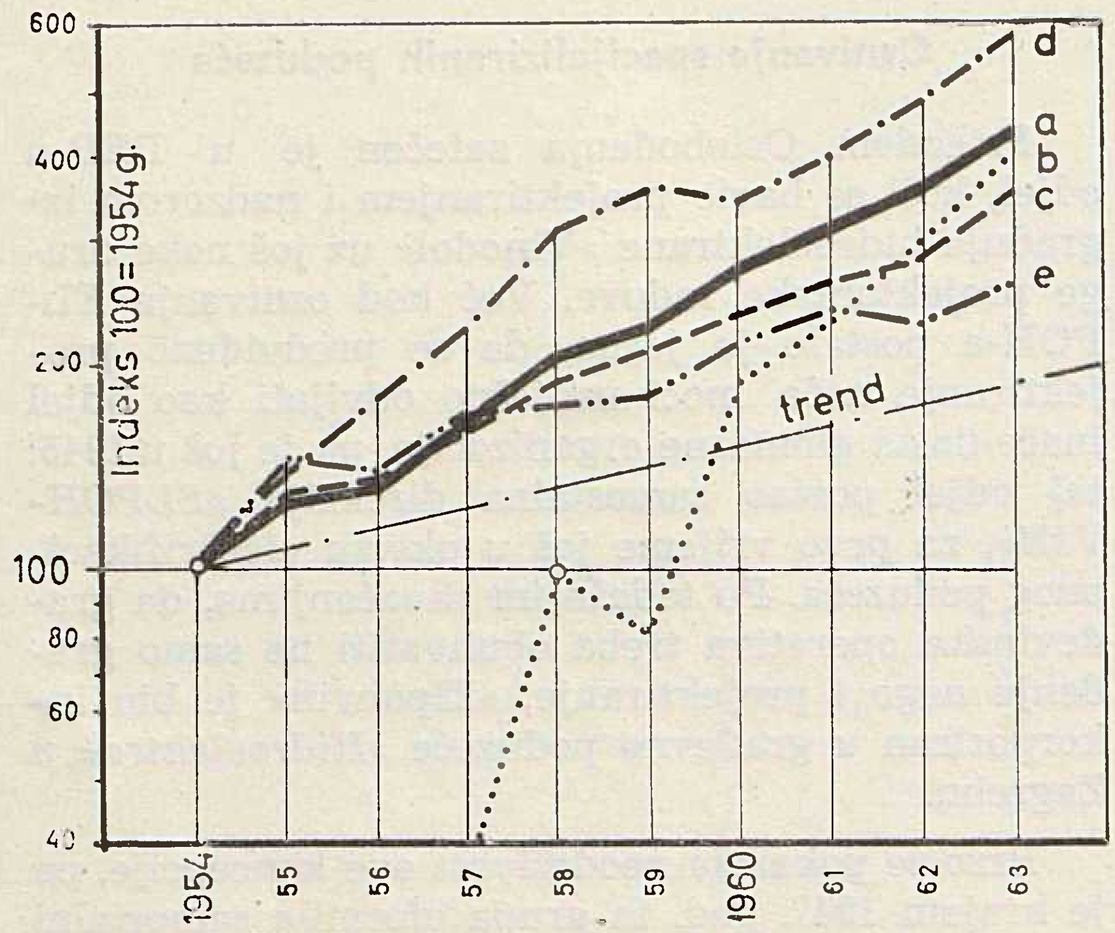
Osnivanje specijaliziranih poduzeća

Prigodom Oslobođenja zatečen je u DEP-u odjel, koji se bavio projektiranjem i nadzorom izgradnje hidroelektrane »Vinodol« uz još neke druge projektantske radove. Već kod osnivanja ELPOH-a postalo je jasno, da se predviđeno projektiranje neće moći uspješno odvijati kao odjel inače dosta glomazne organizacije, pa je još u 1945. taj odjel postao samostalna direkcija *»ELPOH-VIN«*, za prvo vrijeme još u okviru elektrifikacionog poduzeća. Po tadašnjim shvaćanjima, da građevinska operativa treba obuhvatiti ne samo građenje nego i projektiranje, »Elpohvin« je bio inkorporiran u građevno poduzeće *»Hidroelektra«* u Zagrebu.

Brzo se pokazala neodrživost ove koncepcije, pa je krajem 1947. god. ta grupa oformila samostalni *»Inženjersko-projektni zavod«*, koji nije imao direktne veze s elektroprivredom, nego je spadao neposredno pod Ministarstvo građevina. Porastom zahtjeva za izgradnjom novih velikih hidrokapaciteta prigodom osnutka Generalne direkcije za elektroprivredu i ekstraktivnu industriju, taj Zavod je postao samostalno poduzeće *»ELEKTROPROJEKT«* (12. marta 1949) i preuzeo cjelokupno projektiranje objekata elektroprivrede Hrvatske. Razvojem privrednih odnosa i radničkog upravljanja u poduzeću, »Elektroprojekt« je proširio svoju djelatnost i na ostale republike, a kasnije i na ino-

Sl. 2. Elektrana — toplana Zagreb II





Sl. 3. Indeks porasta potrošnje (1954 = 100)
a — ukupna prodaja; *b* — prodaja izvan SRH; *c* — prodaja u SRH; *d* — potrošnja domaćinstava; *e* — specijalna potrošnja; trend = linija podvostručenja potrošnje u 10 godina

zemstvo. I danas »Elektroprojekt« znatan dio svojeg radnog kapaciteta veže uz potrebe elektroprivrede Hrvatske.

Nabavu elektrotehničkog materijala vršili su iz početka nabavni odjeli poduzeća, a kasnije je to prešlo na komercijalne odjele novoosnovanih direkcija elektroprivrede (glavne i generalne). Odgovarajući tadašnjim odredbama o nabavi i prodaji materijala Generalna je direkcija izdvojila nabavku materijala i 1. aprila 1949. osnovala poduzeće »*ELEKTROOPSKRBU*« koje je vršilo nabave isključivo za Generalnu direkciju. Uvođenjem radničkih savjeta 1. septembra 1950. dobilo je poduzeće potpunu samostalnost i proširilo krug svoga djelovanja i izvan neposredne elektroprivrede. Da se ukloni dvostruki kolosijek u nabavi materijala, »Elektroopskrba« je 1. juna 1951. potpuno preuzela komercijalni odjel Generalne direkcije i proširila svoj djelokrug na inozemno trgovinsko poslovanje. Taj odnos pokazao je dobre rezultate, a postoji i danas, te »Elektroopskrba« vrši svu nabavnu službu elektroprivrede Hrvatske. Međutim, to poduzeće vrši svoje poslove nevezano i može podmirivati potrebe i drugih interesenata, ali ono posvećuje glavnu pažnju nabavci opreme za elektroprivredu.

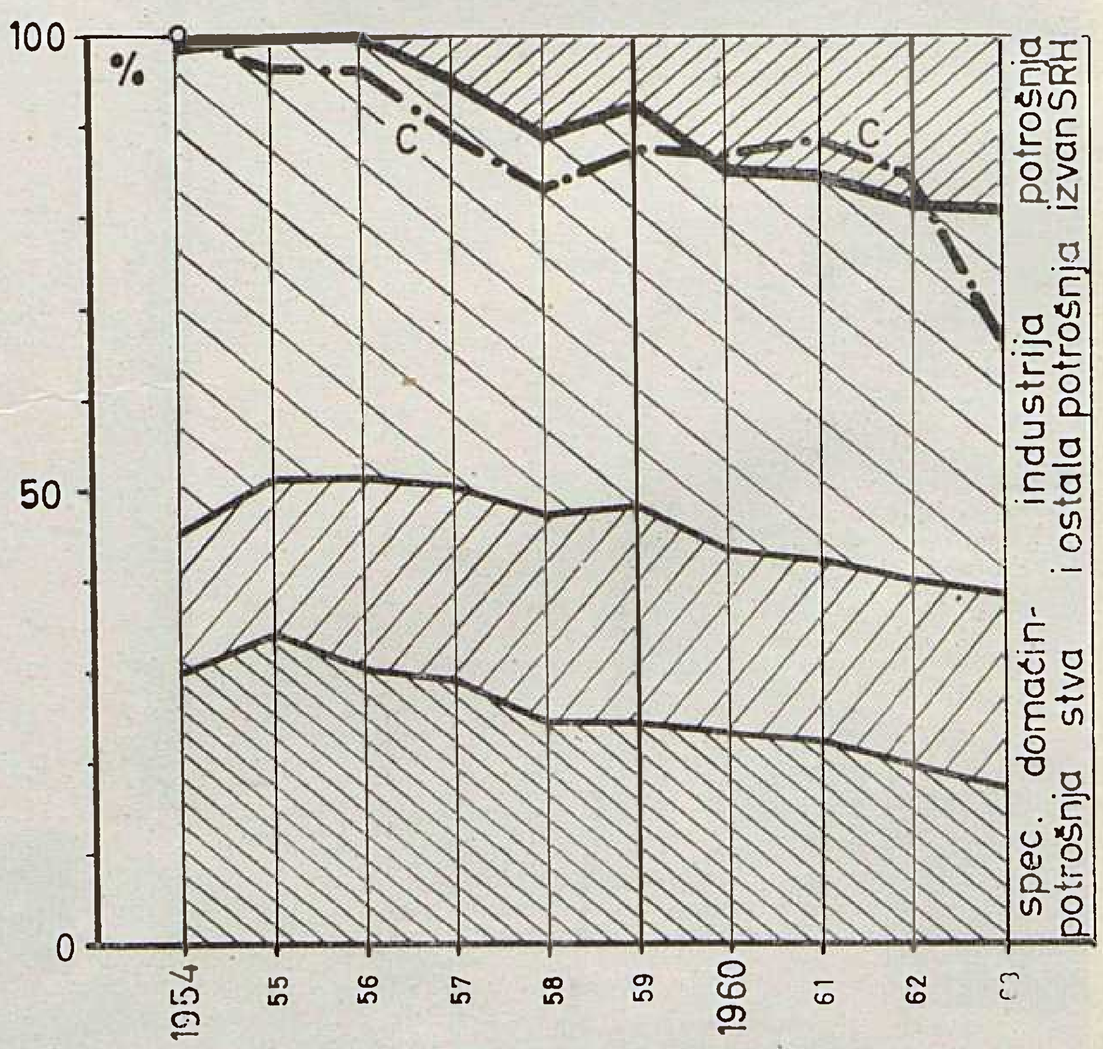
Izgradnju dalekih vodova i pripadnih transformatorskih stanica vršila je u prvo vrijeme sama elektroprivreda osobljem, koje je istodobno vršilo i pogon i uzdržavanje na postojećim uređajima. Generalna direkcija raspolagala je već pri svom osnivanju s tolikim pogonskim postrojenjima, da je trebalo odvojiti pogonsku službu i uzdržavanje od izgradnje novih postrojenja, pa je 1. aprila 1949. izgradnju izdvojila iz svoje neposredne djelatnosti i osnovala posebno specijalizirano poduzeće »*DALEKOVOD*« sa zadatkom, da vrši projektiranje i izgradnju prenosnih uređaja tj. dalekovoda najvišeg napona i odgovarajućih transformatorskih stanica.

Izgradnja novih izvora energije, a to su hidroelektrane i termoelektrane, traje po nekoliko godina pa se za gradnje osnivaju za svaki objekt posebna poduzeća »investitori«, koja vode brigu o izgradnji svog objekta i koja se po dovršenoj izgradnji i stavljanju u pogon rasformiraju. Konačno je još trebalo riješiti i pitanje montaže velikih objekata.

Prilikom izgradnje termoelektrane Jertovec izdvojile su Termoelektrane Zagreb (u augustu 1951) veću grupu sposobnih stručnjaka koja je montirala novu elektranu u Konjščini. Da se dragocjena iskustva tih stručnjaka ne bi izgubila, formirano je od njih 1955. godine montažno poduzeće »*BRAĆA KAVURIĆ*« sa sjedištem u Zagrebu. Poduzeće je u daljnjem svom razvoju preuzelo projektiranja i izradu strojarske i električne opreme i tako se osposobilo za velike zadatke u izgradnji elektroprivrednih i industrijskih postrojenja.

Porastom elektroprivrede pojavili su se naskoro problemi operativne naravi, a odmah zatim i problemi izgradnje novih velikih postrojenja određenih da pokrivaju sve veću potražnju, kojoj postojeća postrojenja nisu više bila dorasla. Rješavanje te problematike stihijski i pojedinačno išlo je na uštrb serioznog studijskog pristupanja problemima, pa je Energetsko odjeljenje Glavne direkcije elektroprivrede preuzelo, povrh svog redovnog rada, i rješavanje novih problema.

Međutim, takvo rješenje nije moglo zadovoljiti, pa je Glavna direkcija početkom 1952. osnovala »Studijsko odjeljenje«, u koje su ušli saradnici iz Energetskog odjeljenja i još dvije studijske grupe, koje su preostale od rasformiranog Ministarstva elektroprivrede. Preuska povezanost studijskog rada s dnevnim prakticizmom unutar Glavne direkcije tražila je odvajanje naučnog i



Sl. 4. Udio nekih grupa potrošača u ukupnoj prodaji
C = kretanje indeksa prosječne cijene prodaje (1954 = 100)

studijskog rada u samostalnu ustanovu, koja će biti u stanju da koncentrirano i planski obrađuje postavljene zadatke i vrši istražne radove. Zaključkom sjednice Gradskog Vijeća u Zagrebu od 29. maja 1953. formiran je stoga »*INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU*« sa zadatkom, da se bavi studijskim i naučnim radom, uglavnom iz oblasti elektroprivrede i energetike uopće.

Razvoj elektroprivredne djelatnosti u desetgodištu 1954 — 1964.

Osnovne karakteristike stanja elektroprivrede Hrvatske u godini 1954. bile su: nizak nivo proizvodnje i potrošnje električne energije, izolirani rad pojedinih užih energetskih područja, te nezadovoljavajuće tehničko stanje proizvodnih i distributivnih postrojenja. Iako je već tada postojalo organizaciono jedinstvo elektroprivrede, na području Hrvatske postojala su četiri međusobno izolirana energetska sistema i to: sjeverozapadna Hrvatska, Dalmacija, Slavonija te područje Dubrovnika.

Ukupno raspoloživa električna energija za cijelo područje iznosila je 1.082 GWh, a vlastita proizvodnja bila je 810 GWh. Razlika od 272 GWh (uključivši gubitke u prijenosu) nabavljena je iz susjednih energetskih područja pretežno iz SR Slovenije.

Razvoj potrošnje rastao je bržim tempom od porasta proizvodnje i moguće nabave električne energije, tako da su u 1954. bila provedena ograničenja potrošnje od 134 GWh ili 16,5% od ukupno ostvarene potrošnje u spomenutoj godini. Navedeno stanje definiralo je i osnovne probleme, koje je bilo potrebno rješavati u narednim vremenskom periodu radi osiguranja bržeg porasta potrošnje i to:

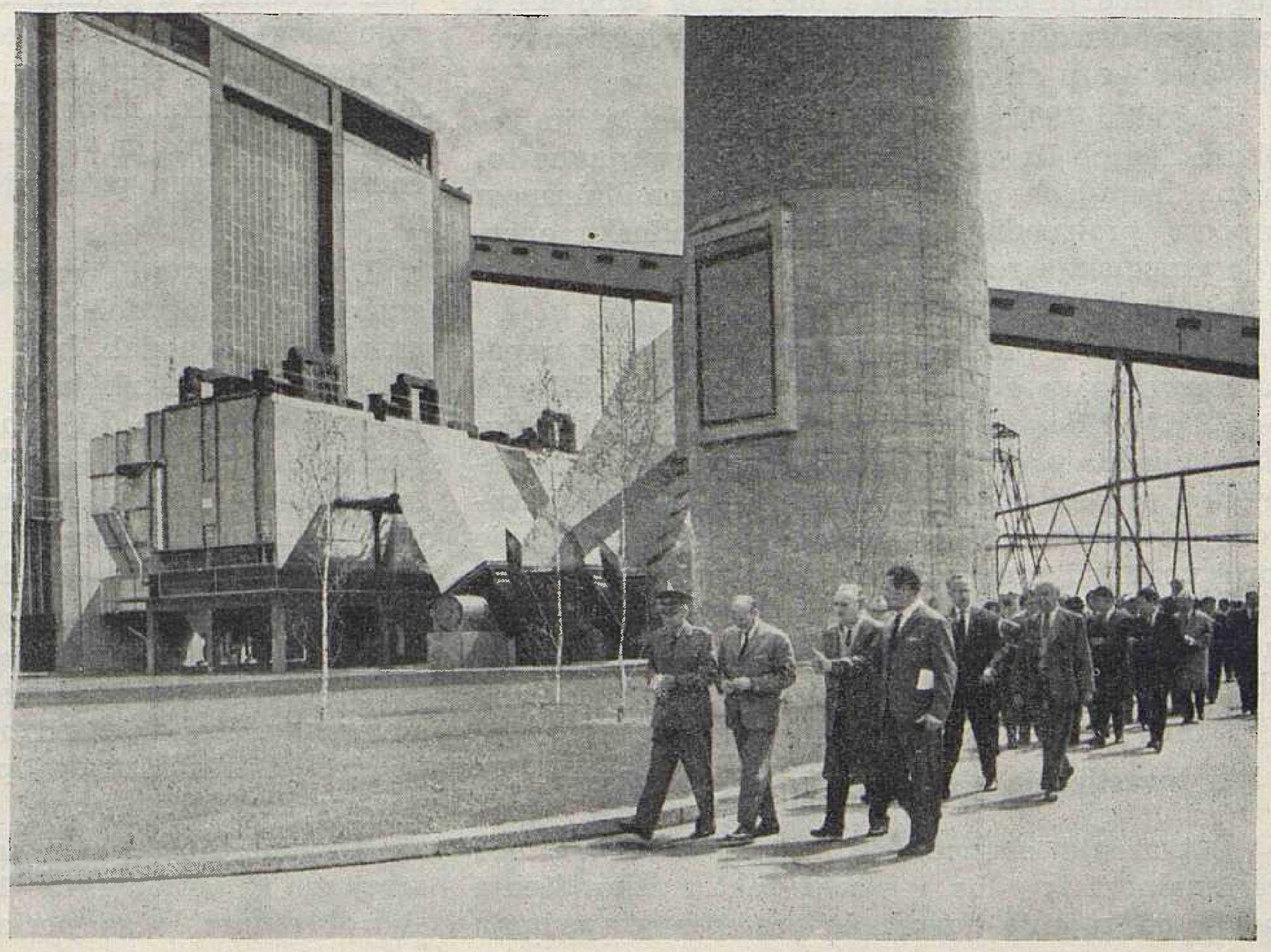
- izgradnja prenosne mreže 110 kV i međusobno povezivanje izoliranih energetskih područja;
- izgradnja novih i rekonstrukcija starih proizvodnih kapaciteta;
- izgradnja nove i rekonstrukcija postojeće distributivne mreže.

Razvoj proizvodnje i potrošnje električne energije u periodu od 1954. do zaključno 1963. može se razabrati iz ovih podataka

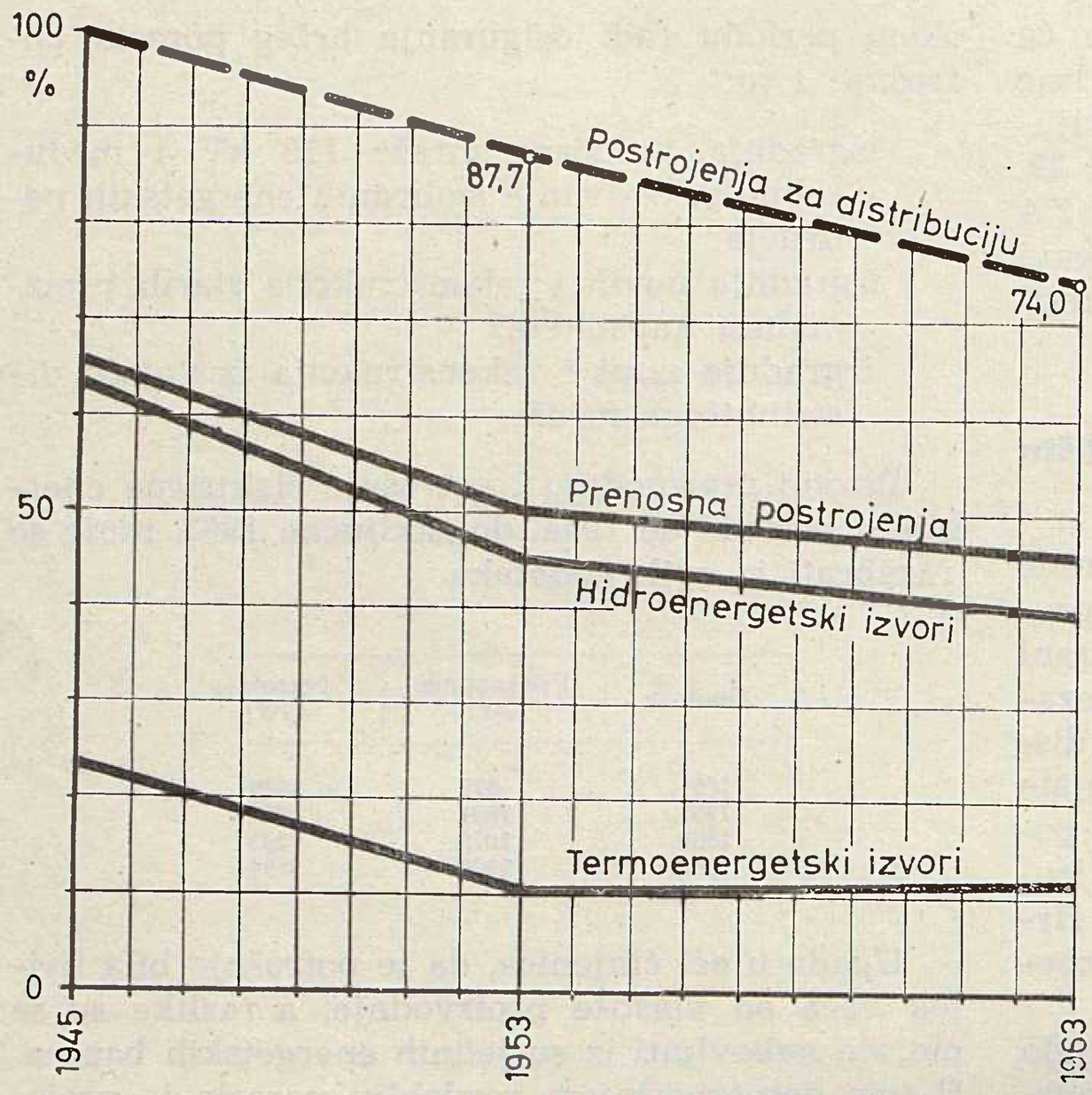
Godina	Proizvodnja GWh	Potrošnja GWh
1954.	810	1020
1957.	1074	1654
1960.	1672	2293
1963.	3004	3294

Upada u oči činjenica, da je potrošnja bila uvijek veća od vlastite proizvodnje, a razlike su se morale nabavljati iz susjednih energetskih bazena. U tom desetgodišnjem razdoblju porasla je proizvodnja 3,7 puta, a potrošnja 3,2 puta.

Da bi se omogućio brži razvoj potrošnje električne energije, bilo je neophodno da se hitno izgrade novi veliki proizvodni i prenosni kapaciteti. Tako je 1955. stavljena u pogon mreža 110 kV u Dalmaciji i ostvarena veza ovog bazena s bazenom Bosne. Slijedeće godine povezano je područje Slavonije s bazenom u Bosni, a 1957. izgrađen je dvostruki dalekovod 110 kV Jajce—Zagreb. Od novih hidroelektrana stavljen je u pogon »Gojak« (1959) i »Peruća« (1956).



Sl. 5. Svečano puštanje u pogon Toplane Zagreb II



Sl 6. Opadanje specifičnih investicija za potrošno područje SR Hrvatske

No svakako je najznačajnije u tom razdoblju stavljanje u pogon hidroelektrane »Split« (1961). Proizvodnja te elektrane u 1962. godini iznosila je 1128 GWh ili 54% ukupne proizvodnje u SR Hrvatskoj. Za prijenos te velike količine energije izgrađen je dalekovod 220 kV Split — Mraclin (Zagreb) i stavljen u pogon u februaru 1962. Tim je bio Split najkraćim putem povezan s jakim konzumnim područjem u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Izgradnjom ovih prenosnih uređaja ostvaren je jedinstveni energetski sistem. Prednosti ovakovog sistema evidentne su i one su se očitovale u smanjenju troškova proizvodnje i povećanju rezerve snage u sistemu.

U godini 1962. stavljena je u eksploataciju Toplana Zagreb II; ova je elektrana i prva javna toplana izgrađena u zemlji. Ona u kombiniranom procesu proizvodnje električne i toplinske energije omogućuje racionalno trošenje goriva, i to u području koje na njemu oskudijeva.

S razvojem proizvodnje i mreže visokog napona razvijala se elektroenergetska *DISPEČERSKA SLUŽBA*. I dok je kod izoliranih energetskih područja radila područna dispečerska služba, stavljanjem u pogon voda Jajce—Zagreb (9. II 1957) ostvarene su mogućnosti, da energetsko iskorištenje proizvodnih i prenosnih objekata na području cijele Hrvatske vodi dispečerski centar u Zagrebu u saradnji i koordinaciji sa saveznom dispečerskom službom.

Investiranja u elektroprivredu Hrvatske

Ostvarenje ekonomičnijih projekata, rastuća racionalnost izvedbe i visoki faktor iskorišćenja novih postrojenja dovodi do postepenog opadanja *specifičnih investicija* postrojenja poticanih i namijenjenih sve većoj potrošnji u SR Hrvatskoj danas.

Usporedba visine narodnog dohotka s investiranjem i vrijednošću elektroenergetskih postrojenja izvedena je na bazi cijena 1956, zadržavajući postrojenja, puštena u pogon u razdoblju 1957—1963, na cijenama izvedbe.

Uzmu li se specifične investicije za energiju, prodanu 1945. kao indeksna baza (= 100) tada se one za odnose u godini 1953. snizuju za 87,7 radi pojačanog iskorištenja starih postrojenja. Tokom desetogodišnjeg razdoblja 1954—1963. izgrađeni su novi ekonomični izvori. Intenzitet pogona uslijed toga raste tako, da se specifične investicije za energiju predanu potrošnji od 1963. dalje snizuju na 74,0.

Da bi se utvrdio odnos između ulaganja i rastućeg narodnog dohotka, projicirana su ulaganja na narodni dohodak, koji se ostvario na području SR Hrvatske. Izlazi, da je u razdoblju 1945—1953. ulagano prosječno 2,1% narodnog dohotka godišnje, u rasponu od 1,4—3,4%. Ova ulaganja bila su nenormalno niska. U razdoblju 1954.—1963. ulaganja su normalna, te su prosječno iznosila 3,2% godišnje, u rasponu od 2,0—4,4%.

Postrojenja puštena u pogon u razdoblju 1954—1963. predstavljaju 65% od ukupne vrijednosti postrojenja, koja su danas u pogonu na području Republike. Ova nova postrojenja prevladavaju pri zadovoljenju višestruko porasle potrošnje iz izvora u Republici.

Ukupno, *investiranja* u elektroenergetska postrojenja za period 1945—1953. iznosila su 19,8 milijardi dinara, a za period 1954—1963. ukupno

169,8 milijarda dinara ili 8,6 puta više. Razdioba tih investicionih sredstava na pojedine godine može se vidjeti na tablici 1.

Prikaz izgradnje objekata

Tablica 1

Naziv	Jedinica mjere	Stanje 1963.	Indeks 1953=100	Indeks 1945=100
Proizvodnja u SRH (na generatoru)	GWh	3004	420	1756
Nabava iz drugih republika (saldo)	GWh	290	137	266
Predano u mrežu	GWh	3294	355	1176
Instalirana snaga				
u hidroelektranama	MW	486	328	523
u termoelektranama	MW	184	169	219
ukupno	MW	670	260	378
Dalekovodi 220 kV	km	512	—	—
110 kV	km	1548	327	—
30 – 50 kV	km	2784	238	565
3 – 20 kV	km	11389	294	674
Transformatorske stanice				
220 kV	kom	2	—	—
220 kV, instalirana snaga	MVA	250	—	—
110 kV	kom	26	520	—
110 kV, instalirana snaga	MVA	1086	548	—
30 – 50 kV	kom	186	344	744
3 – 20 kV	kom	5883	272	594
razvodna mreža	km	26291	278	601
Elektrificirana naselja	broj	5250	247	588
	%*	78	—	—
Elektrificirana domaćinstva	broj u 10^3	933	204	343
	%*	80	—	—

* Postoci se odnose na ukupan broj naselja i domaćinstava u SR Hrvatskoj.

Sedmogodišnji plan elektroprivrede

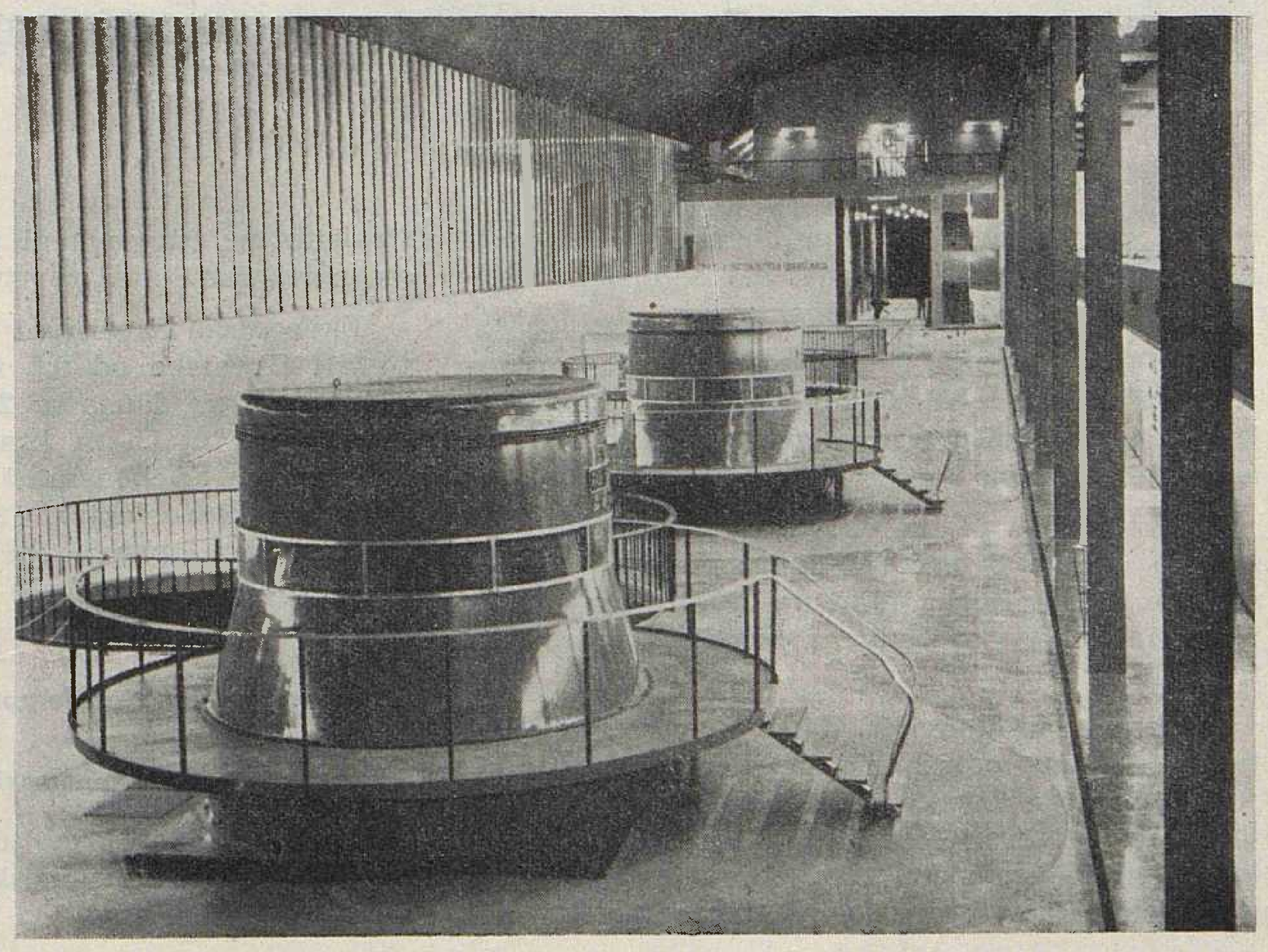
Potražnja električne energije naglo se razvija i izgradnja izvora energije u Republici neće moći zadovoljavati potrebe energije u okviru sedmogodišnjeg plana, nego će i u tom periodu biti potreban uvoz električne energije iz susjednih područja u većem ili manjem opsegu, kako se to može razabrati na prikazanim dijagramima.

Predviđa se, da će 1970. biti potrebno predati potrošačima iz javne mreže preko 7,3 milijarde kilovatsati; od toga širokoj potrošnji i velepotrošačima svakom po 2,4, ostaloj industriji 2,0, a prometu i poljoprivredi 0,5 milijarda kWh. Ukoliko godina bude sušna, predviđa se mogućnost reduciranja velepotrošnje za 160 GWh. Izvoz električne energije zadržan je u planu u minimalnoj visini ostvarenoj 1963; on će ostati neznatan radi visokih vlastitih potreba.

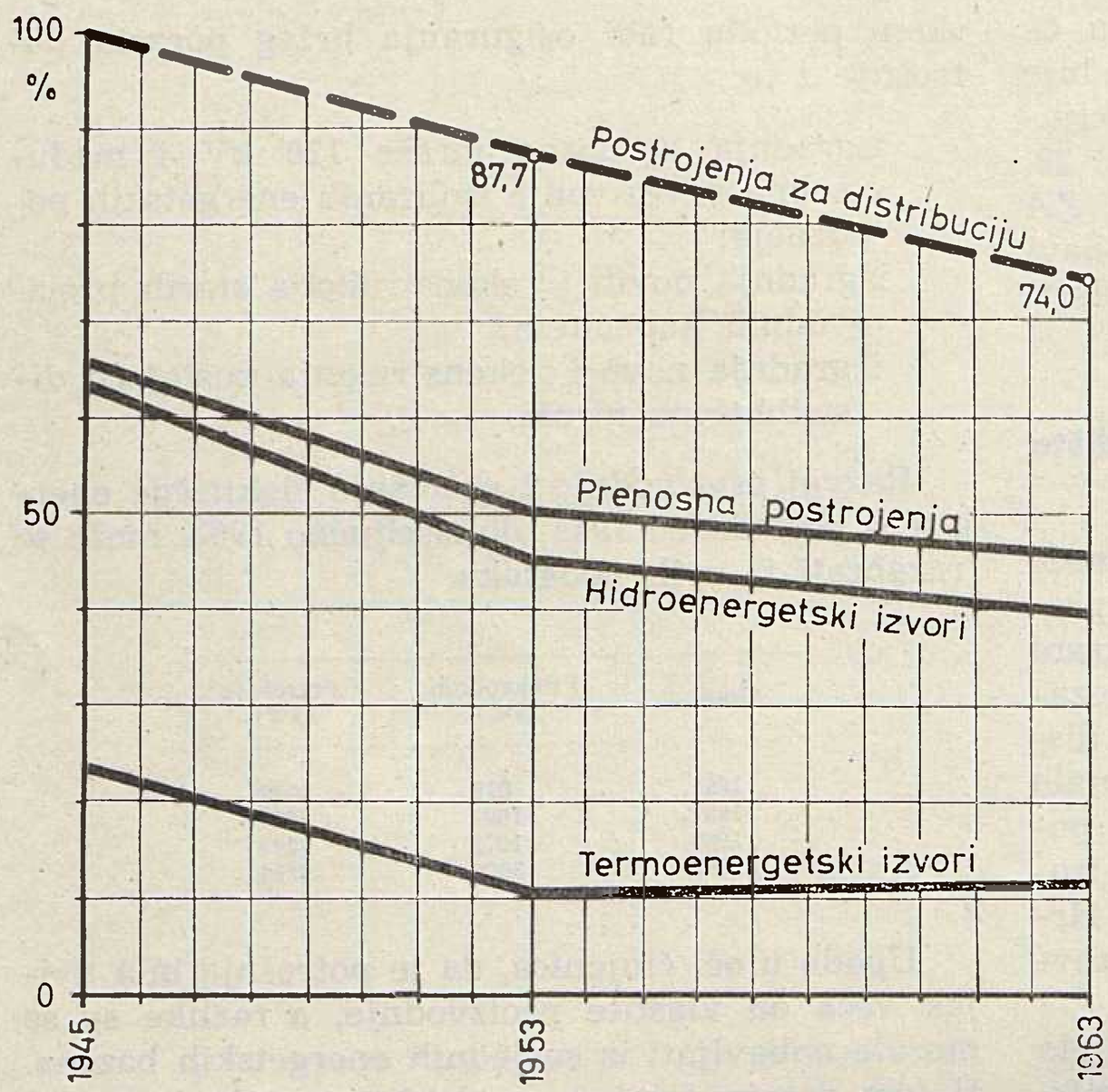
U ovom planskom razdoblju trebala bi biti priključena sva naselja na mrežu sistema.

U strukturi predviđene potrošnje pretpostavljena je pojačana opskrba električnom energijom novih kapaciteta u aluminijskoj industriji i u proizvodnji dušika, u ukupnoj visini od 1,3 milijarde kilovatsati.

Za udovoljenje ovim potrostručenim potrebama ova Zajednica i Republika predviđaju da se pristupi izgradnji 10 novih elektrana i proširenju 3—4 postojeće. Najvećim bi dijelom ove elektrane bile puštene u pogon do 1970, a jedna do dvije od njih služile bi za pokriće potreba iza te godine. Pri takvim predviđanjima računa se, da su hidroelektrane Senj i Dubrovnik u izgradnji, i da će tokom iduće godine biti puštene u protočni po-



Sl. 7. Strojarnica hidroelektrane »Split«



Sl 6. Opadanje specifičnih investicija za potrošno područje SR Hrvatske

No svakako je najznačajnije u tom razdoblju stavljanje u pogon hidroelektrane »Split« (1961). Proizvodnja te elektrane u 1962. godini iznosila je 1128 GWh ili 54% ukupne proizvodnje u SR Hrvatskoj. Za prijenos te velike količine energije izgrađen je dalekovod 220 kV Split — Mraclin (Zagreb) i stavljen u pogon u februaru 1962. Tim je bio Split najkraćim putem povezan s jakim konzumnim područjem u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Izgradnjom ovih prenosnih uređaja ostvaren je jedinstveni energetski sistem. Prednosti ovakovog sistema evidentne su i one su se očitovale u smanjenju troškova proizvodnje i povećanju rezerve snage u sistemu.

U godini 1962. stavljena je u eksploataciju Toplana Zagreb II; ova je elektrana i prva javna toplana izgrađena u zemlji. Ona u kombiniranom procesu proizvodnje električne i toplinske energije omogućuje racionalno trošenje goriva, i to u području koje na njemu oskudijeva.

S razvojem proizvodnje i mreže visokog napona razvijala se elektroenergetska *DISPEČERSKA SLUŽBA*. I dok je kod izoliranih energetskih područja radila područna dispečerska služba, stavljanjem u pogon voda Jajce—Zagreb (9. II 1957) ostvarene su mogućnosti, da energetsko iskorištenje proizvodnih i prenosnih objekata na području cijele Hrvatske vodi dispečerski centar u Zagrebu u saradnji i koordinaciji sa saveznom dispečerskom službom.

Investiranja u elektroprivredu Hrvatske

Ostvarenje ekonomičnijih projekata, rastuća racionalnost izvedbe i visoki faktor iskorišćenja novih postrojenja dovodi do postepenog opadanja *specifičnih investicija* postrojenja poticanih i namijenjenih sve većoj potrošnji u SR Hrvatskoj danas.

Usporedba visine narodnog dohotka s investiranjem i vrijednošću elektroenergetskih postrojenja izvedena je na bazi cijena 1956, zadržavajući postrojenja, puštena u pogon u razdoblju 1957—1963, na cijenama izvedbe.

Uzmu li se specifične investicije za energiju, prodanu 1945. kao indeksna baza (= 100) tada se one za odnose u godini 1953. snizuju za 87,7 radi pojačanog iskorištenja starih postrojenja. Tokom desetogodišnjeg razdoblja 1954—1963. izgrađeni su novi ekonomični izvori. Intenzitet pogona uslijed toga raste tako, da se specifične investicije za energiju predanu potrošnji od 1963. dalje snizuju na 74,0.

Da bi se utvrdio odnos između ulaganja i rastućeg narodnog dohotka, projicirana su ulaganja na narodni dohodak, koji se ostvario na području SR Hrvatske. Izlazi, da je u razdoblju 1945—1953. ulagano prosječno 2,1% narodnog dohotka godišnje, u rasponu od 1,4—3,4%. Ova ulaganja bila su nenormalno niska. U razdoblju 1954.—1963. ulaganja su normalna, te su prosječno iznosila 3,2% godišnje, u rasponu od 2,0—4,4%.

Postrojenja puštena u pogon u razdoblju 1954—1963. predstavljaju 65% od ukupne vrijednosti postrojenja, koja su danas u pogonu na području Republike. Ova nova postrojenja prevladavaju pri zadovoljenju višestruko porasle potrošnje iz izvora u Republici.

Ukupno, *investiranja* u elektroenergetska postrojenja za period 1945—1953. iznosila su 19,8 milijardi dinara, a za period 1954—1963. ukupno

169,8 milijarda dinara ili 8,6 puta više. Razdioba tih investicionih sredstava na pojedine godine može se vidjeti na tablici 1.

Prikaz izgradnje objekata

Tablica 1

Naziv	Jedinica mjere	Stanje 1963.	Indeks 1953=100	Indeks 1945=100
Proizvodnja u SRH (na generatoru)	GWh	3004	420	1756
Nabava iz drugih republika (saldo)	GWh	290	137	266
Predano u mrežu	GWh	3294	355	1176
Instalirana snaga				
u hidroelektranama	MW	486	328	523
u termoelektranama	MW	184	169	219
ukupno	MW	670	260	378
Dalekovodi 220 kV	km	512	—	—
110 kV	km	1548	327	—
30—50 kV	km	2784	238	565
3—20 kV	km	11389	294	674
Transformatorske stanice				
220 kV	kom	2	—	—
220 kV, instalirana snaga	MVA	250	—	—
110 kV	kom	26	520	—
110 kV, instalirana snaga	MVA	1086	548	—
30—50 kV	kom	186	344	744
3—20 kV	kom	5883	272	594
razvodna mreža	km	26291	278	601
Elektrificirana naselja	broj	5250	247	588
	%*	78	—	—
Elektrificirana domaćinstva	broj u 10^3	933	204	343
	%*	80	—	—

* Postoci se odnose na ukupan broj naselja i domaćinstava u SR Hrvatskoj.

Sedmogodišnji plan elektroprivrede

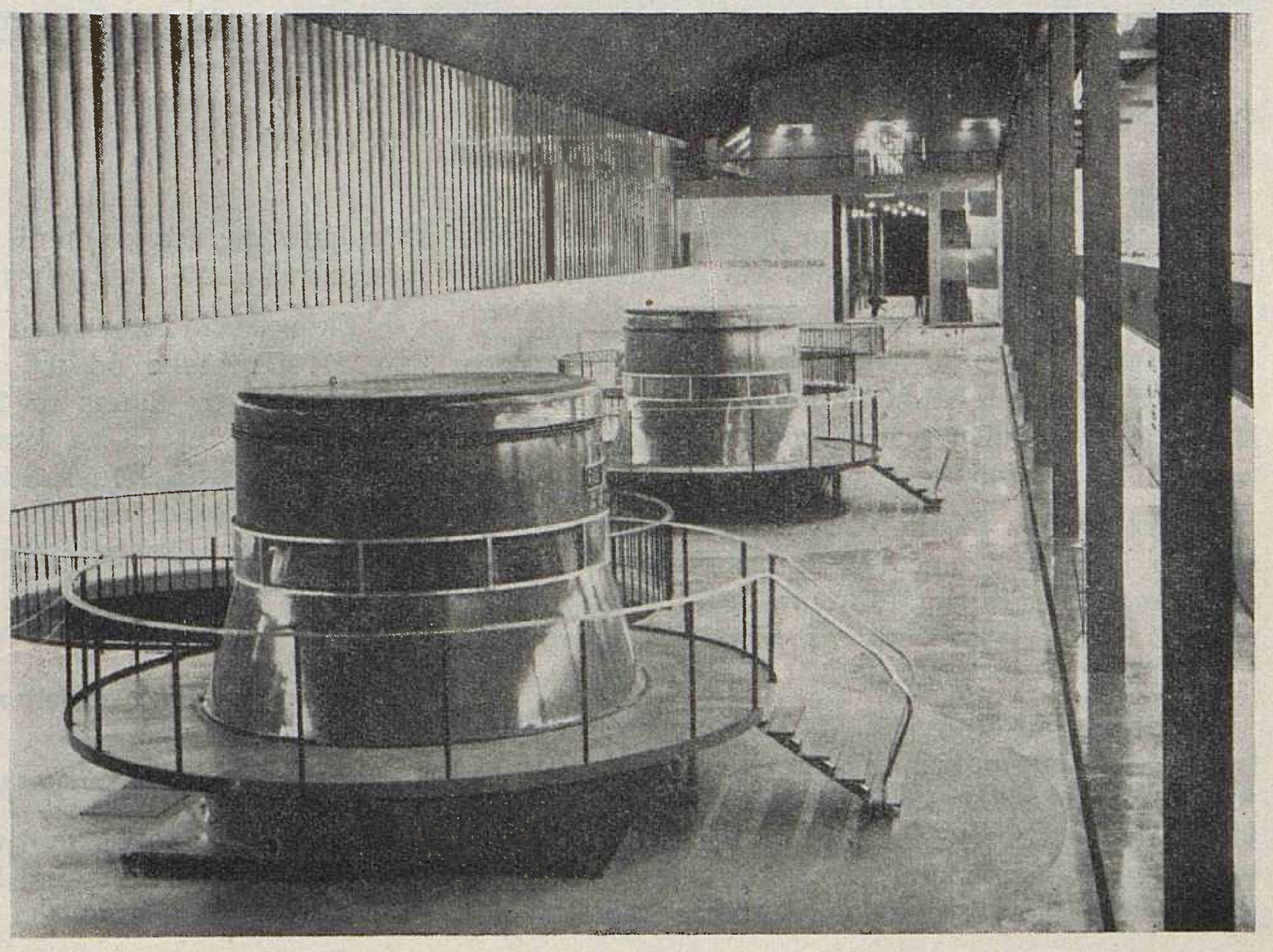
Potražnja električne energije naglo se razvija i izgradnja izvora energije u Republici neće moći zadovoljavati potrebe energije u okviru sedmogodišnjeg plana, nego će i u tom periodu biti potreban uvoz električne energije iz susjednih područja u većem ili manjem opsegu, kako se to može razabrati na prikazanim dijagramima.

Predviđa se, da će 1970. biti potrebno predati potrošačima iz javne mreže preko 7,3 milijarde kilovatsati; od toga širokoj potrošnji i velepotrošačima svakom po 2,4, ostaloj industriji 2,0, a prometu i poljoprivredi 0,5 milijarda kWh. Ukoliko godina bude sušna, predviđa se mogućnost reduciranja velepotrošnje za 160 GWh. Izvoz električne energije zadržan je u planu u minimalnoj visini ostvarenoj 1963; on će ostati neznatan radi visokih vlastitih potreba.

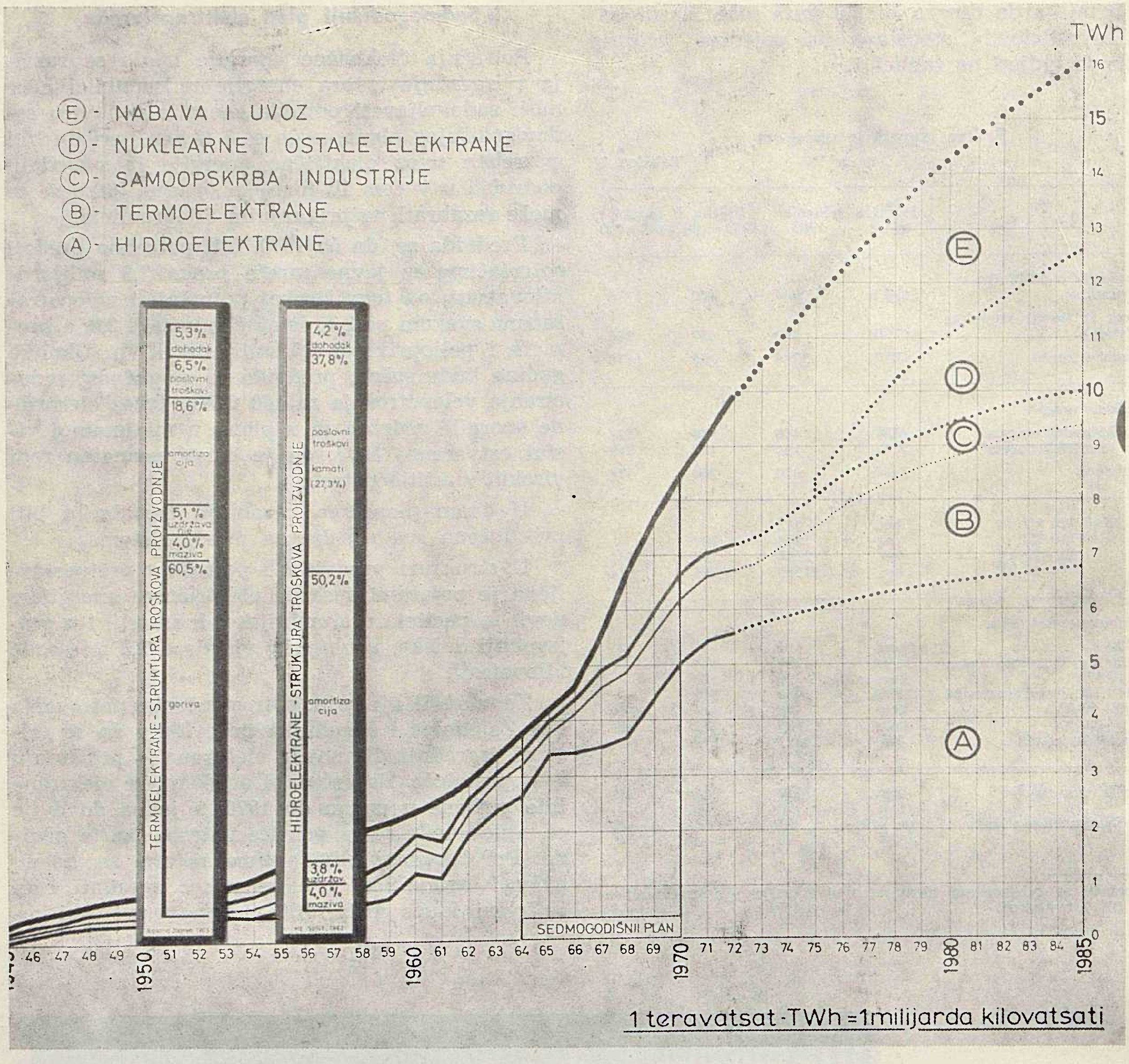
U ovom planskom razdoblju trebala bi biti priključena sva naselja na mrežu sistema.

U strukturi predviđene potrošnje pretpostavljena je pojačana opskrba električnom energijom novih kapaciteta u aluminijskoj industriji i u proizvodnji dušika, u ukupnoj visini od 1,3 milijarde kilovatsati.

Za udovoljenje ovim potrostručenim potrebama ova Zajednica i Republika predviđaju da se pristupi izgradnji 10 novih elektrana i proširenju 3—4 postojeće. Najvećim bi dijelom ove elektrane bile puštene u pogon do 1970, a jedna do dvije od njih služile bi za pokriće potreba iza te godine. Pri takvim predviđanjima računa se, da su hidroelektrane Senj i Dubrovnik u izgradnji, i da će tokom iduće godine biti puštene u protočni po-



Sl. 7. Strojarnica hidroelektrane »Split«



Sl. 8. Proizvodnja električne energije u SR Hrvatskoj

gon, a jednu do dvije godine kasnije da će raditi kao akumulacione elektrane sa sezonskim odnosno godišnjim izravnavanjem.

Ukupna ulaganja u elektroenergetska postrojenja za potrebe u SR Hrvatskoj iznosit će do 1970. godine 4,2 % godišnje od narodnog dohotka s rasponom od 2,1—5,6 %.

Ostvarivanju plana već je pristupljeno donošenjem odluke o početku investiranja u termoelektranu Plomin, lociranu na raškim ugljenokopima, i o nastavku rada na izgradnji hidroelektrane Rijeka.

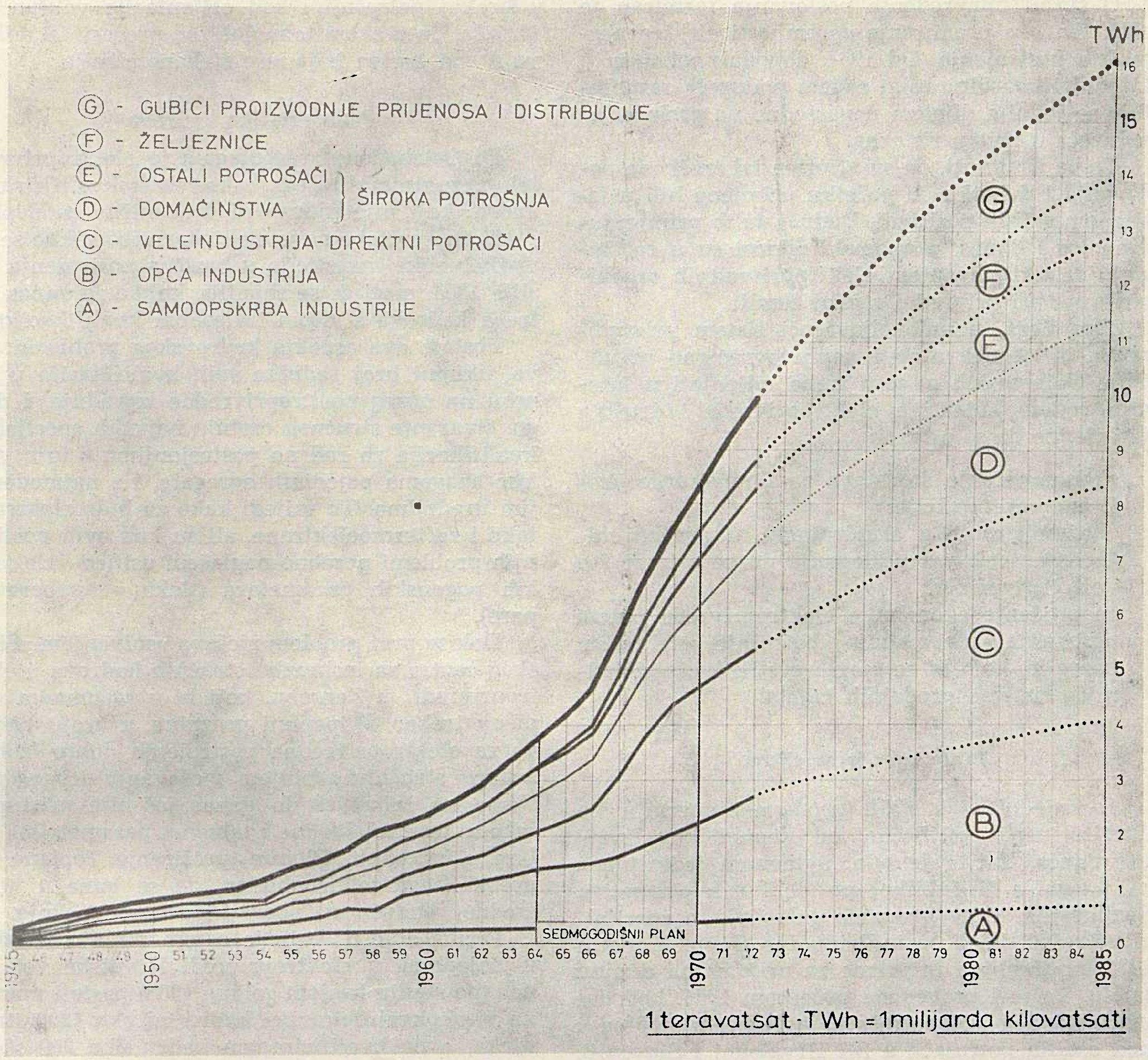
Polazeći sa stanovišta, da je za neometano ostvarenje plana potrebno unaprijed osigurati pojedine faktore izvršenja, treba napomenuti, da još nije potpuno riješeno pitanje financiranja. Razlog tomu je postepeno slabljenje ulaganja općih investicionih sredstava u elektroenergetska postrojenja uz istovremeni porast potreba ulaganja sredstava same elektroprivrede i zainteresiranih.

Ekonomski iskoristive vodne snage na području SR Hrvatske od 9,5 milijarda kWh godišnje iskorištene su danas sa 25,2 %. Izgradnjom, koja je u toku, bit će za kratko vrijeme iskorišteno daljnjih 23,0 % ekonomski iskoristivih vodnih snaga. Nove hidroelektrane u projektu, predviđene ovim planom, obuhvaćuju iskorištenje vodnih snaga za daljnjih 27,0 %.

Ekonomska problematika elektroprivrede

Ekonomski odnosi

U proteklom razdoblju od 10 godina razlikujemo dvije faze ekonomskih odnosa s elektroprivrednim poduzećima. Od 1954. do uključivo 1957.



Sl. 9. Potrošnja električne energije u SR Hrvatskoj

ekonomski odnosi s elektroprivrednim poduzećima rješavali su se u okviru ukupnog prihoda Zajednice, ostvarenog prodajom električne energije. Poduzećima su se podmirivali planom utvrđeni troškovi snage time, što su se amortizacija, premije osiguranja i kamati na osnovna sredstva plaćali po ostvarenju, a troškovi energetskog goriva termoelektrana po ugovorenoj cijeni za kWh za ostvarenu proizvodnju i režim rada. Uštede ili prekoračenja na vlastitom potrošku obračunavali su se po individualnoj cijeni elektrana. U tom razdoblju Zajednica je podmirivala i eventualne posebne troškove koji su se pojavljivali kao nužni. Nivo troškova elektroprivrednih poduzeća utvrđivao je Upravni odbor Zajednice na temelju prijedloga poduzeća i svoje komisije. Odnosi s drugim dobavljačima električne energije rješavali su se slobodnim ugovorom.

U drugoj fazi od 1958. donesen je »Zakon o elektroprivrednim organizacijama«, a nakon toga po ovlaštenju iz spomenutog zakona, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede donosi »Normative o troškovima poslovanja i dohotka«, na koje nadležni Savezni sekretarijati daju svoju suglasnost. Dakle, uvodi se administrativno određivanje ukupnog prihoda i njegova raspodjela. Na temelju prosječnih normiranih troškova za pojedine djelatnosti, obračunavali su se troškovi režije uzdržavanja i dohodak, a amortizacija, premije osiguranja, kamati na osnovna sredstva i kamati iz anuiteta podmirivali su se prema ostvarenju. Energetsko gorivo obračunava se po normativima. U nekim godinama bile su limitirane uštede na pojedinim elementima ukupnog prihoda. Zbog jedinstvenih tarifnih stavova za prodaju električne energije na području cijele Jugoslavije i zbog normiranog ukupnog prihoda, pojavljuju se manjkovi ili viškovi kod pojedinih zajednica. Ovi se izravnavaju preko Fonda za pokrivanje manjkova pri Zajednici jugoslavenske elektroprivrede.

U svrhu unapređenja poslovanja formiran je 1965. fond za premiranje spremnosti elektroenergetskih postrojenja. Od 1957. dohodak ostvaren u Zajednici koordiniranim radom poduzeća raspoređuje se jednim dijelom neposredno na proizvodna poduzeća u obliku ristorna.

Treba istaknuti, da su »Normativi troškova poslovanja i dohotka« u početku primjene bili u izvjesnom smislu pozitivni. Budući da ih primjenjujemo još i danas, ekonomski odnosi su u zaostajanju za uključivanjem elektroprivrednih organizacija u opći privredni razvoj zemlje.

Zbog toga, nezadovoljavajući sistem privređivanja, te neadekvatno i nepravovremeno reguliranje ekonomskih odnosa treba mijenjati u interesu radnih kolektiva elektroprivrede i društva kao cjeline da se ostvari:

ekonomiziranje sredstava za financiranje proširene reprodukcije;
ekonomiziranje u eksploataciji, u pravcu snižavanja troškova poslovanja da se ostvari što veći čisti prihod;
unapređenje ekonomike elektroprivrede putem postizanja racionalnije potrošnje električne energije, koja bi se mogla postići kod prikladnijeg sistema prodajnih cijena.

Tarife i prodajna cijena

1. Zajednica je 1954. prodavala energiju po vlastitoj tarifi, odobrenoj od Republičkog Izvršnog vijeća. Tarifa je bila uglavnom jedinstvena za područje Republike, po obliku kilovatsatna. Razlikovala se po grupama potrošnje, a specijalni potrošači imali su individualne cijene. Koncem 1954. izvršene su pripreme za prijelaz na dvojnu tarifu. Ta je i provedena početkom 1955. kod domaćinstava i velepotrošača, a koncem godine i kod ostalih potrošača u SR Hrvatskoj i Sloveniji. Tokom 1957. propisana je nova tarifa, jedinstvena za cijelo područje Jugoslavije. Struktura tarife u Hrvatskoj nije se time bitno promijenila, osim što se potrošnja kod pojedinog specijalnog potrošača počela diferencirati po namjeni i po sezonama. Sredinom 1963. propisan je novi tarifni sistem, po kojem Zajednica prodaje energiju distributivnim poduzećima i koji se postepeno uvodi kod krajnjih potrošača. Karakteristični su za nj stimulativniji odnosi za potrošnju u doba manjih opterećenja mreže.

2. Dok su prijelazom od 1954. prosječne cijene pojedinih grupa potrošnje ostale uglavnom iste, nova tarifa u 1957. izmijenila ih je do ± 15 %. Prosječna cijena ukupne prodaje se od 1957. smanjivala, dijelom zbog djelovanja dvojne tarife, dijelom zbog sve veće prodaje energije izvan SR Hrvatske, a u 1963. i zbog izmjene ekonomskih odnosa s distributivnim poduzećima.

Karakteristične su za čitav ovaj period niske cijene za potrošnju domaćinstva i specijalnu potrošnju. Nerealna cijena električne energije ne omogućava normalni razvoj elektroprivrede, a s druge strane ne djeluje ekonomski kod potroška u širokoj potrošnji i kod orijentacije velikih potrošača, da u svom tehnološkom procesu iskorištavaju ona goriva koja su najekonomičnija.

Problematika kadrova

Po Oslobođenju raspolagala je elektroprivreda tek neznatnim brojem, iako visokokvalificiranog kadra, koji nije mogao ni djelomično zadovoljiti proširene potrebe nove elektroprivrede. Ako se još uvaže velike investicije u bazična postrojenja poslije 1954, moći će se shvatiti, kolika je danas potreba kadrova s višom i visokom kvalifikacijom.

Postoje dva aspekta kadrovskog problema: prvo, ukupni broj radnika svih kvalifikacija u odnosu na opseg elektroprivredne izgradnje, i drugo, stvaranje stručnog osoblja najviših specijalnih kvalifikacija za rad na postrojenjima s vrlo velikim snagama pojedinih agregata, i s najmodernijim uređajima. To vrijedi kako za hidroelektrane, tako i za termoelektrane, ali su kod ovih posljednjih problemi posebno naglašeni uslijed vrlo visokih pogonskih parametara (tlaka i temperature pare).

Dok se prvi problem rješava osnivanjem »Školskog centra za izobrazbu stručnih kadrova u elektroprivredi« u Zagrebu, koji bi u razumnom vremenu trebao da popuni prazninu u broju kadrova za elektroprivredna postrojenja dobro izobraženim i stručnim osobljem, rješavanju drugog problema na žalost se do danas još nije pristupilo, iako se termoelektrane s takovim parametrima nalaze u izgradnji (Plomin, proširenje Toplane Zagreb). Stoga je neophodno, da se tome u neposrednoj budućnosti posveti povećana pažnja.

Prema studiji, koja je o tom pitanju izrađena u Zajednici, u elektroprivredi Hrvatske već danas (po stanju krajem godine 1963) postoji manjak na visokokvalificiranom kadru od oko 1200 stručnjaka, a na kvalificiranom kadru oko 200 stručnjaka. Do kraja petogodišnjeg plana, tj. do 1970, trebat će današnje potrebe kadrova povećati

kod visokokvalificiranog osoblja	za 54 %,
kod kvalificiranog osoblja	za 58 %.

Do godine 1985. taj se procenat povisuje na 123 % odnosno na 134 %.

Ako bi se izobrazba i školovanje vršilo planski i ravnomjerno, trebalo bi izobraziti i staviti u službu, godišnje,

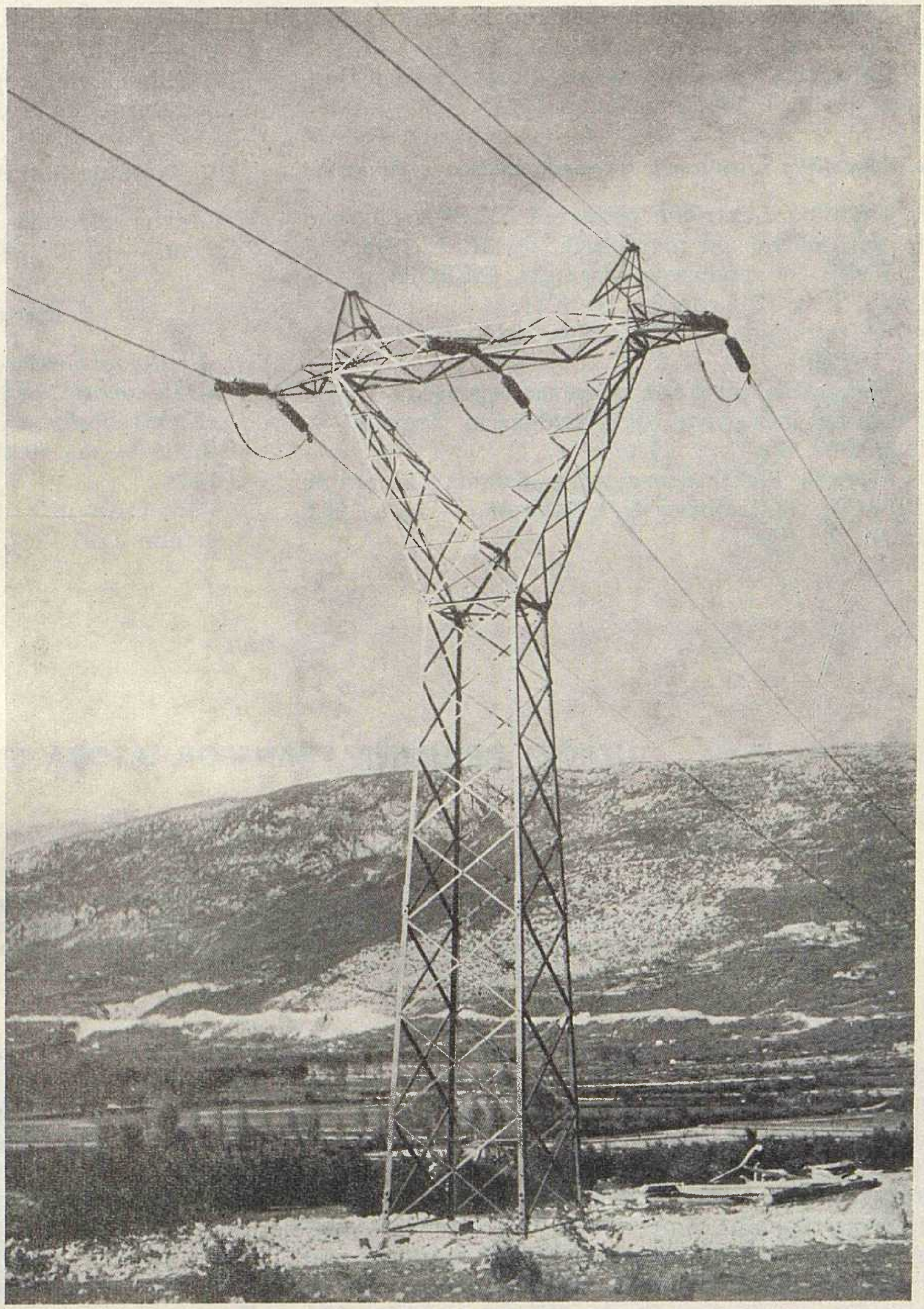
inženjera i viših tehničara	20
tehničara	40
visokokvalificiranog osoblja	110
kvalificiranog osoblja	250

U tim brojkama sadržana je potreba ukupne elektroprivrede, tj. proizvodnje, prijenosa i distribucije do godine 1970. odnosno do godine 1985, a uvaženi su i današnji manjkovi.

Uloga Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske bila je u središtu svih tih zbivanja kao inici-

Sl. 10. Kutni stup dalekovoda 110 kV u Istri



jator studija i izgradnje ekonomičnih izvora energije i prenosne mreže, a istovremeno odigrala je odlučnu ulogu u organizaciji pogona elektroprivrednog sistema i omogućila, da se novi izvori iskoriste do najveće mjere, a stara i možda već dotrajala postrojenja, da u slučajevima potrebe priskoče u pomoć u okvirima svojih tehničkih mogućnosti.

No tu svoju ulogu Zajednica EP Hrvatske ne bi mogla izvršiti, da nije bilo konstruktivnog duha i volje za izvršenjem zadataka u poduzećima, i stoga ista zasluga za postignuti napredak u ovih 10 godina pripada i kolektivima poduzeća, pa i pojedincima, koji su često i uz kritične okolnosti pokazali puno lično zalaganje. Progresivni razvoj elektroprivrede u Hrvatskoj stvar je svih radnika ove privredne grane.

Kronološki razvoj organizacija elektroprivrede

A. Savezna organizacija

Glavna uprava elektroprivrede Jugoslavije — 1. 7. 1946. do 31. 5. 1947. u Zagrebu, a od 1. 6. 1947. do 31. 8. 1947. u Beogradu.

Ministarstvo elektroprivrede u Beogradu — 1. 9. 1947. do 31. 1. 1949.

Savez jugoslavenske elektroprivrede u Beogradu — od 1953. do 30. 6. 1954.

Zajednica jugoslavenske elektroprivrede u Beogradu — 1. 7. 1954. do danas.

B. Republičke organizacije saveznog značaja u Hrvatskoj

Državno električno poduzeće (DEP) u Zagrebu — naslijeđeno, od maja 1945. do 31. 7. 1945.

Električno poduzeće Hrvatske (ELPOH) u Zagrebu, 1. 8. 1945. do 31. 10. 1946.

»Elektrozapad« u Zagrebu, — 1. 11. 1946. do 31. 1. 1949.

Generalna direkcija za elektroprivredu i ekstraktivnu industriju SR Hrvatske u Zagrebu — 1. 2. 1949. do 31. 7. 1952.

Uprava elektroenergetskih sistema Generalne direkcije elektroprivrede u Zagrebu — 1. 4. 1952. do 31. 7. 1952.

Elektroprivredni sistem SR Hrvatske u Zagrebu — 1. 8. 1952. do 30. 6. 1954.

Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u Zagrebu — 1. 7. 1954. do danas.

C. Organizacije republičkog značaja u Hrvatskoj

Glavna direkcija elektroprivrede Hrvatske u Zagrebu — 1. 8. 1947. do 31. 1. 1949.

D. Specijalizirana poduzeća

»Elektroprojekt«, osnovan 12. 3. 1949.
»Dalekovod«, osnovan 1. 4. 1949.
»Elektroopskrba«, osnovana 1. 4. 1949.
Institut za elektroprivredu, osnovan 29. 5. 1953.
»Braća Kavurić«, montažno poduzeće, osnovano godine 1955.

UZROCI BRUJANJA TRANSFORMATORA SNAGE

Momir Vujnović, Zagreb

Između raznih uzroka brujanja kod energetskih transformatora najveći upliv ima pojava magnetostrikcije. Stoga je u članku posvećena naročita pažnja razmatranju te pojave. Ujedno su prikazani utjecaji raznih faktora na veličinu magnetostrikcije. Najzad je spomenuto nastajanje brujanja upotrebom pomoćnih uređaja uz transformatore.

DK 621.314.21.004

Svestranim ispitivanjem uzroka buke transformatora ustanovljeno je, da je glavni izvor buke jezgra, a ne namotaji. Fizikalna pojava koja dovodi do brujanja, poznata je već nekoliko desetljeća. To je pojava magnetostrikcije, a očituje se kod feromagnetskih materijala time, da mijenjaju svoje fizikalne dimenzije kad se nađu u magnetskom polju. Samo produljenje ili stezanje materijala slabo je izraženo. Relativne promjene dimenzija materijala reda su veličine $\varepsilon = \Delta l/l = 10^{-6}$. Ako se takav materijal nađe u izmjeničnom magnetskom polju, tada nastaju i isto takve promjene dimenzija. Budući da je sama promjena dimenzije (npr. širenje) neovisna o smjeru magnetiziranja, to će pri izmjeničnom magnetiziranju postojati dva širenja pri jednom ciklusu. To će dovesti do takova titranja materijala, koje će imati osnovnu frekvenciju jednaku dvostrukoj frekvenciji uzbude, pa će i zračenje od toga nastale zvučne energije biti dvostruke frekvencije. Npr. ako frekvencija mreže, na koju je transformator priključen, iznosi 50 Hz, onda će i za vrijeme pozitivnog i za vrijeme negativnog poluvala dolaziti do promjene dimenzije istog smisla, dakle frekvencija promjena će iznositi 100 Hz.

Pomoću zvučnog analizatora moguće je ustanoviti da je stvarno osnovna frekvencija titranja 100 Hz pri uzbudnoj frekvenciji 50 Hz. No uz ovu frekvenciju javljaju se još i viši harmonici 200, 300, 400 . . . 1000 Hz. Daljnji su harmonici već tako malih amplituda, da se mogu zanemariti. Obično pri tom vrijedi, da su kod manjih transformatora jače izraženi viši harmonici, a kod većih transformatora niži. Npr. kod transformatora 100 kVA najglasnija je komponenta od 400 Hz; kod 1 MVA — 300 Hz; kod 10 MVA — 200 Hz i kod transformatora većih od 100 MVA — 100 Hz.

U tablicama 1 i 2 prikazan je tipični sastav buke transformatora raznih veličina i raznim postupkom valjanih limova (američki podaci).

Da stvarno jezgra predstavlja izvor buke, a ne namotaji, ustanovljeno je mjerenjima buke u slučaju praznog hoda, nominalnog opterećenja, kao i kratkog spoja. Pri tom je ustanovljeno da buka praktički ne ovisi o opterećenju, nego raste s magnetskom gustoćom (sl. 1) kod jedne određene veličine transformatora. Budući da magnetska gustoća gotovo ne varira s opterećenjem, to je pojava neovisnosti buke o opterećenju logična. Međutim, nužno je naglasiti da postoji iznimka u tom pogledu. Naime, u pitanju su transformatori ispravljača. Kod njih je opaženo, da im nivo brujanja ovisi samo o indukciji do jedne određene vrijednosti opterećenja, iznad koje praktički postaje neovisan o indukciji, ali ovisan o opterećenju. Ova

Nivoi zvučnog pritiska dB (A-prigušna karakteristika) Tablica 1

Veličina transformatora kVA	Ukupna buka	Komponenta frekvencije Hz									
		120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200
500	54	47	51,4	45,1	43,2	37,5	30,5	35,1	36	39,2	31,8
5000	68	65,6	59,9	60,8	48,4	52,0	54,7	53,4	47,1	46,5	44,7
5000	66	63,7	56,0	59,0	51,2	53,6	54.6	58	51,3	51,7	54,1
75000	76	74	70	67	55	50	40				
75000	84	75,3	70,0	81,7	72,3	73,0	67,4				
25000	77	76,2	57,1	62,2		65,9	55,7		61,1	62,7	

pojava, koja se javlja samo kod specijalnih transformatora, izgleda da je vezana uz nelinearne odnose.

Što se tiče eventualnog nastanka brujanja, čiji izvor bi mogli da budu namoti transformatora, istina je da postoje elektrodinamičke sile među navojima, ali se pri normalnim uvjetima primjene njihov učinak može zanemariti, pogotovo ako su ispravno pritegnuti. I doista, znatnija promjena brujanja s opterećenjem može da bude samo indikacija neispravnog pritezanja.

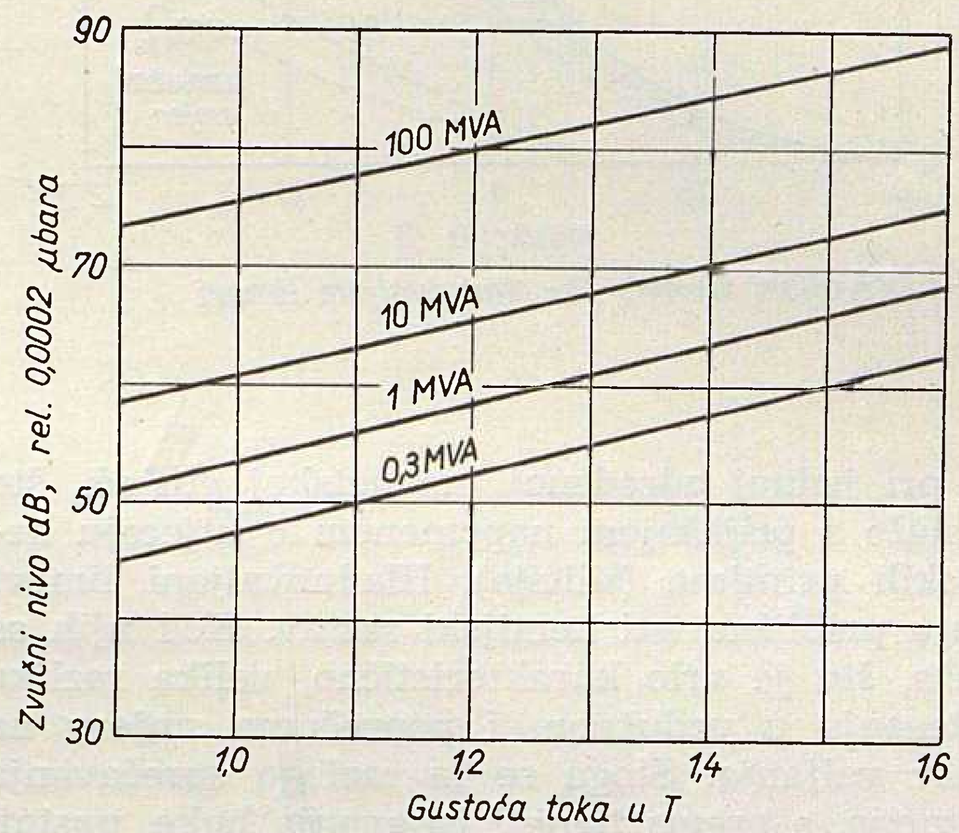
Kako već i sinusoidalni tok napona napajanja proizvodi nesinusoidalne promjene istezanja (vidjeti sl. 4) uslijed nelinearnosti odnosa indikacije i magnetostriktivnih istezanja (pojava niza harmonika), to će izobličeni napon napajanja dovesti do još izobličenijih promjena istezanja, što će kao rezultat imati pojavu većeg broja harmonika u buci.

Magnetostrikciju nadalje uvjetuju razni faktori, kao npr. kemijski sastav, struktura kristala i struktura okoline.

Ubacivanjem raznih iznosa stranih primjesa željezu, utječe se na veličinu magnetostrikcije. Npr. povećanjem količine silicija preko 4 %, ona postaje sve manjom, dok pri 6 % dostiže svoju najpovoljniju vrijednost, kad u isto vrijeme ne bi dotični lim izgubio neka svoja druga korisna svojstva. Postaje krhak, pa se ne može obrađivati.

Što se tiče strukture kristala, vršena su neka mjerenja (prema Carru), koja su pokazala da je promjena duljine kristala ovisna o kutu između smjera magnetiziranja i osi kristala [3].

Praktičnim mjerenjem dobivene su magnetostriktivne relativne promjene duljina limova s raznim sadržajem silicija i pri raznim načinima



Sl. 1. Ovisnost zvučnog nivoa transformatora o gustoći toka u jezgri

obrađivanja, prema sl. 2. Posebno su grupirane krivulje toplovaljanih limova (pune krivulje), a posebno hladnovaljanih (crtkane). Kod toplovaljanih vidi se opadanje rastezanja kod većih sadržaja silicija (tj. kod većih gubitaka u vatima

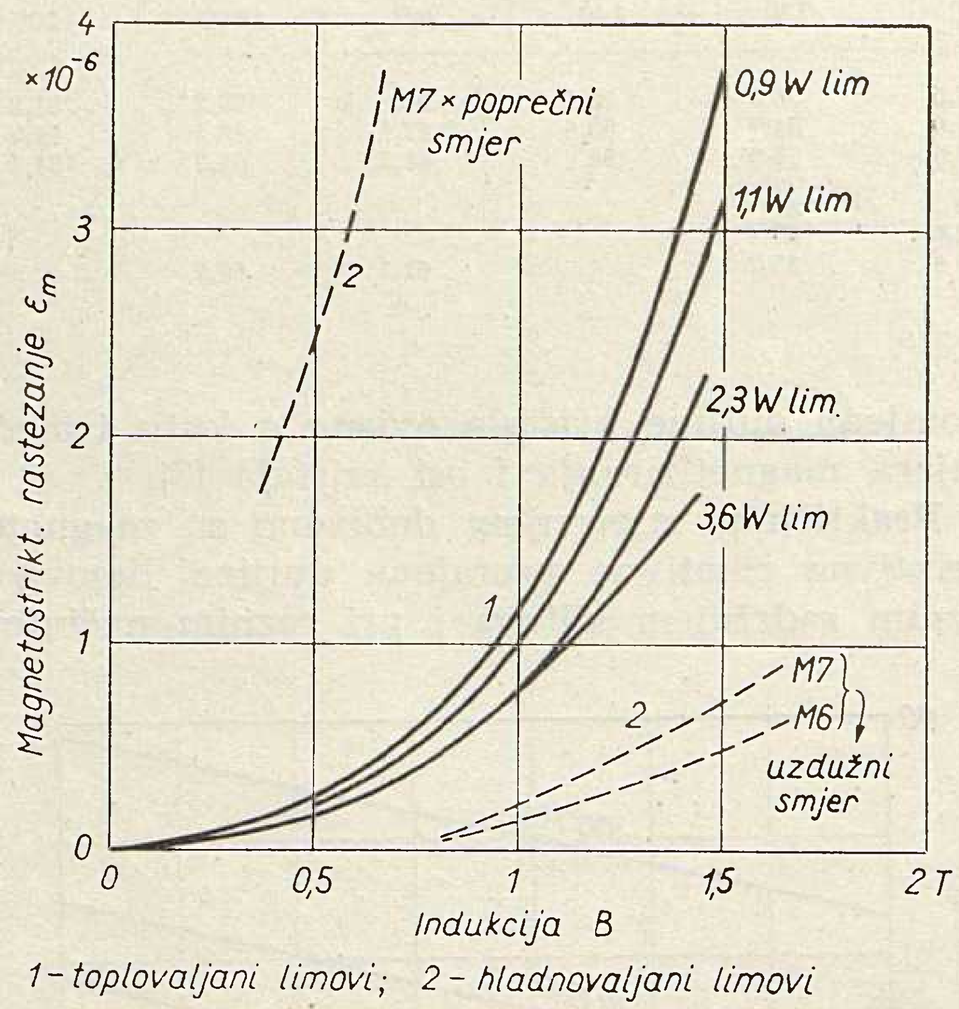
Udaljenost mikrofona od kotla 30 cm. Frekvencija mreže 50 Hz Tablica 2

Komponenta frekvencije Hz	150 kVA $B = 1,3$ T						15 MVA $B = 1,1$ T			36 MVA $B = 1,35$ T		
	Toplo valjani			Hladno valjani			Toplo valjani			Hladno valjani		
	L_p dB	L_a dB_a	L_N fona	L_p dB	L_a dB_a	L_N fona	L_p dB	L_a dB_a	L_N fona	L_p dB	L_a dB_a	L_N fona
100	53	32	30	58	37	37	66	45	49	84	63	73
200	37	24	23	46	33	35	66	53	59	63	50	55
300	53	46	48	46	39	40	65	58	56	76	69	73
400	31	27	27	34	30	30	49	45	46	60	56	58
500	35	33	33	29	27	27	43	41	41	56	54	55
600	27	26	26	23	22	22	48	47	47	56	55	55
Ukupna glasnoća fona		57			56			72			84	
Ukupni zvučni pritisak dBa A-prigušna karakteristika		47			42			60			70	

L_p — nivo zvučnog pritiska, dB rel. 0,0002 μbara
L_a — mjerenje zvučnog nivoa fonometrom s A-prigušnom karakteristikom, dB rel. 0,0002 μbara
L_N — glasnoća, foni

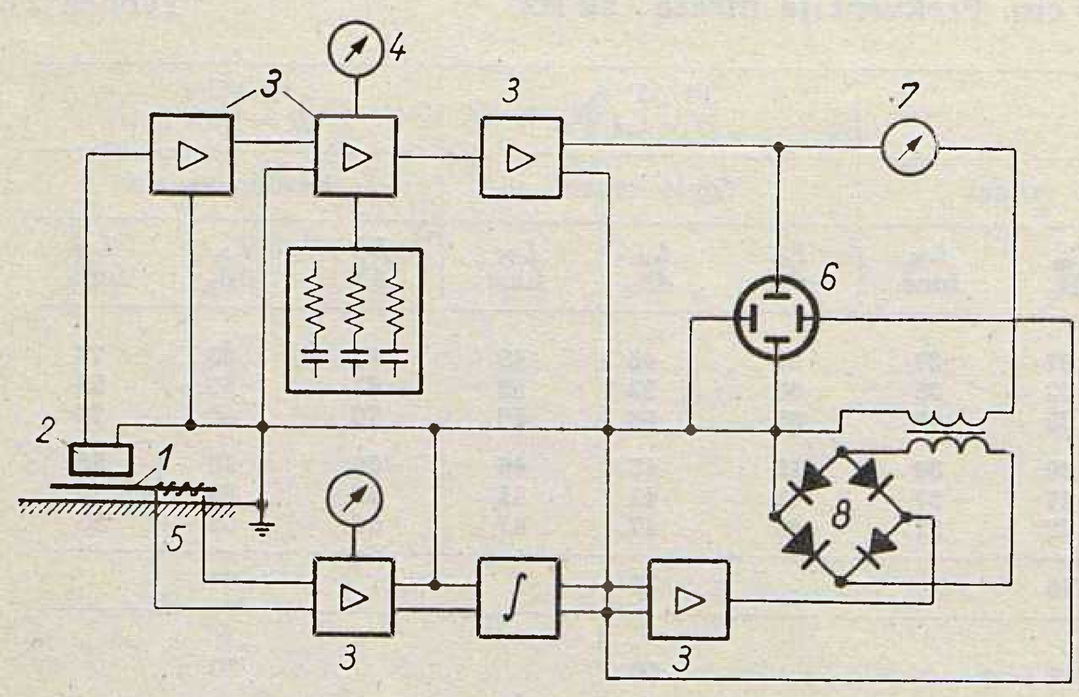
Sl. 2. Magnetostriktivna rastezanja toplovaljanih i hladnovaljanih limova pri raznom sadržaju silicija u ovisnosti o indukciji

1 — toplovaljani limovi; 2 — hladnovaljani limovi



W) pri jednoj određenoj magnetskoj gustoći, što se slaže s prijašnjom napomenom o utjecaju kemijskih primjesa (silicija). Hladnovaljani limovi imaju približno isti kemijski sastav. Kod njih se opaža, što je vrlo karakteristično, velika razlika rastezanja u uzdužnom i poprečnom smjeru na smjer valjanja. Stoga se iz razloga sprečavanja vibracija, a prema tome i isijavanja buke, nastoji izbjeći magnetsko naprezanje željeza u poprečnom smjeru.

Pri gornjim mjerenjima na hladnovaljanim limovima, ako se vrše pri raznim probnim limovima istih proizvođača, rezultati se međusobno dosta razlikuju. Naročito se pak razlikuju pri mjerenju materijala različitih proizvođača. Kod toplovaljanih limova ove su razlike znatno manje. Rezultati kod hladnovaljanih limova istih proizvođača kreću se u odnosu 1 : 3, a kod različitih proizvođača i do 1 : 5. Iz toga slijedi, da se kod isto konstruiranih transformatora i izvedenih s jednakom pažnjom mogu očekivati razlike u glasnoći i za više fona. Na taj način često nije moguće zadovoljiti zahtjeve kojima je utvrđena neka maksimalna buka kod transformatora.



Sl. 3. Blok-shema uređaja za mjerenje magnetostrikcije

1 — probni lim 2 — mjerna sonda 3 — pojačala 4 — indikator 5 — pomoćni svitak 6 — osciloskop 7 — kontrolni instrument

Praktički bi se primjenom usavršenih usmjerenih limova niske magnetostrikcije dosadašnja razlika u buci toplovaljanih i hladnovaljanih limova od 2—3 dB, mogla još više povećati.

Samo promatranje kvantitativnih odnosa kod magnetostrikcije moguće je izvesti na relativno jednostavan način. Ovo je izvedivo pomoću instrumenta, čija je blok shema prikazana na sl. 3. Probni komad lima 1 stavi se u jedan svitak, koji nije na slici prikazan. Mjernom sondom 2 i pojačalima 3 dovede se signal na instrument 4, gdje se očita vrijednost promjene dužine. Osim toga omogućeno je promatranje i petlje histereze na osciloskopu 6. Pomoćnim svitkom 5 omogućuje se mjerenje postojeće indukcije u limu. Ako se sada privede na osciloskop i veličina istezanja i veličina indukcije u limu, omogućeno je promatranje poznatih Lissajouovih krivulja petlje magnetostrikcije. To se postiže udvostručivačem frekvencije 8 i namještanjem potrebnog faznog kuta između magnetskog polja i magnetostrikcije (kontrolnim instrumentom 7).

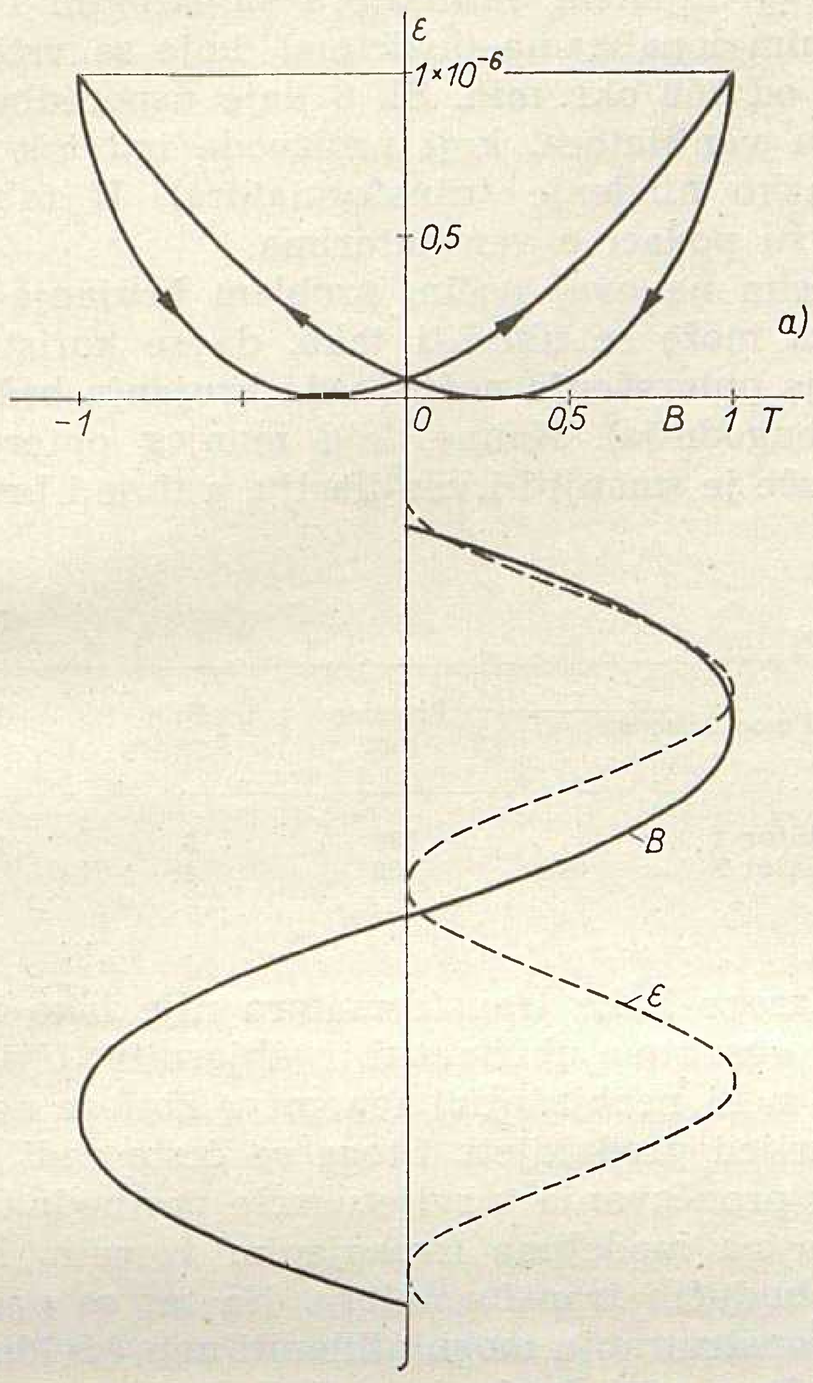
Izgled histerezne petlje magnetostrikcije prikazan je na sl. 4a, za slučaj izotropnog materijala (toplovaljani lim), a za slučaj anizotropnog materijala (hladnovaljani lim i ponovo kristaliziran na 1200°C — lim orijentirane strukture) na sl. 5. Ovaj drugi materijal pokazuje i svojstvo promjene smjera naprezanja iznad vrijednosti magnetske gustoće (indukcije) od oko 1,7 T (sl. 5b).

U SAD su se počeli proizvoditi limovi dvostruke orijentacije (Cubex-limovi). Specijalnim su postupcima kristali tako orijentirani, da se dobivaju niske magnetostrikcijske promjene u uzdužnom i poprečnom smjeru na smjer valjanja.

Kako su gornje krivulje magnetostrikcije, koje prikazuju priličnu histerezu, simetrične obzirom na ishodište, to će osnovna frekvencija brujanja biti jednaka dvostrukoj pobudnoj frekvenciji magnetske gustoće *B*. Ujedno će uslijed očite nelinearnosti postojati i izvjestan broj harmonika, koji broj ovisi o indukciji i o bitnim svojstvima materijala (koja se ogledavaju u histereznoj petlji). U sl. 4b prikazana je krivulja promjenljivog relativnog istezanja materijala ε pri sinusoidalnoj pobudnoj indukciji *B*, tj $\varepsilon = f(B)$.

Na temelju podataka o magnetostriktivnim svojstvima nekog transformatorskog lima kao npr. prema karakteristici sa sl. 4b, i na temelju nekih fizikalno opravdanih pretpostavki i pojednostavnjenja (npr. da otkloni kotla, koji je mehanički spregnut s jezgrom, ne mogu da budu u vezi s rezonancijom veći od otklona jezgre), moguće je unaprijed izvesti približnu računsku procjenu veličine brujanja. Naime, kada bi bio poznat anali-

Sl. 4. Magnetostriktivna histereza izotropnog materijala (*a*); vremenska promjena istezanja pri sinusoidnoj promjeni indukcije *B* (*b*)



tički izraz krivulje relativnog rastezanja ε, Fourierovom bi se analizom mogle izračunati veličine pojedinih harmoničkih članova veličine ε (u pomanjkanju analitičkog izraza izvodi se nešto dugotrajnija tzv. aritmetička analiza). Iz ovih bi se pak došlo do odgovarajućih izraza za nivoe fizikalnog intenziteta brujanja pojedinih harmonika iznad granice čujnosti:

$$L_n = 20 \log [1{,}822 \cdot l \cdot f_{\text{mreže}} \cdot (\varepsilon_n \cdot 10^6)] \quad \text{dB}$$

gdje je

l — dužina jezgre transformatora u cm
$f_{\text{mreže}}$ — frekvencija mrežnog napona u Hz
n — redni broj harmonika
ε_n — rel. rastezanje pri n-tom harmoniku

Uz pretpostavku da je osnovni harmonik ($n = 1$) znatno najveći, važi za ukupni nivo brujanja približni izraz

$$L \approx L_1 = 39{,}2 + 20 \log l + 20 \log \left[1{,}35 \left(\frac{B_{\max}}{5000}\right) - 2{,}51\right] \quad \text{dB}$$

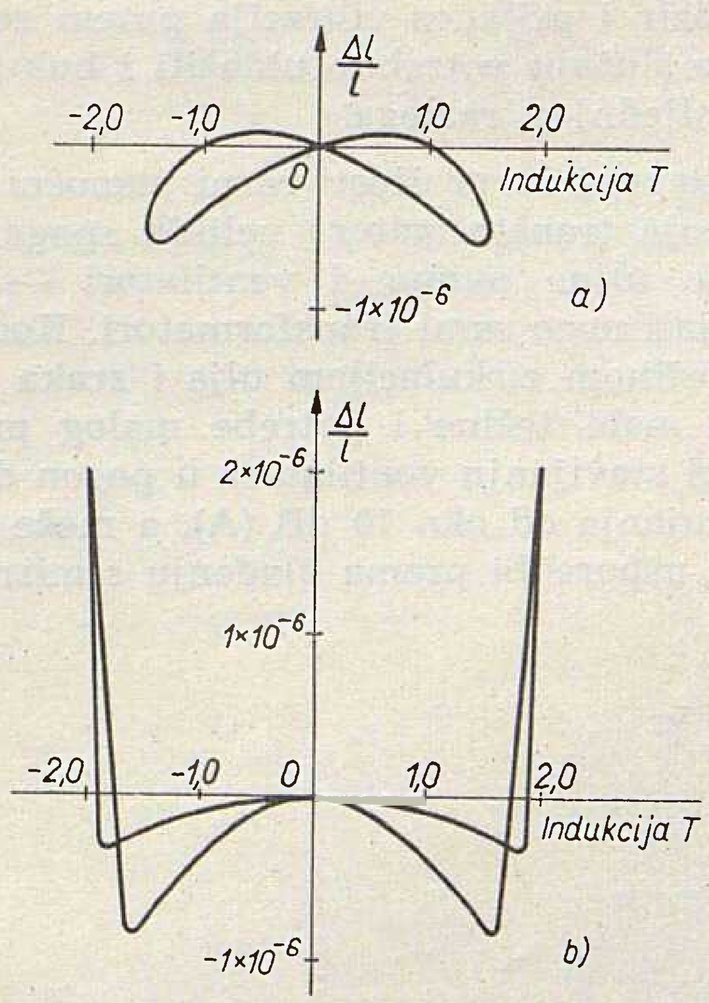
$$l \text{ cm}, \quad B \text{ G}, \quad 1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$$

Izračunavanje nivoa zvuka prema gornjim jednadžbama vrijedi u slučaju da ne dođe do rezonancija jezgre. Stoga treba posvetiti naročitu pažnju njihovom bezuvjetnom izbjegavanju. Obično su frekvencije rezonancije, koje nastaju uslijed uzdužnih promjenljivih rastezanja, vrlo visoke, pa zbog njih i ne dolazi do većih uzbudnih sila (i vibracija) pri konkretnim veličinama uzbudnih harmonika. Međutim, važno je naglasiti da uslijed ovih uzdužnih rastezanja može doći do prisilnih transverzalnih titraja jezgre, koji su vrlo opasni, jer im rezonancije mogu doći u područje uzbudnih frekvencija, pa im se djelovanje umnogostručuje.

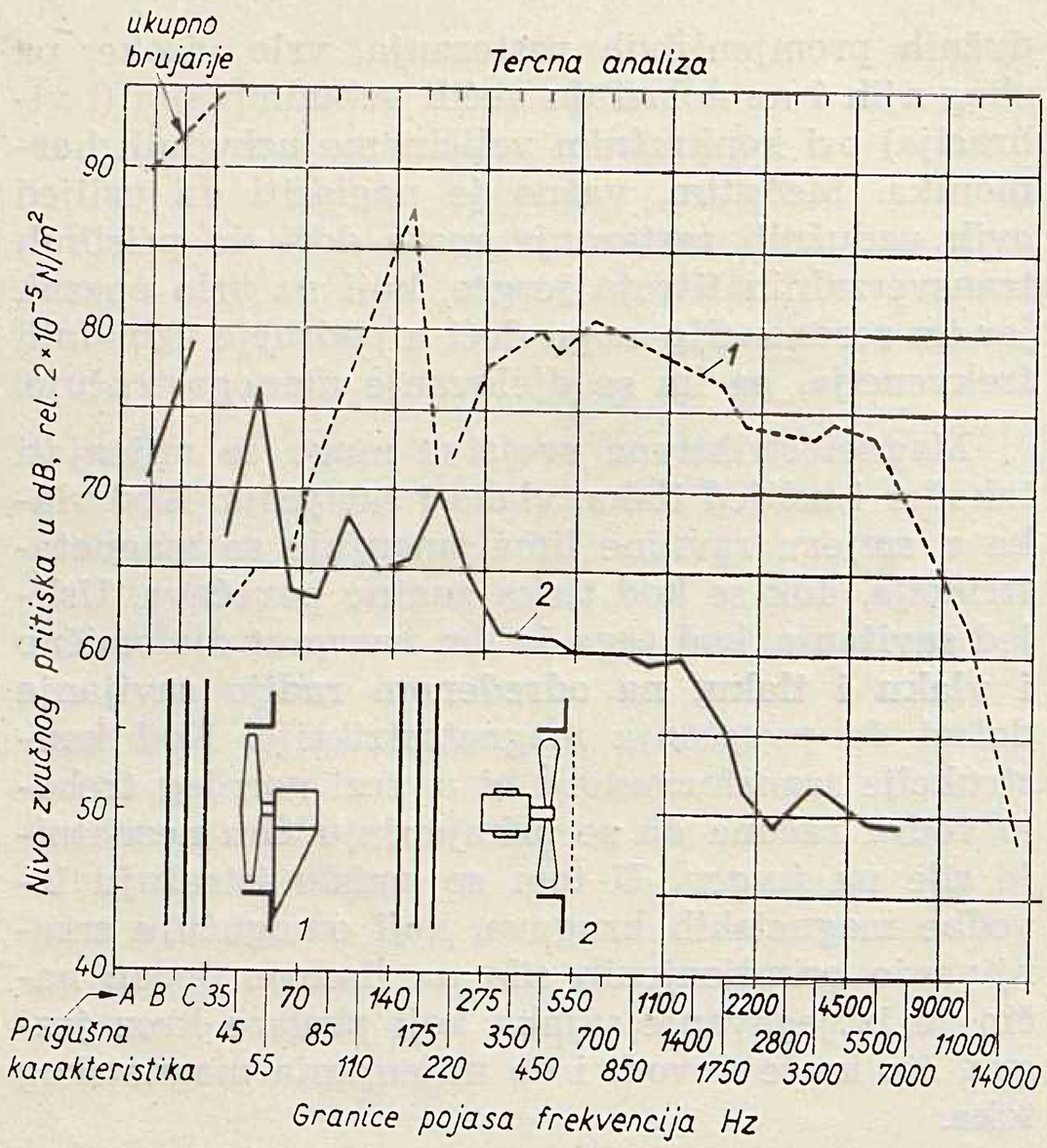
Magnetostriktivna svojstva mogu se mijenjati također i uslijed tlaka, vlaka i savijanja. Kod vlaka u smjeru ravnine lima smanjuje se magnetostrikcija, dok se kod tlaka znatno povećava. Uslijed savijanja, kod čega je lim izvrgnut djelomično i vlaku i tlaku, na određenom radiju savijanja dolazi do povećanja magnetostrikcije. Kod konstrukcije transformatora bi u vezi gornjeg trebalo voditi računa da se primjenjuju čim neznatnije sile na jezgru. U tom se smislu istražuju izvedbe magnetskih krugova, koji omogućuju smanjivanje primijenjenih sila na limove. Jedan način je izbjegavanje vijaka koji prolaze kroz jezgru, što inače dovodi i do mijenjanja magnetskog toka.

Kako je već opisano, primarni izvor buke jest pojava magnetostrikcije, koja izaziva vibracije jezgre. Ove se vibracije mogu prenositi na predmete, koji okružuju jezgru posredstvom bilo mehaničkih sprega, bilo putem uzduha, izazivajući tako prisilne vibracije dotičnih predmeta (sekundarne vibracije). U slučaju rezonancije okolnih predmeta može doći i do vrlo intenzivne buke.

Utjecajem elastičnih napona magnetostrikcije dolazi do deformacija magnetskog kruga. Ovako nastale vibracije vrlo su komplicirane. Uveliko ovise o načinu izvedbe jezgre kao i veza, koje drže na okupu pojedine dijelove transformatora. Rezultati ispitivanja ukazuju da krutost dijelova,



Sl. 5. Magnetostriktivna histereza anizotropnog materijala *a*) slučaj nižih indukcija; *b*) slučaj viših indukcija od 1,7 T



Sl. 6. Spektralne karakteristike buke dvaju ventilatora

kojima se priteže (razne spojke, vijci i slično), ima znatan utjecaj na način i veličinu vibracija. Stupanj pritezanja također prilično utječe na vibracije.

Nadalje se vibracije jezgre prenose na kotao transformatora, koji pak zrači zvučnu energiju u uzduh. Prijenos može biti direktnim spojem ili također putem ulja, koje se smatra nestlačivim.

Kod transformatora koji su smješteni unutar područja od otprilike 15 m do stambenih površina, nivo brujanja sastavljen je od dvije komponente. Naime, pored prijenosa zvuka zrakom, dolazi u obzir i prijenos vibracija putem zemljišta. U tom je slučaju potrebno ublažiti i buku uslijed ovog posljednjeg razloga.

U nedavnoj su prošlosti razni pomoćni uređaji za hlađenje transformatora velikih snaga — cirkulacione uljne pumpe i ventilatori — mnogo više brujali nego sami transformatori. Kod hlađenja s prisilnom cirkulacijom ulja i zraka (povoljno zbog male težine i potrebe malog prostora), dolazi pri stavljanju ventilatora u pogon do povećanja brujanja od oko 10 dB (A), a može doseći i 20 dB, u usporedbi prema hlađenju s mirnim zrakom.

Da bi se smanjilo ovo brujanje, isprobavani su različiti ventilatori. Ustanovljeno je smanjeno brujanje primjenom ventilatora sa širokim i malobrojnim lopaticama (krilcima), koje se vrte brzinom od 750 okr./min. Sl. 6 daje usporedbu buke dvaju ventilatora, koji proizvode isti tok vjetra (jednako hlađenje transformatora). U tablici 3. dati su podaci o ventilatorima.

Osim na ovaj način, problem brujanja ventilatora može se ublažiti tako, da se koristi smanjenje opterećenja noću (kada brujanja baš i jesu najneugodnija). Naime, kod manjeg opterećenja, moguće je smanjiti i ventilaciju, a time i brujanje.

Tablica 3

Pomoć. uredaj	Promjer mm	Broj lopatica	Brzina okr/min
Ventilator 1	700	6	1500
Ventilator 2	650	4	750

Uzroke buke transformatora nije lako u cijelosti egzaktno obuhvatiti i objasniti. Uvijek se nađe neki neobjašnjivi fenomen, koji se ne može unaprijed predvidjeti. Stoga se često radi detaljnijeg proučavanja u svijetu vrše prethodna ispitivanja na modelima (smanjenim vjernim kopijama) budućih transformatora. Na taj se način još pri konstruiranju mogu otkloniti nepredviđene poteškoće u vezi brujanja, vršeći izmjene i dopune kojima se postiže željeno smanjenje buke. Ovaj se put, naravno, isplati u slučaju većih serija i većih jedinica, što u našim prilikama može doći u obzir, pogotovo zbog sve veće gustoće stanovništva u gradskim industrijskim područjima, kada se javlja sve više pritužbi na buku.

Literatura

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

[2] E. Reiplinger, *Neuere Methoden zur Geräuschbekämpfung von grossen Transformatoren,* VDE Fachberichte 1956, I/124 — I/129.

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

[4] E. Reiplinger, *Geräuschprobleme bei Grosstransformatoren,* Siemens-Zeitschrift 33 (1959), (str. 69—76)

[5] H. Rothert, H. Jordan, *Über die Entstehung von Transformatorengeräuschen,* ETZ (A) 75 (1954), (str. 107—109)

[6] J. Dular, *Problem buke transformatora,* Elektroprivreda 1962, br. 11—12, (str. 523—526)

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

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

I. SAVJETOVANJE RUKOVODILACA PODUZEĆA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE JUGOSLAVIJE

Koordinacioni odbor republičkih poslovnih udruženja i republičkih poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije raspravljao je na svom XIV redovitom sastanku, održanom u Ljubljani 23. oktobra 1964, osnovne probleme svojih poduzeća u novim uvjetima poslovanja nakon ekonomskog izdvajanja distribucije električne energije iz udružene elektroprivrede i nakon poboljšanja materijalne osnove elektrodistributivnih poduzeća putem povećanja cijena električne energije 1. oktobra 1964.

U toku rasprave je ustanovljeno, da su postojeće organizacione forme distributivnih poduzeća uglavnom tvorevina, odnosno posljedica, bivših ekonomskih odnosa elektroprivrede. Sistem normiranja radne snage, dohotka i ostalih elemenata troškova poslovanja unutar elektroprivrede, nezavisno od privrednog učinka i osnovnih zadataka poduzeća, ograničavao je njihovu privrednu inicijativu i stvorio takve organizacione forme, koje više ne odgovaraju novim ekonomskim uvjetima poslovanja i proširenim zadacima distributivnih poduzeća. Potrebno je radi toga prilagoditi postojeće organizacije u poduzećima novim uvjetima poslovanja. S tim u vezi naročito pažnju bi trebalo posvetiti unapređenju službe razvoja (studije, projektiranje, planiranje, analiza), pripreme rada, podjele rada (specijalizacija, operativa) i kontrole rada. Pri tome hitno treba riješiti i pitanje kadrova, njihovog obujma i kvalifikacionog sastava.

Sredstva kojima su poduzeća za distribuciju električne energije raspolagala prije ekonomskog izdvajanja iz udružene elektroprivrede i prije korekcije elemenata troškova poslovanja i dohotka, te povećanja cijena električne energije bila su nedovoljna za normalno poslovanje što se nepovoljno odrazilo na pogonsku sposobnost električne mreže distribucije. Naročito je zanemarena perspektiva električne mreže distribucije, njeno unapređenje, razvoj i proširenje u skladu s porastom potrošnje električne energije i mogućnostima proizvodnje udružene elektroprivrede (proizvodnja i prijenos). Trebalo bi stoga poduzimati odgovarajuće mjere za osiguranje nesmetanog i kvalitetnog snabdijevanja potrošača električnom energijom, za smanjenje gubitaka energije u mreži, za primjenu zaštite, mjerne tehnike, a naročito nove tehnike, u cilju unapređenja djelatnosti distribucije električne energije. Tu je i pitanje oblikovanja električnih mreža distribucije, zatim standardizacija i tipizacija kao i pitanje izvedbe investicionih radova: što raditi u vlastitoj režiji vlastitim snagama a što putem drugih specijaliziranih izvođača. Osim toga, treba snimiti i stanje još ne preuzete seoske i druge električne mreže kako bi se mogao ocijeniti njihov utjecaj na ekonomiku distributivnog poduzeća u času preuzimanja. Posebno pitanje predstavlja i materijalno snabdijevanje distribucije potrebnim količinama i asortimanom materijala.

Sl. 1. Slapovi Plive u Jajcu

Na području proširene reprodukcije nije definitivno riješeno ni pitanje razgraničenja investicija na graničnim mjestima udružene elektroprivrede i distribucije. Ako udružena elektroprivreda ne proširuje svoju mrežu prijenosa u skladu s razvojem potrošnje električne energije, na mreži distribucije nastat će usko grlo proizvodnje na tom graničnom dijelu energetskih postrojenja što će se negativno odraziti na potrošače distributivnih poduzeća. U praksi se već pojavljuju poteškoće.

Od faktora koji utječu na novi kvalitet poslovanja poduzeća značajan je i novi tarifni sistem i opći uvjeti za isporuku električne energije, koji iz osnova mijenjaju odnose isporučioca i potrošača električne energije. S tim u vezi treba unapređivati i organizaciju rada službe za prodaju električne energije (očitanje brojila, kontrola ispravnosti brojila, tarifna politika poduzeća, tarifiranje potrošača, analiza realizacije i to analizom granične rentabilnosti stupnja tarife, dinamike strukture potrošača, prosječne realizirane cijene i dr.) i službe odnosa s potrošačima električne energije izdavanjem uputstava o trošilima i o primjeni električne energije te prikladnih popularnih publikacija. Osim toga, posebno treba razmotriti i pitanje tarifiranja električne energije po troškovnom principu, zatim pitanje usklađenja sezona i diferencijacije cijena prema dobu dana potrošnje, ali u skladu sa stvarnim energetskim karakteristikama pojedinih distributivnih poduzeća i dr.

Sva ova pitanja zahtijevaju izmjenu iskustava i raspravu rukovodilaca poduzeća na široj osnovi pa je na inicijativu direktora distributivnih poduzeća Zagreba, Ljubljane, Beograda, Sarajeva, Splita, Pule, Celja, Skopja, Banja Luke i dr. zaključeno, da se takvo savjetovanje održi još u toku mjeseca novembra 1964.

Za ovo I Savjetovanje rukovodilaca poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije utvrđeno je 8 tema i to:

1. Sposobnost djelovanja distributivnih poduzeća u postojećim organizacionim formama.
2. Stanje i konsolidacija postojeće distributivne mreže.
3. Proširenje distributivne mreže.
4. Razgraničenje proširene reprodukcije u elektroprivredi.
5. Materijalno snabdijevanje.
6. Organizacija rada službe za prodaju električne energije.
7. Tarifni sistem i nove tarife.
8. Opći uvjeti za isporuku električne energije.

Organizacija savjetovanja povjerena je Poslovnom udruženju poduzeća za distribuciju električne energije SR Bosne i Hercegovine iz Sarajeva.

Savjetovanje je održano u Jajcu od 17. do 19. novembra 1964. s programom rada prije i poslije podne. Organizator je osigurao sve uvjete za dobar rad, a pripremio je i prikladne priredbe i stručne izlete za učesnike savjetovanja.

Savjetovanju je prisustvovalo oko 140 rukovodilaca distributivnih poduzeća i njihovih poslovnih udruženja, te gosti iz organa državne uprave i Zajednice elektroprivrednih poduzeća BiH, Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, specijaliziranih poduzeća i instituta.

Na savjetovanju je izloženo niz referata, koreferata i prijedloga, a u toku diskusije raspravljena su u okviru raspoloživog vremena sva tretirana pitanja.

Rad I Savjetovanja rukovodilaca poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije rezimiran je slijedećim zaključcima:

1. Postojeće organizacione forme u većini distributivnih poduzeća ne odgovaraju ulozi, zadacima i društvenoj odgovornosti distributivnih poduzeća u novim uvjetima poslovanja.

Ovo stanje posljedica je ranijih ekonomsko-pravnih odnosa u elektroprivredi, gdje je sistem normiranja tzv. ekonomsko-potrebnih troškova poslovanja i dohotka uvjetovao ovakve organizacione forme distributivnih poduzeća.

2. Distributivna poduzeća trebaju u narednom periodu razvijati i dalje usavršavati one službe preko kojih će izvršavati svoje kvantitativno i kvalitativno proširene zadatke u novim uvjetima poslovanja.

Za prilagođavanje novim uvjetima privređivanja potreban je izvjesni prelazni period. Duljina perioda prilagođavanja, odnosno organizacionog jačanja zavisit će od intenziteta prilagođavanja postojećeg stanja službi unutar distributivnih poduzeća te njihovih razvojnih koncepcija i drugih elemenata.

Sposobnost distributivnih poduzeća u rješavanju svih otvorenih pitanja zavisit će od duljine prilagođavanja novim uvjetima privređivanja pa treba nastojati da se period prilagođavanja što više skrati.

3. U narednom periodu organizacionog jačanja distributivnih poduzeća treba uvoditi metode naučno-istraživačkog rada u rješavanju svih otvorenih pitanja distribucije električne energije.

Uvođenje ovih metoda treba biti stalni stil rada kako u okviru samih distributivnih poduzeća tako i putem suradnje preko poslovnih udruženja i drugih organizacija.

S obzirom da je broj studijskog kadra u distribuciji nedovoljan treba koordinirati studijski rad onih stručnjaka u pojedinim distributivnim poduzećima koji se isključivo bave studijem aktuelnih tehničkih ekonomskih i organizaciono-pravnih pitanja s područja distribucije. Republička poslovna udruženja i Koordinacioni odbor distribucije treba da prouče i predlože način suradnje ovih kadrova i s postojećim elektroprivrednim institutima.

S tim u vezi treba što prije sastaviti program studijskih tema i izvršiti podjelu rada po republikama i poduzećima tako da izabrana poduzeća budu nosioci određenih studija. To je najbolji način kompenzacije nedostatka studijskih kadrova u distribuciji i elektroprivrednim institutima.

4. U uvjetima tehnološkog procesa elektroprivrede treba u daljnjem radu postići tješnju suradnju svih elektroprivrednih djelatnosti prilikom akcija i stavova od zajedničkog interesa kod rješavanja tehničkih, ekonomskih i organizaciono-pravnih problema. Na tom području treba pojačati suradnju s elektroprivrednim zajednicama i Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede.

5. U cilju razmjene i stručnih mišljenja te svođenja ovih na nivo stručne dokumentacije potrebno je organizirati posebne publikacije (stručne časopise, novine i sl.), koje bi obrađivale isključivo djelatnost distribucije električne energije.

6. Distribucija električne energije nema dovoljno visokokvalificiranih i kvalificiranih radnika. Potrebno je zbog toga nastojanje distributivnih poduzeća, da se u narednom periodu sastave posebni nastavni programi za školovanje kadrova u distribuciji. Školovanje ovih kadrova treba osigurati osnivanjem odgovarajućih vlastitih školskih centara i škola kao i formiranjem distributivnih odjeljenja u postojećem sistemu školovanja.

7. Sadašnji stupanj razvoja elektroprivrede zahtijeva daljnje stručno usavršavanje njenih ekonomista i inženjera. Radi toga treba zajedno s udruženom elektroprivredom poduzeti odgovarajuće korake i mjere za organizaciju postdiplomskog studija, smjera elektroenergetike, na ekonomskom i elektrotehničkom fakultetu.

8. Ustanovljen je odliv uglavnom najkvalitetnijih kadrova kod svih poduzeća za distribuciju električne energije. Razlozi su slijedeći:

— posebno teški uvjeti rada (isključivo terenski rad, rad pod naponom, opasnost po život, zdravlje i sl.);
— neprekidnost tehnološkog procesa u elektroprivredi (traje svih 24 sata);
— radnik u elektroprivredi nema limitirano radno vrijeme, što znači da i u slobodnim časovima može biti pozvan na rad;
— osobni dohoci visokostručnog osoblja, visokokvalificiranih i kvalificiranih radnika relativno su niski u odnosu na spomenute uvjete rada.

Da bi se spriječio odliv kvalitetnog kadra treba poboljšati radne uvjete boljom higijensko-tehničkom i zdravstvenom zaštitom, a osigurati treba i uvjete za realizaciju odgovarajuće visine osobnih dohodaka.

9. Službe pripreme i kontrole rada nisu u distributivnim poduzećima dovoljno razvijene i ne odgovaraju realnim potrebama, što se nepovoljno odrazuje na produktivnost i na sistem raspodjele unutar poduzeća.

Potrebno je stoga u narednom periodu posvetiti posebnu pažnju organizaciji pripreme i kontrole rada u svim poduzećima.

10. Mehanizacija i opremljenost rada zaostaju za razvojem električne mreže i za porastom opterećenja i potrošnje električne energije što nepovoljno utječe na produktivnost i kvalitet uzdržavanja mrežnih postrojenja.

Distributivna poduzeća trebaju poduzimati odgovarajuće mjere za povećanje tehničke opreme rada suvremenim sredstvima (alati i instrumenti, sredstva higijensko-tehničke zaštite, uređaji za ispitivanje releja, uređaji za lokalizaciju kvarova i dr.).

11. Iako je djelatnost eksploatacije mreže u većini poduzeća najbolje organizirana u odnosu na druge djelatnosti, ipak nije toliko osposobljena da bi mogla obavljati svoje zadatke u novim izmijenjenim uvjetima poslovanja. Postojeći opći uvjeti isporuke električne energije, prošireni zahtjevi potrošača s obzirom na kvalitet i sigurnost snabdijevanja električnom energijom u vezi sve složenije im proizvodnje i sl. zahtijevaju na području osiguranja pogonske sposobnosti i sigurnosti daljnja tehnička i organizaciona poboljšanja. U tu svrhu treba osigurati ne samo potreban broj visoko i srednjestručnog kadra već i mehanizaciju elektroenergetskih postrojenja, daljinsko upravljanje, telekomunikaciju, odgovarajuća prevozna sredstva, tehničku zaštitu i zaštitu radnika.

12. Djelatnost proširenja i izgradnje nove električne mreže vrlo je obimna pa zahtijeva i formiranje odgovarajućih studijsko-razvojnih službi. Ne bi trebalo da distributivna poduzeća izvode sve radove oko izgradnje elektroenergetskih postrojenja vlastitim snagama, već treba uspostaviti takve odnose kooperacije s proizvođačima elemenata električne mreže koji će osigurati

Sl. 2. Radno predsjedništvo

brzu, ekonomičnu i kvalitetnu izgradnju električne mreže. Ovakav način rada zahtijeva i kvalitetnu nadzornu službu.

13. U uvjetima bivših ekonomskih odnosa unutar elektroprivrede i nedovoljne materijalne osnove za normalno odvijanje osnovne djelatnosti distribucije električne energije, poduzeća su bila primorana razvijati i sporedne djelatnosti kako bi realizacijom proizvodnje ovih djelatnosti mogla rješavati probleme svoje osnovne djelatnosti. Ponegdje su sporedne djelatnosti preuzele primat u poduzećima što je negativno utjecalo na osnovnu djelatnost poduzeća. Odnose sporednih i osnovne djelatnosti treba u novim materijalnim uvjetima poslovanja prilagoditi realnim potrebama.

14. Ekonomsko-analitička služba i knjigovodstvo slabo su dimenzionirani. U nekim poduzećima nije još ni oformljena služba ekonomske analize, a uvođenju mehanografije u službama prodaje električne energije i u knjigovodstvu ne posvećuje se potrebna briga. Posljedica toga su neažurnost podataka, zakašnjele ekonomske analize i slabe ekonomske akcije. Ova pitanja treba hitno riješiti jer o njihovom rješenju zavisi kvalitet poslovanja distributivnih poduzeća.

15. Praksa je pokazala da su poslovna udruženja, osnovana na inicijativu distributivnih poduzeća, odigrala u proteklom periodu značajnu ulogu kod rješavanja zajedničkih problema. Ovakva forma zajedničkog rada bit će i ubuduće vrlo korisna.

Osim ovakve suradnje distributivnih poduzeća na područjima pojedinih republika potrebna je i određena koordinacija rada na saveznom nivou. Takvu suradnju treba održavati preko Koordinacionog odbora distribucije Jugoslavije.

Koordinacioni odbor treba proučiti i provesti u život takav oblik koordinacije rada koji će omogućiti što šire sudjelovanje distributivnih poduzeća u rješavanju zajedničkih problema i osigurati uvažavanje njihovih stavova kod državnih i drugih organa.

16. Treba pratiti sve predložene izmjene privrednog sistema i analizirati njihov utjecaj na ekonomiku distribucije električne energije. Istovremeno treba projektirati i odgovarajuće akomodacije poslovanja tim novim ekonomskim regulativima te predlagati prema potrebi i izmjene ili nadopune postojećih propisa.

Sl. 3. Skup učesnika

17. Kako u narednom periodu treba računati s redukcijom električne energije i zapornim tarifama, Koordinacioni odbor distribucije će preko odgovarajućih stručnih komisija predložiti kriterije reduciranja energije i način primjene propisanih zapornih tarifa na potrošače distribucije. Osim toga treba osigurati da elektroprivredne zajednice obračunavaju propisane redukcije energije u globalu za cijelu distribuciju na svom području tako, da se prekoračenje zadanog globalnog kontingenta zaračunava srazmjerno prekoračenju potrošnje energije onih poduzeća koja su u prekoračenju.

18. Razgraničenje vodova između superponirane i temeljne elektroprivrede, odnosno između proizvodnje i prenosa s jedne i distribucije električne energije s druge strane, provedeno je na principu veličine napona a taj princip nije u skladu s principom funkcionalne podjele rada između obih elektroprivreda. Budući da su proizvodnja i prenos udruženi u cilju interkoneksije proizvodnje električne energije to ovoj asocijaciji treba dodijeliti na upravljanje samo one vodove koji služe takvoj proizvodnji. Isto tako, nisu objektivno razgraničeni ni potrošači električne energije između superponirane i temeljne elektroprivrede. Godišnja potrošnja električne energije iznad 50 GWh kao kriterij razgraničenja potrošača na visokom naponu nije u skladu s principom funkcionalne podjele rada pa dolazi do ukrštavanja kompetencija. Do donošenja zakonskih propisa koji treba da reguliraju postojeći nesklad u razgraničenju, Koordinacioni odbor distribucije treba kod nadležnih organa državne uprave ishoditi da se sadašnje razgraničenje ne mijenja. Koordinacioni odbor distribucije treba u tom smislu podnijeti konkretni prijedlog nadležnim organima.

19. Koordinacioni odbor distribucije treba pribaviti najnoviji nacrt Osnovnog zakona o elektroprivredi kako bi se distributivna poduzeća upoznala s njegovim sadržajem i kako bi mogla dati svoje primjedbe.

Koordinacioni odbor treba da prati eventualni daljnji tok izrade nacrta ovog zakona kako bi prema potrebi mogao intervenirati u cilju osiguranja odgovarajućeg položaja djelatnosti distribucije u okviru elektroprivrede. Osim toga treba zatražiti od svih mjerodavnih organa da se propisi koji tangiraju djelatnost distribucije električne energije ne bi donosili bez učešća njenih predstavnika.

20. U cilju povećanja produktivnosti rada u distributivnim poduzećima treba ocijeniti volumen svakog pojedinog rada i izraziti ga usporedivim jedinicama rada.

21. Koordinacioni odbor distribucije treba utvrditi minimum zajedničkih indikatora za praćenje ekonomike distribucije električne energije na svim nivoima.

22. Koordinacioni odbor distribucije treba oformiti radnu grupu koja će sastaviti komunike Prvog savjetovanja rukovodilaca poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije o pogrešnom obavještavanju javnosti preko štampe u vezi primjene novog tarifnog sistema.

23. Pogonska sposobnost i tehničko stanje distributivnih mreža ne odgovaraju potrebama stalnog i kvalitetnog snabdijevanja potrošača i privrede električnom energijom. Uslijed takvog stanja društvena zajednica trpi velike štete.

Zbog toga treba poboljšati i unapređivati pogonsku sposobnost i tehnički nivo distributivne mreže kako bi odgovarala potrebama potrošača. U tu svrhu treba izraditi i odgovarajuće tehničke koncepcije razvoja distributivnih mreža a kroz realnu politiku nivoa cijene električne energije osigurati potrebna sredstva za ostvarenje ovih koncepcija. Posebno se naglašava loše stanje seoske mreže uslijed čega su za njenu konsolidaciju potrebna dodatna sredstva.

24. Pitanjima tehničke koncepcije razvoja distributivnih mreža nije bila posvećena dovoljna pažnja. U tom pogledu vlada prilična neusaglašenost između distributivnih poduzeća pa treba sastaviti dobro proučene i detaljno razrađene tehničke koncepcije razvoja distributivnih mreža u skladu s razvojem potrošačkih područja. Pri tome treba, što je moguće više, razmjenjivati iskustva između distributivnih poduzeća.

25. U cilju osiguranja stalnog snabdijevanja potrošača električnom energijom treba na različitim naponima osigurati u većoj mjeri višestrano napajanje konzuma.

26. Distributivna poduzeća su obavezna proširivati kapacitete električnih mreža u skladu sa stalno rastućim potrebama za električnom energijom. U postojećem kreditnom sistemu ne postoji, u pravilu, kreditor koji bi osiguravao kreditna sredstva za proširenje kapaciteta električne mreže distribucije. U takvoj situaciji distributivna poduzeća trebaju sama osigurati ova sredstva. To je moguće putem cijene električne energije i sudjelovanjem potrošača u financiranju izgradnje distributivne mreže.

27. Izmjenom i dopunom Pravilnika o općim uvjetima isporuke električne energije treba osigurati kvalitetnu električnu energiju distributivnih poduzeća od strane udruženih proizvodno-prenosnih poduzeća suglasno obavezama koje distribucija ima prema svojim potrošačima.

28. U cilju smanjenja trajnosti zastoja u snabdijevanju potrošača električnom energijom preporuča se provoditi sistem tropolnog ponovnog uključivanja naročito na zračnim vodovima 10 kV i u trafostanicama 35/10 kV.

29. U pogledu osvajanja nove tehnike neće doći do zadovoljavajućeg rezultata ako se studije ovih pitanja ne koordiniraju između distributivnih poduzeća. Radi toga treba održavati povremene konsultacije kako bi se na taj način zauzeli konačni stavovi o primjeni nove tehnike u distribuciji.

30. U cilju smanjenja vršnih opterećenja treba proučiti mogućnost pomicanja radnog vremena pojedinih grana privrede ili pojedinih poduzeća potrošača električne energije.

31. Radi boljeg iskorištenja elektroenergetskih postrojenja treba stimulirati potrošače na smanjenje potrebne reaktivne energije iz mreže.

32. Zaštita u elektroenergetskim postrojenjima distribucije ima ulogu zaštite opreme i uređaja u cilju omogućenja stalnog snabdijevanja potrošača električnom energijom, i to ograničavanjem ispada iz napona samo onih uređaja koji su u kvaru. Da bi se ostvarila ovakva uloga zaštite potrebna je ugradnja suvremenih zaštitnih uređaja i osiguranje selektivnosti zaštite od napojnih mjesta do potrošača.

Sl. 4. Skup učesnika

Posebnu pažnju treba posvetiti zaštiti uređaja u transformatorskim stanicama 10/0,4 kV i težiti da ona bude što jednostavnija i tehnički potpuno sigurna, s obzirom na njenu masovnost. Pri tome treba koristiti već stečena iskustva pojedinih distributivnih poduzeća.

33. Daljinsko upravljanje raznim operacijama u trafostanicama na 35/10 kV ima svoje ekonomsko i tehničko opravdanje. Za primjenu ove tehnike postoje realne mogućnosti jer je naša industrija osvojila proizvodnju uređaja za daljinsko upravljanje.

Kod razmatranja ovih pitanja treba uspostaviti uži kontakt s proizvođačima opreme a prije toga uskladiti zahtjeve tehnike i potrebe distributivnih poduzeća.

34. Osnovni nedostatak zaštite distributivnih mreža je njena neusaglašenost sa sistemom zaštite prenosne mreže. Radi toga treba postaviti zahtjev udruženoj elektroprivredi da se karakteristike zaštite usaglase.

35. Na stalnost snabdijevanja potrošača električnom energijom utječe, osim navedenih uvjeta, i dužina trajanja remonta elektroenergetskih postrojenja u distributivnoj i prenosnoj mreži. Treba poduzeti odgovarajuće mjere kako bi se trajanje remonta u distributivnoj mreži svelo na najmanju mjeru. Isto tako treba zatražiti od prenosnih poduzeća veću efikasnost kod obavljanja planiranih remonata te da se remonti obavezno vrše u okviru planiranih termina. U tom cilju treba proučiti i pitanje rada pod naponom.

36. Da bi se osigurao bolji kvalitet materijala i opreme koja se ugrađuje u električnu mrežu distribucije treba tražiti od industrije ateste koje su tvornice dužne dati.

37. Hitno treba proučiti i riješiti pitanje vrste i kvaliteta stupova koji se ugrađuju u električnu mrežu distribucije.

38. Treba skupiti i sumirati potrebe distributivnih poduzeća za specijalnim vrstama sredstava rada i za-

interesirati industriju za tu proizvodnju. Veće narudžbe smanjuju troškove proizvodnje a time i nabavnu cijenu.

39. Treba proučiti pitanje zaštite potrošača od dodira napona opasnog po život i predložiti odgovarajuća rješenja.

40. Postojeći propisi za uzdržavanje postrojenja električne mreže nisu u skladu s praksom pa ih treba dopuniti i izmijeniti i stalno dotjerivati u skladu sa suvremenim iskustvima.

41. Treba proučiti pitanje financiranja troškova priključivanja potrošača na distributivnu mrežu i predložiti što je moguće jednoobraznije rješenje.

42 Većina distributivnih poduzeća nije u dovoljnoj mjeri sagledala perspektivu razvoja svoje električne mreže. Treba pristupiti izradi dugoročnih planova modernizacije i proširenja električnih mreža distribucije primjenjujući standardizaciju i tipizaciju pojedinih elemenata mreže.

43. Posebno treba razmotriti pitanje izgradnje električne mreže u neelektrificiranim područjima. Pitanje nerentabilnosti investiranih sredstava u seosku električnu mrežu nije riješeno.

U cilju veće zainteresiranosti distributivnih poduzeća za elektrifikaciju novih područja treba omogućiti formiranje posebnih tarifnih stavova za područja s nerazvijenom potrošnjom električne energije koji bi bili viši od tarifnih stavova matičnog područja.

Razlika u cijeni između novoelektrificiranog i matičnog područja mogla bi se ublažiti primjenom metode progresivne amortizacije proporcionalne obujmu potrošnje električne energije.

44. Dok je u primjeni postojeći Zakon o elektroprivrednim organizacijama koji podjelu mreže na temeljnu i superponiranu vrši u zavisnosti od veličine napona postrojenja, proširenu reprodukciju financira, u pravilu, onaj partner u čijim se osnovnim sredstvima nalazi odgovarajuće postrojenje.

Nakon izvršene dosljedne podjele rada u elektroprivredi, financiranje proširene reprodukcije temeljne električne mreže vršila bi distributivna poduzeća, a superponirane električne mreže proizvodno prenosna poduzeća.

45. U cilju osiguranja veće zainteresiranosti udružene elektroprivrede za pravovremenu izgradnju proizvodnih i prenosnih kapaciteta trebalo bi odgovarajućim zakonskim propisima povećati njenu odgovornost u odnosu na obaveze prema distributivnim poduzećima.

46. Većina distributivnih poduzeća ima velike poteškoće kod snabdijevanja potrebnim količinama i asortimanima materijala. Naročito se osjeća nedostatak stanovitih vrsta kabela, drvenih i betonskih stupova, vodiča, drvene građe i cementa uslijed čega se u nekim poduzećima nije mogao izvršiti plan investicija. Smatra se da bi tvornice kabela i vodiča trebale prvenstveno podmirivati potrebe domaćeg tržišta. Ovo se također odnosi i na ostale proizvođače kritičnog materijala potrebnog distributivnim poduzećima.

47. Republička poslovna udruženja i Koordinacioni odbor distribucije treba da poduzmu odgovarajuće mjere kako bi se osiguralo snabdijevanje distributivnih poduzeća potrebnim količinama i asortimanima kritičnog materijala.

48. Osim kritičnog materijala, koji se proizvodi u zemlji, distributivna poduzeća trebaju relativno manje količine stanovitih materijala (alati i instrumenti) koji se mogu nabaviti isključivo na inozemnim tržištima.

Distributivna poduzeća ne raspolažu dovoljnim deviznim sredstvima pa te potrebe ostaju uglavnom nepodmirene.

Ovo pitanje treba iznijeti pred nadležne savezne organe i tražiti odgovarajuće rješenje.

49. Služba prodaje električne energije dobiva u novim uvjetima privređivanja nove kvalitete i postaje neobično važna u poslovanju distributivnih poduzeća. Ovoj službi nije bila posvećena dužna pažnja u ranijim ekonomskim odnosima elektroprivrede pa ju zato karakterizira niska stručnost uposlenog osoblja i slaba organizacija rada. U narednom periodu treba ovoj službi posvetiti posebnu pažnju i omogućiti joj organizaciono i kadrovsko jačanje.

U cilju rješenja ovog problema preporučuje se uža suradnja poduzeća i izmjena iskustava te održavanje posebnih seminara i savjetovanja na tu temu.

50. U cilju unapređenja odnosa s potrošačima električne energije treba u poduzećima organizirati posebne službe za obavještavanje potrošača o ulozi i radu distributivnih poduzeća, o ispravnom načinu korištenja električne energije, o novom tarifnom sistemu i o optimalnoj primjeni njegovih kondicija.

51. Stabilnost određenog stupnja ekonomike distribucije električne energije usko je vezana uz stabilnost bilance njenih cijena: kalkulativne cijene prodaje i cijene realizacije po tarifama.

U sadašnjim uvjetima nestabilnih odnosa kalkulativne i realizirane cijene električne energije negativan je i kvalitet njenih proporcija. Utjecajem porasta tržnih cijena elemenata reprodukcije troškovi distributivnih poduzeća stalno rastu a dohodak im opada. Da bi se omogućilo automatsko reflektiranje kretanja tržnih cijena elemenata reprodukcije distribucije na veličinu cijene električne energije treba uvesti odgovarajući sistem prilagođavanja odobrenih tarifa tim tržnim kretanjima pomoću tzv. parametriranja elemenata kalkulativne cijene prodaje.

U tu svrhu treba formirati posebnu stručnu grupu u okviru Koordinacionog odbora sa zadatkom da izradi sistem prilagođavanja cijene električne energije kretanjima tržnih cijena elemenata reprodukcije distribucije te da o tome sastavi posebni elaborat u obliku prijedloga nadležnim organima državne uprave.

52. Postojeći tarifni sistem razvrstava potrošače električne energije po naponima, dakle, prema veličini troškova distribucije. Međutim unutar ovakovih grupa potrošača tarifni sistem zadržava još uvijek podjelu i po namjeni potrošnje. Podjelu potrošača električne energije po namjeni potrošnje treba tretirati kao prelazno stanje s tim da se u toku daljnjeg razvoja tarifnog sistema postepeno eliminira.

53. Uvođenje sezona u tarifu električne energije predstavlja novi elemenat stimulacije potrošača s kojim se vrijeme i količina njihove potrošnje usmjerava na bolje iskorištenje elektroenergetskih postro-

jenja. Preporuča se distributivnim poduzećima da ovaj način stimuliranja potrošača što bolje primijene u predviđene svrhe.

54. Postojeći tarifni sistem dijeli dnevnu potrošnju električne energije na doba veće i doba manje tarife. Ova podjela dnevne potrošnje jednoobrazno je propisana za sva distributivna poduzeća Jugoslavije pa zbog toga ne odgovara stvarnim karakteristikama dnevnog dijagrama opterećenja pojedinih distributivnih poduzeća. Svrha podjele dnevne potrošnje električne energije na doba veće i doba manje tarife nije uslijed toga postigla, u većini slučajeva, svoj cilj pa Pravilnik o tarifnom sistemu treba izmijeniti u toliko što će se utvrditi samo duljina trajanja doba veće i doba manje tarife, dok će vrijeme primjene veće i manje tarife određivati pojedino distributivno poduzeće prema energetskim karakteristikama potrošnje svog područja snabdijevanja električnom energijom.

55. Način obračunavanja i plaćanja doprinosa za snagu prema broju i površini prostorija potrošača električne energije, zastario je. Radi toga treba utvrditi bolji način mjerenja angažirane snage onih grupa potrošača kod kojih se ta snaga danas ne mjeri. Kako postojeći tarifni sistem nije precizno riješio ovo pitanje treba ga u okviru Koordinacionog odbora proučiti, imajući pri tome u vidu perspektivni razvoj mjerne tehnike kod nas i u svijetu, te predložiti takvo definitivno rješenje koje se s tehničkog i ekonomskog stanovišta može provesti u život.

56. Postojećim tarifnim sistemom određeno je, da viša sezona traje 4, a niža sezona 8 mjeseci.

S obzirom na energetsku situaciju u kojoj se nalazi elektroprivreda, predviđeno je uvođenje tzv. zapornih tarifa. Ove tarife se mogu primijeniti uglavnom samo na ugovorne potrošače, dok je primjena zapornih tarifa na potrošače koji se snabdijevaju na mreži niskog napona, praktički neizvediva. Postoji mogućnost da se ovo pitanje riješi produljenjem roka trajanja više sezone, odnosno primjenom tarifa više sezone i u mjesecima nestašice električne energije.

Ovo pitanje treba u tom smislu proučiti u okviru Koordinacionog odbora distribucije i predložiti odgovarajuću izmjenu tarifnog sistema.

57. Novi tarifni sistem pretpostavlja mjerenje potroška električne energije dvotarifnim brojilima. Međutim, većina potrošača na niskom naponu nema takvih brojila.

Ovaj problem naročito je akutan i osjetljiv kod grupe potrošača »kućanstvo«.

Rješenje ovog problema zavisi od snaga i ekonomskih mogućnosti distributivnih poduzeća te od njihove suradnje s potrošačima električne energije i proizvođačima takvih mjernih uređaja.

Snabdijevanje svih zainteresiranih potrošača električne energije dvotarifnim brojilima predstavlja dugoročnu perspektivu, pa rješenje ovog pitanja ne treba očekivati u nekom kraćem vremenskom razdoblju.

58. U cilju postizanja većeg elasticiteta na području stimuliranja potrošača električne energije boljem prilagođavanju njihove potrošnje energetskim mogućnostima distributivnih poduzeća, treba smjelije pristupiti proučavanju i primjeni mrežne telekomande a toj primjeni prilagoditi i tarifni sistem.

59. Stručne komisije u okviru Koordinacionog odbora treba da obrade i predlože način osiguranja sredstava za naknadu štete potrošačima električne energije koja nastaje uslijed poremećaja isporuke, kao i uslijed lošeg kvaliteta isporučene električne energije. U tu svrhu treba postići i odgovarajuće aranžmane sa Zavodom za osiguranje.

60. Zaključci Prvog savjetovanja rukovodilaca distributivnih poduzeća Jugoslavije predstavljaju rezime stavova o najbitnijim problemima distributivnih poduzeća.

Ovi zaključci treba da služe kao osnova daljnjeg rada distributivnih poduzeća, njihovih poslovnih udruženja i Koordinacionog odbora distribucije Jugoslavije.

61. Sa zaključcima treba upoznati odgovarajuće republičke i savezne organe kao i Zajednice elektroprivrednih poduzeća i Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede.

Prilikom upoznavanja Zajednice jugoslavenske elektroprivrede s ovim zaključcima treba istaći neophodnost akitvnog angažiranja predstavnika distributivnih poduzeća kod tretiranja problema elektroprivrede a posebno u slučajevima tretiranja onih pitanja koja neposredno tangiraju elektrodistributivna poduzeća.

D. F.

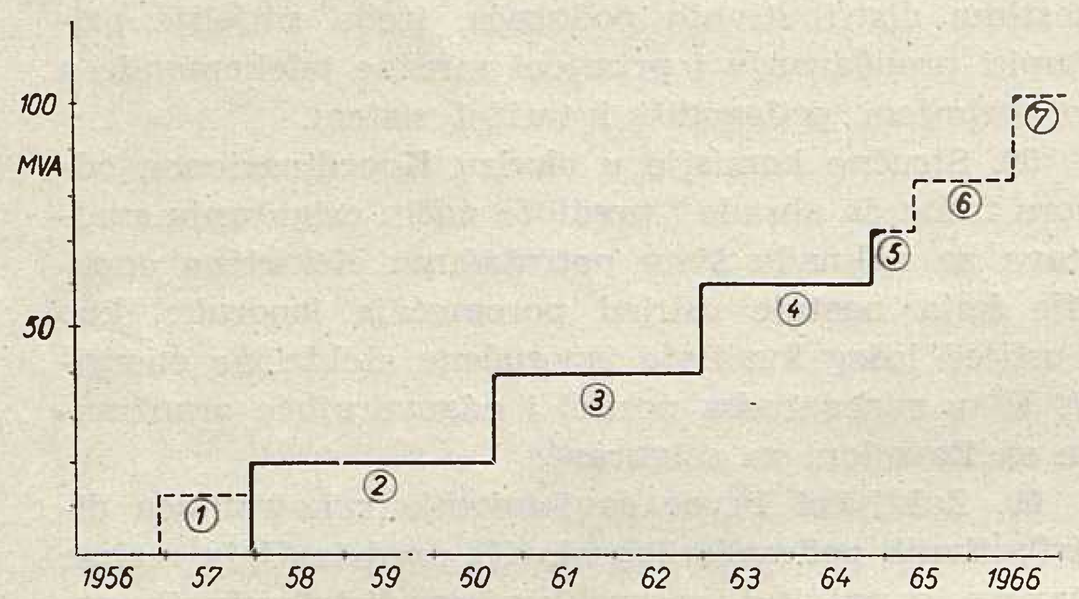
ZAMJENA TRANSFORMATORA U STANICI 110/30 kV BRIJEST — OSIJEK

Novo povećanje snage transformatora u istočnoj Slavoniji

Od 20. do 23. 10. 1964. izvršena je zamjena transformatora u stanici 110/30 kV Brijest — Osijek. Kako je stari transformator bio snage 20 MVA prijenosnog omjera 110/31,5 kV, a novopostavljeni transformator ima snagu 31,5 MVA s prijenosnim omjerom 110/36,75 kV, tom zamjenom nije samo povećana snaga transformacije, nego je također dovršena prva etapa prijelaza TS 110/30 kV Brijest i njenog konzumnog područja od 30 na 35 kV. Potpuni prijelaz cijelog konzumnog područja na 35 kV izvršit će se u proljeće 1965, kada će i drugi transformator 110/31,5 kV, 20 MVA biti zamijenjen jedinicom 110/36,75 kV, 31,5

MVA. U sadanjoj prvoj etapi s naponom 35 kV snabdijeva se područje grada Osijeka preko tri stanice 35/10 kV (Centar, Zapad i Istok) te područje Baranje također preko tri TS 35/10 kV. Sa 30 kV ostala su konzumna područja Valpovo—Belišće te Našice, Čačinci i Podravska Slatina.

Samoj zamjeni transformatora prethodile su obimne pripreme, jer je trebalo uskladiti radove na zamjeni transformatora s akcijama »Elektroslavonije« Osijek u vezi zamjena, odnosno pregradnji transformatora 30/10 kV na 35/10 kV u spomenutim područjima. Mada je bilo planirano da se ti radovi — zamjena transformatora u stanici Brijestu i prijelaz dijela mreže »Elektroslavonije« na 35 kV — izvrše u 8. mjesecu ove godine, kao u najpovoljnijem vremenu, ipak su oni bili izvršeni tek u drugoj polovini 10.



Porast snage transformacije 110/30—35 kV za konzumno područje Osijeka, Baranje, Valpova, Našica, Podr. Slatine, Vinkovaca, Vukovara i Županje

1) Napajanje od *TS Podvinja* sa 12 — 15 MVA		
TS Brijest		+ *TS Vinkovci*
2) 1 × 20 MVA; 3) 2 × 20 MVA		—
4) 2 × 20 MVA		+ 1 × 20 MVA
5) 1 × 20 MVA	+ 1 × 31,5 MVA	+ 1 × 20 MVA
6) 2 × 31,5 MVA		+ 1 × 20 MVA
7) 2 × 31,5 MVA		+ 2 × 20 MVA (alt. TS Borovo) 1 × 20 MVA)

mjeseca. To je bio vrlo nepodesan termin, jer je za te radove trebalo reducirati oko 50 % konzuma TS Brijest, dok su sami radovi pali u doba naglog jesenjeg povećanja opterećenja (koje je bilo to veće jer su radovi bili započeli nekoliko dana poslije ukidanja redukcije), kao i u doba kampanje šećerne repe, pri čemu nije smjelo doći do prekida napajanja električnom energijom šećerana Osijek i Branjin Vrh, Baranja.

Sami radovi na izmjeni transformatora izvršeni su uglavnom vlastitim snagama »Elektroprenosa« Zagreb. Tako je kompletiranje transformatora 31,5 MVA kao i demontažu postojećeg transformatora 20 MVA te postavljanje novog transformatora u nišu izvršila ekipa vučnog voza. Ostale radove na izmjenama u postrojenju 30 kV, na komandnoj ploči i slično izvršili su radnici ekipe za održavanje pogona »Slavonija«. Projekte potrebne za ovu izmjenu transformatora izradio je Odsjek za zaštitu i mjerenja, dok je samu organizaciju zamjene kao nadzora nad radovima vodio Odjel izgradnje. »Elektroslavonija« Osijek bila je angažirana na polaganju još jednog učinskog kabela između transformatora i postrojenja 30 — 35 kV te na izradi dviju kabelskih glava.

Interesantno je pogledati kojim se je tempom povećavala snaga transformacije 110/30-35 kV u istočnoj Slavoniji, tj. na području Osijeka s Baranjom, Vukovara, Vinkovaca i Županje. Do povezivanja Slavonije s centralnim energetskim sistemom, navedeno područje bilo je napajano iz TE Osijek, Borovo i Županja te DE Vinkovci, koje su sve bile povezane vodovima 30 kV. Dana 11. 11. 1956. pušten je u pogon dalekovod 110 kV Doboj—Brod kao i transformacija 110/30 kV u stanici Podvinje—Sl. Brod snage 20 MVA. Spomenuto područje istočne Slavonije bilo je od toga momenta povezano s energetskim sistemom preko dalekovoda 110 kV Brod—Osijek privremeno u pogonu sa 30 kV, te je uzimalo snagu od cca 12—15 MVA. Navedeni vod pušten je u pogon sa 110 kV dana 8. 12. 1957. kada je bila dovršena transformatorska stanica 110/30 kV Brijest—Osijek sa snagom transformacije od 20 MVA. Porastom konzuma bilo je potrebno povećati snagu transformacije u Brijestu što je i izvršeno dana 31. 8. 1960. kada je pušten u pogon još jedan transformator 110/31,5 kV, 20 MVA. Dalje povećanje snage transformacije na tome području izvršeno je 30. 12. 1962. puštanjem u pogon voda 110 kV Osijek — Vinkovci kao i transformacije 110/36,75 kV, 20 MVA u transformatorskoj stanici 110/35/10 kV Vinkovci. Sada je eto — 23. 10. 1964. — izvršeno daljnje povećanje snage transformacije zamjenom transformatora od 20 na 31,5 MVA; drugi transformator u Brijestu bit će — kako je već rečeno — zamijenjen u proljeće 1965. Ozbiljno se razmatra mogućnost povećanja snage transformacije u stanici 110/35/10 kV Vinkovci sa još jednom jedinicom od 20 MVA odnosno izgradnjom nove transformatorske stanice 110/35 kV u Borovu za energetsko područje Borovo—Vukovar. Priloženi dijagram najbolje ilustrira opisano stanje.

Ovo povećanje snage transformacije potpuno je razumljivo ako se uzme u obzir snažno povećanje elektrifikacije na tom području. Tako je na primjer ovog ljeta na području Vinkovaca potpuno završena elektrifikacija naseljenih mjesta, jer su dva posljednja neelektrificirana sela priključena na mrežu 10 kV. To naglo povećanje konzuma — koji sada iznosi u vrhu preko 50 MW za navedeno područje — zahtijeva hitnu izgradnju transformatorske stanice 220/110 kV Đakovo i voda 220 kV Lukavac — Đakovo, na kojima se očekuje početak radova u idućoj godini.

Božidar Radmilović, dipl. ing.

PRIKLJUČENJE OTOKA VISA NA ZEMALJSKU ELEKTROPRIVREDNU MREŽU

Vis pripada srednjedalmatinskim otocima splitskog područja i od svih većih jadranskih otoka najudaljeniji je od kopna. Površina mu je 89,24 km², a nastanjuje ga oko 7.000 stanovnika.

Plodne doline smještene između planinskih grebena pružaju velike mogućnosti ratarskoj i voćarskoj djelatnosti, koja je zapravo i osnovna djelatnost stanovništva otoka. Industrija na otoku vezana je na osnovne ratarsko-voćarske proizvode — povrće, voće i vino, te jednim dijelom na preradu ribe ulovom ribara tog otoka. Od ostale industrije zastupana je još jedino manjim pogonom tekstilna industrija.

Turistička privreda tek je u začetku premda joj geografski i klimatski uvjeti pružaju ogromne mogućnosti. Do sada se ta grana privrede, pa čak ni druge industrijske grane, nisu mogle razvijati na tom otoku iz objektivnih razloga. Jedan od tih razloga je i donedavno neriješen energetski problem, koji je temelj privrednom i industrijskom razvoju svakog područja.

Energetski izvor otoka Visa bila je dizelska električna centrala ukupne snage 1.425 kVA. Ona nije mogla garantirati snabdijevanje potrošača široke potrošnje, bilo kakav veći razvoj privrede i industrije na otoku, uzimajući u obzir ograničenu snagu, malu sigurnost pogona a k tome još i visoku cijenu električne energije, koja je svojstvena takvoj vrsti pogona.

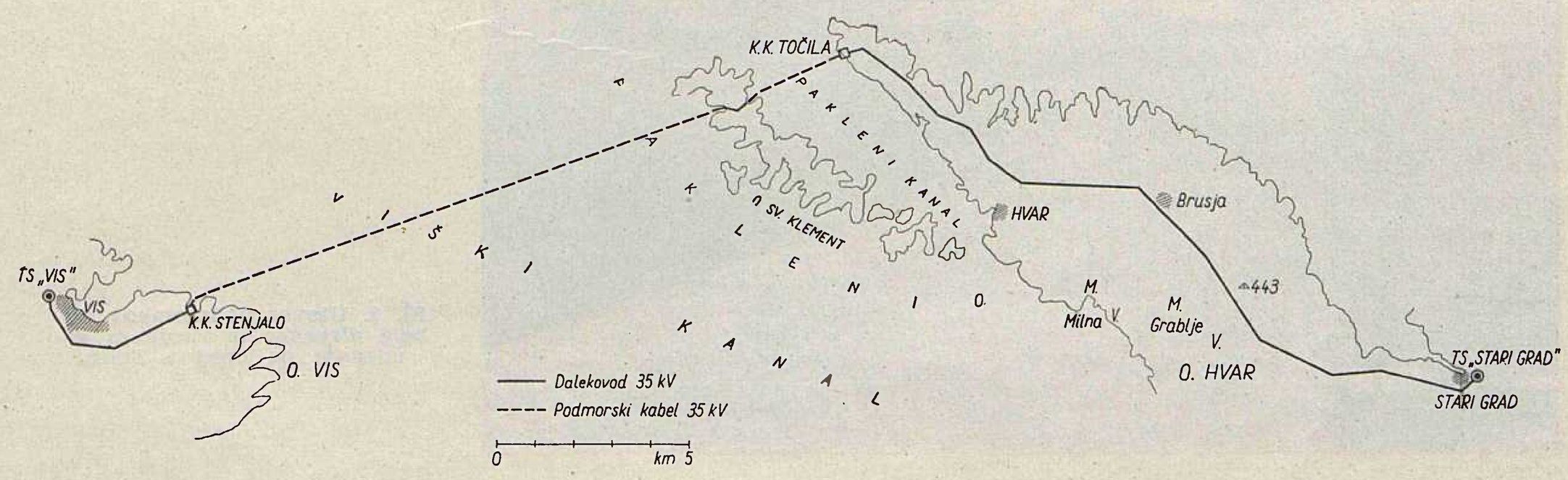
Sve te činjenice bile su povod mjesnim organima da godine 1962. pokrenu akciju rješenja energetskog problema otoka Visa, priključenjem na visokonaponsku mrežu elektroprivrede podmorskim kabelom 35 kV i izgradnjom transformatorske stanice 35/10 kV na otoku Visu. Početkom 1963. završeni su razgovori sa svim zainteresiranim i definitivno je zaključeno da je od svih varijanti rješenja o kojima se dotada raspravljalo, najpovoljnija veza otoka Visa sa elektroprivrednom mrežom, podmorskim kabelom 35 kV, te je ta varijanta i usvojena. Narodni odbor općine Vis preuzeo je obavezu da u najskorije vrijeme osigura izradu potrebne dokumentacije za realizaciju izvedbe potrebnih radova, dok se Elektrodalmacija, Split, poduzeće za distribuciju električne energije, prihvatila uloge investitora radova za potrebe priključka otoka Visa na zemaljsku elektroprivrednu mrežu. Krajem juna 1963. dovršen je investicioni program i idejni projekt potrebnih radova, koji su revidirani pri Tehničkoj komisiji Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u Zagrebu početkom mjeseca jula 1963.

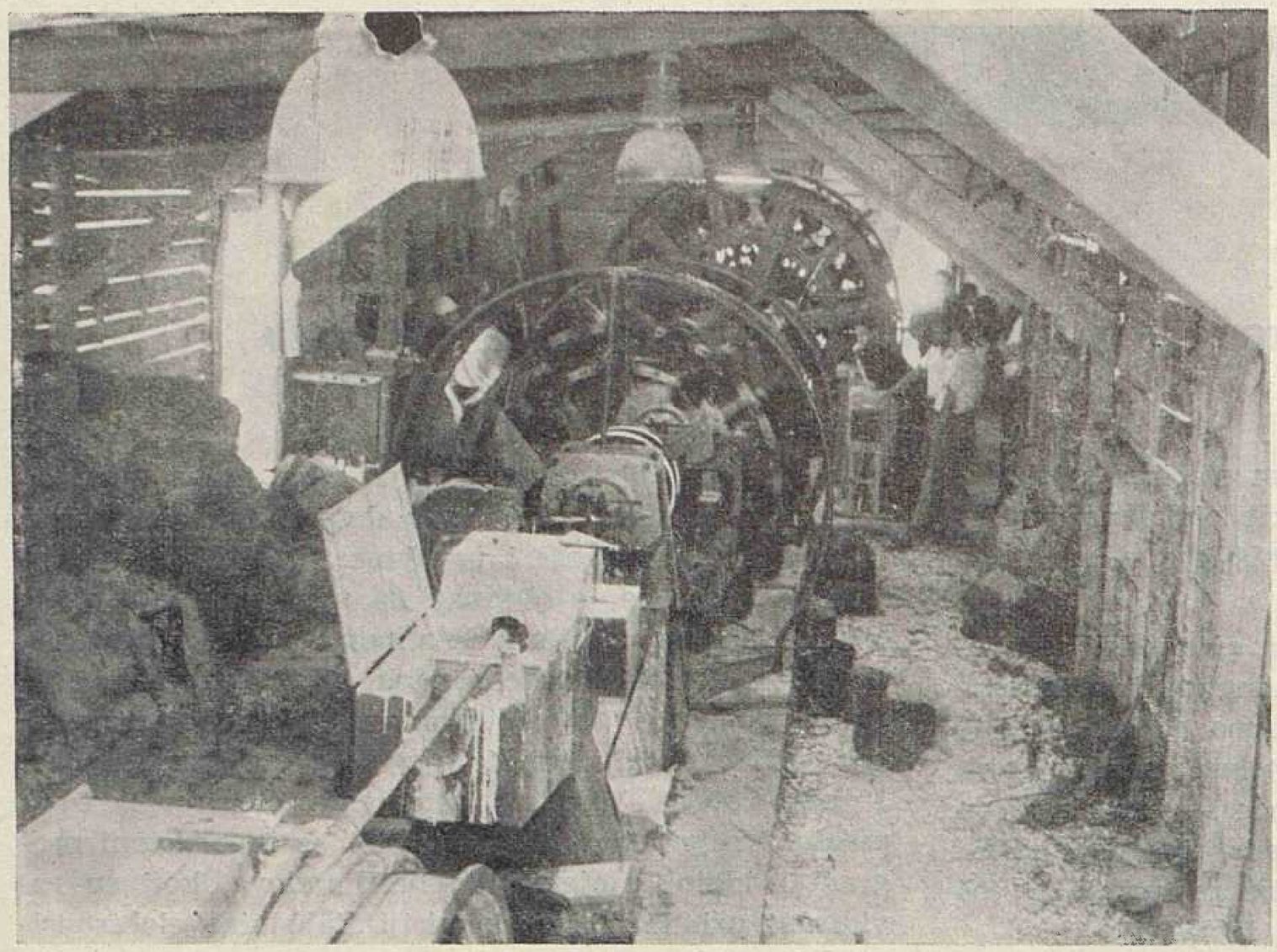
Investitor zajedno sa tehničkom komisijom kao i svim budućim izvođačima imao je veoma težak zadatak pri odabiranju podmorskog kabela, koji je trebao da riješi u ovom slučaju nekoliko težih i specifičnih problema kao što su:

a) polaganje velike dužine kabela cca 18 km na otvorenom moru,
b) s obzirom na veliku dužinu kabela i proizvodne mogućnosti naše »Fabrike kabela — Svetozarevo« odabiranje što manjeg broja spojnica,
c) potreba velike sigurnosti kabela u pogonu s obzirom na kratki vremenski period mogućnosti popravka (IV—IX mjesec), jer se u ostalo vrijeme ne mogu vršiti radovi na otvorenom moru,
d) ekonomski uvjeti — cijena i troškovi polaganja.

Ostala problematika nije bila naročito teška, premda i ona nije bila beznačajna. Dalekovod je trebao da bude siguran — s obzirom na blizinu mora — te je zato jedan dio izuzetno izveden vodičima od bakra zašto je trebalo ishoditi posebnu dozvolu. Obalna zaštita podmorskog kabela bila je također priličan problem, kao i kabelske kućice koje je trebalo izvesti sigurne i zaštićene od težih atmosferskih uslova i po-

Sl. 1. Trasa dalekovoda od Starigrada do Hvara i podmorskog kabela od Hvara do Visa



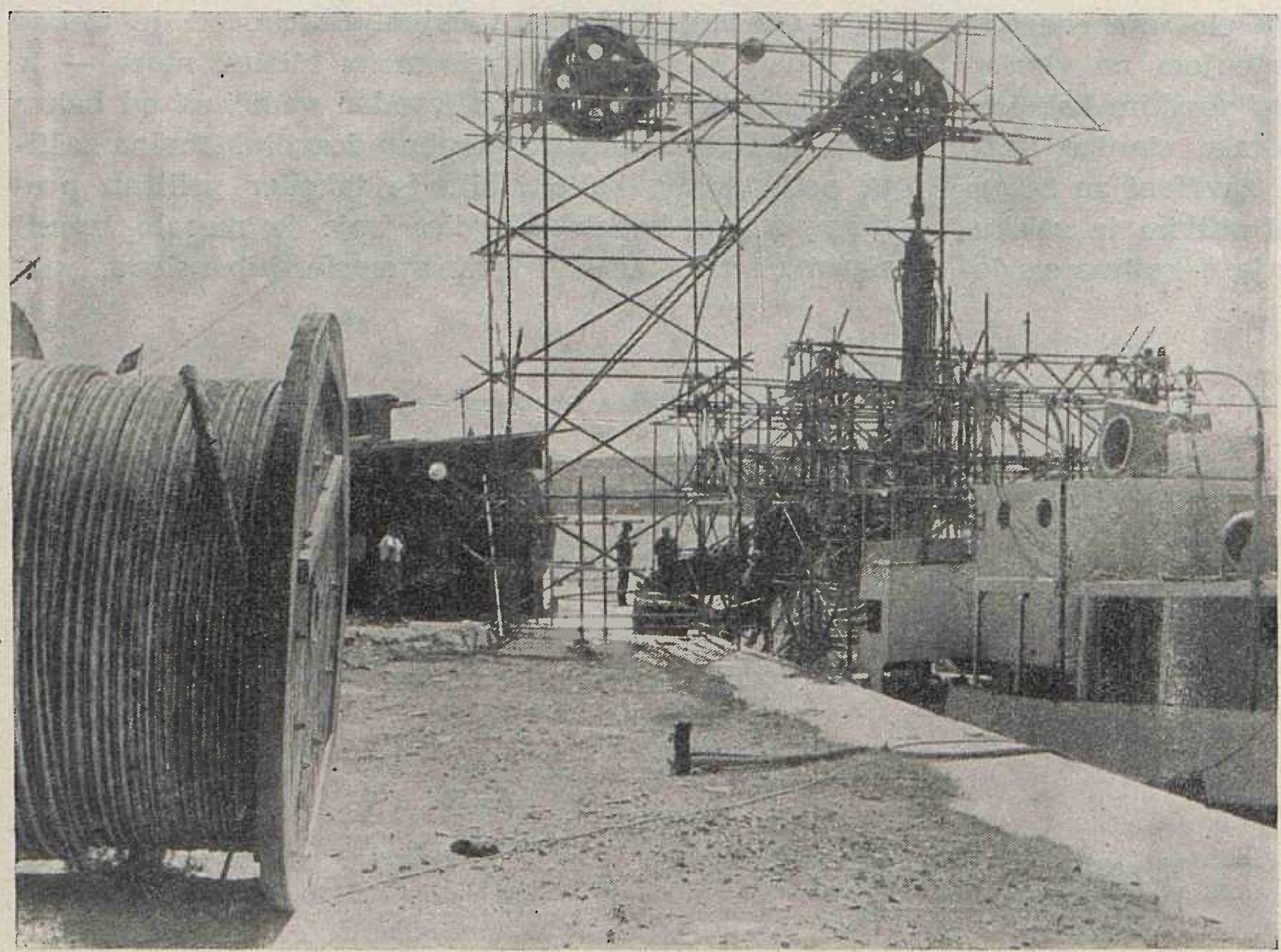


Sl. 2. Armiranje podmorskog kabela Hvar — Vis na obali u Splitu

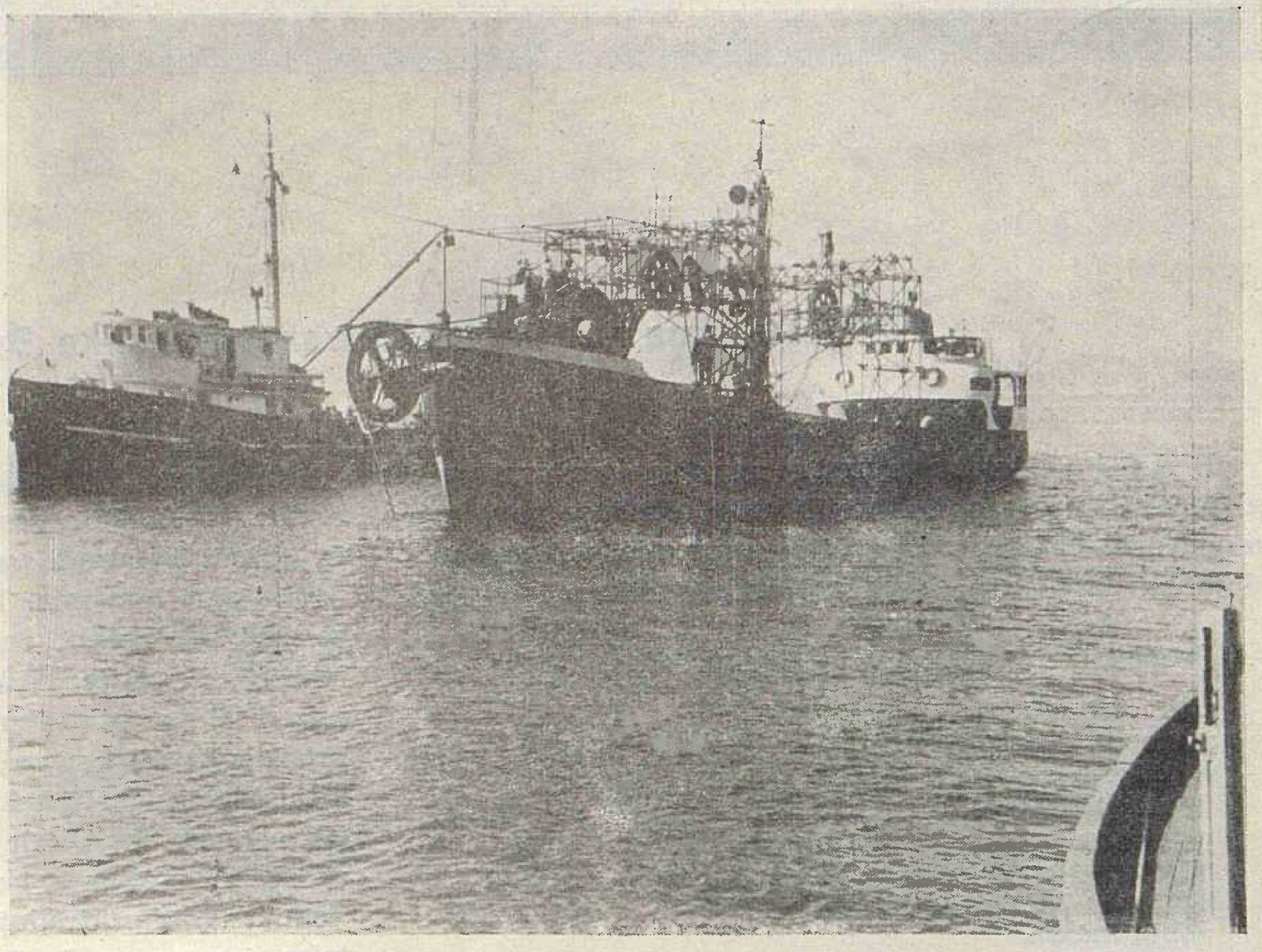
solice koji vladaju na tom području. Poseban problem bio je brod za polaganje podmorskog kabela. Dotadašnji naime nije mogao zadovoljiti, jer nije imao vlastitog pogonskog stroja i nije bio podesan za takve radove na otvorenom moru. Sve je to uz maksimalno zalaganje svih angažiranih ljudi uspješno i na vrijeme riješeno.

Svi zainteresirani složili su se da je jednožilni kabel 35 kV optimalno rješenje za sve naprijed izložene uvjete koje je trebao da zadovolji podmorski kabel. Proizvođač, fabrika kablova »Moša Pijade« u Svetozarevu, imao je prilično težak zadatak, jer takav kabel nije do tada izrađivao. Trebalo je riješiti niz problema počevši od konstrukcije kabela, pogonskih konstanta gubitaka itd., sve do polaganja kabela u more.

Da bi se riješio problem sigurnosti pogona izborom najmanjeg broja spojnica na podmorskom kabelu, došlo se do zaključka da je neophodno izvesti na spojnim mjestima (preko kabelskih spojnica) kontinuiranu armaturu kako bi se što više dobilo na smanjenju



Sl. 3. Utovar podmorskog kabela direktno iz stroja za armiranje na brod u Splitu



Sl. 4. Polaganje kabela u more između Hvara i Visa

mehaničkih opterećenja i naprezanja spojnica što znatno doprinosi povećanju sigurnosti kabela (u tim specifičnim uslovima). Ovaj zadatak riješila je »Fabrika kablova Svetozarevo« tako, da je kabel tip XHKRAA u tvornici izrađen samo do zaključno olovnog plašta, dok je armiranje čeličnom žicom, asfaltnom jutom i kredom dovršeno na licu mjesta na obali u Splitu te odmah iz stroja (kao što se vidi na slikama) utovarivan u brod za polaganje.

S brodom za polaganje kabela bilo je također teškoća koje je uspješno riješilo, kao i samo polaganje kabela, poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba. Za tu svrhu adaptiran je motorni brod »Majdan«, vlasništvo Obalne plovidbe Split, koja je također time doprinijela uspješnom rješenju priključka otoka Visa na zemaljsku mrežu.

Kako je već spomenuto, kabel je tipa XHKRAA, jednožilni presjeka 35 mm², 35 kV, ukupne dužine 18.630 m. Polaganje je započeto dne 13. jula 1964, a dovršeno 8. augusta 1964. po trasi koja je prikazana na slici. Dubina mora na kabelskoj trasi je od 72—92 m. Dno je ravno bez ikakvih grebena i muljevito. Polaganje je izvršilo poduzeće »Dalekovod« Zagreb s ekipom od 17 ljudi, motornim brodom »Majdan« te brodovima »Režač« i »Tajfun« kao zaštitom i osiguranjem za slučaj potrebe. Vrijeme za plovidbe polaganja kabela bilo je veoma dobro uzevši u obzir otvoreno more i specifične prilike u Viškom kanalu.

Dalekovod 35 kV Starigrad — Vis, ukupno dugačak 24,857 km, izgrađen je na željeznim rešetkastim pocinčanim stupovima, presjeka 70 i 95 mm² Alče i 50 mm² bakar (na dijelu, gdje je opasnost od velike posolice). Stupove je izradilo splitsko poduzeće »Ante Jonić«, a montažne radove na dalekovodu izvelo je također splitsko poduzeće »Svjetlost«. Radovi su započeli 15. marta 1964. a završeni su 15. oktobra 1964.

Građevinski dio kabelskih kućica »Točila« na otoku Hvaru i »Stenjalo« na otoku Visu izvelo je Građevno poduzeće Šolta, dok je montažne radove izveo investitor »Elektrodalmacija«, Split.

Građevinske radove na transformatorskoj stanici 35/10 kV na otoku Visu, instalirane snage 1600 kVA (konačna izgradnja 2500 kV) izveo je »Konstruktor« iz Splita, a montažne radove električne opreme u stanici investitor »Elektrodalmacija« Split. Radovi su, s kraćim prekidom, trajali od 19. februara 1964. do 18. novembra 1964. Postrojenje je konačno bilo dovršeno 19. novembra 1964. kada je i stavljeno u probni pogon. Stalni pogon započeo je 26. novembra 1964.

Ukupni troškovi izgradnje postrojenja kojim je otok Vis priključen na zemaljsku elektroprivrednu mrežu u ovoj I etapi (instalirana snaga 1600 kVA — konačna izgradnja 2500 kVA) stajali su 612,240.000 dinara.

Ovo je samo u najkraćim crtama prikazan rad na realizaciji glavnih objekata priključka otoka Visa na zemaljsku elektroprivrednu mrežu, dok je još ostalo mnogo riješenih problema koji ovdje nisu spomenuti, a od kojih je i znatno ovisilo uspješno rješenje ovog pothvata. To će biti kasnije prikazano jednim cjelovitim opširnim prikazom svih učesnika u rješenju ovog velikog zadatka i uspjeha svakog od njih pojedinačno, a i svih zajedno.

Završetkom tih radova energetski problemi otoka Visa definitivno su riješeni, a time je stvorena baza za dalji napredak otoka u privrednom i kulturnom pravcu i ostvareni uvjeti boljeg i udobnijeg života stanovništva ovog područja.

Milan Šarčević, dipl. el. ing.

Protupožarna zaštita u elektranama Velike Britanije

Britanska elektroprivreda naređuje zaštitu svih električnih uređaja, kod kojih primjena ulja povećava mogućnost požara, a tu zaštitu ostvaruje pomoću uređaja za gašenje požara, koji rade velikom brzinom.

Propisana je zaštita slijedećih uređaja:

svih vrsta transformatora
zakretnih transformatora,
reakcionih svitaka,
uljnih sklopki,
regulatora podmazivanja i brzine,
uljnih sistema turboalternatora
kabelskih kanala,
uljnih kabela,
kotlova loženih uljem,
uređaja za čišćenje turboalternatora od brtvenog ulja/vodika,
rezervoara ulja i uljnih pumpi.

Protupožarna zaštita treba, po mogućnosti, biti postavljena za svaki dio svakog pojedinog uređaja. Svaki dio uređaja treba da bude u okviru grupe mlaznica vodne prskalice, koja bi ovladala uređajem koji treba zaštititi, a isto tako da obuhvati i neposrednu blizinu poda, tako da u slučaju požara, stavljanjem u pogon uređaja za protupožarnu zaštitu — uljem punjeni uređaji kao i površina poda — budu bombardirani prskanjem vode velikom brzinom.

Zaštita svih gore navedenih uređaja — bez podmazivanja i sistema centrifugalnih regulatora turbinskih postrojenja — treba da bude tako podešena, da se putem termičke uzbude, a prilagođena uređaju koji štiti, stavlja automatski u pogon. Pri proradi bilo kojeg termičkog uzbudnika treba da se odmah automatski otvore odgovarajući ventili kako bi se vodi omogućio slobodan put mlaznicama koje treba da štite uređaj.

Tip termičke uzbude treba da je odobren od »Fire Office Committee«. Električni ili bimetalni uzbudnici ne smiju se primjenjivati na slobodnom prostoru, zbog mogućnosti izobličenja uslijed atmosferskih prilika.

Sistem uzbude može se primjenjivati u obliku običnih automatskih »sprinklera« na posebnoj cijevnoj mreži, punjenoj komprimiranim zrakom, a priključenoj na automatski kontrolni ventil. Stavljanjem u pogon samo jednog uzbudnika, izlazi zrak i tlak zraka se smanjuje, a uslijed toga stavlja se u pogon kontrolni ventil.

Za manje transformatore smještene u prostorijama, može se primjenjivati uređaj s mlaznicama, priključen na automatski okidač. Pri izbijanju požara, stavljaju se u pogon automatski okidači i omogućuju da voda teče k pojedinim mlaznicama. Okidači su priključeni direktno na pojni vod ventilne stanice, te poseban uzbudni sistem nije potreban.

Uređaj za zaštitu sistema podmazivanja i regulatora brzine turbinskih postrojenja treba zagoniti ručno i to putem zapornih ventila s produžnim vretenima i uspravnim ležajima, koji su smješteni na etaži gdje se turbina nalazi. Ručni zagon se ovdje rabi radi toga što bi uslijed visokih radnih temperatura pojedinih dijelova postrojenja moglo doći do neselektivne prorade termičkih uzbudnika. Zaporni ventili moraju biti raspoređeni u takovim razmacima, da bi omogućili sigurno stavljanje u pogon protupožarnog uređaja za slučaj izbijanja velike vatre na glavnom sistemu podmazivanja. Uređaj za gašenje vatre treba da je tako raspoređen da štiti glavne cijevi za dovod i odvod ulja, rezervoare i površinu u neposrednoj blizini ovog uređaja. Mlazne sapnice treba rasporediti u jednu ili više grupa odnosno zona te ih kontrolirati posebnim zapornim ventilom. Mlazne sapnice koje štite regulator brzine, upravljaju se pomoću posebnog zapornog ventila.

Isto se odnosi na zaštitu uređaja za loženje kotlova uljem.

Tako npr., ako se u neposrednoj blizini turboalternatora hlađenog vodikom nalazi postrojenje za punjenje vodikom, to će se njegov uređaj za gašenje vatre zagoniti ručno. Ako se pak postrojenje za punjenje nalazi nešto podalje, potrebno je da uređaj za gašenje tog postrojenja radi na automatski pogon dok se protupožarni uređaj samog alternatora stavlja u pogon ručno.

Osim uređaja za prskanje vodom sistema podmazivanja i regulatora brzine, potrebno je postaviti i izvjestan broj hidranata na etažama gdje su smještene turbine, kao i u podrumskim prostorijama, a koji se hidranti stavljaju u pogon ručno. Svaki hidrant mora biti opremljen s 15 m dugačkim crijevom i prenosivom cijevi za prskanje.

Kabelski kanali i podrumi moraju biti zaštićeni običnim automatskim »sprinkler-sistemom«, koji je raspoređen po zonama. »Sprinkler«-mlaznice moraju biti tako postavljene, da je osiguran najdjelotvorniji raspored vode preko kanala.

Kod uljem punjenih kabela, priključaka itd., primjenjuje se zaštita putem sistema prskanja vodom velikom brzinom. U svako doba mora biti osiguran dovod vode u obilnim količinama, kao i potreban pritisak.

Voda se može dovoditi:

a) priključkom na odgovarajući vod;
b) pomoću hidroforskog kotla, koji je djelomično punjen vodom, a djelomično punjen komprimiranim zrakom;

c) putem automatskih pumpnih agregata koji se odmah stavljaju u pogon, kada i uređaj za gašenje požara.

Treba predvidjeti električne i ostale alarmne kontakte koji bi omogućili čujne i vidljive alarmne signale na pokaznoj ploči, koja se nalazi u kontrolnoj centrali, i to odmah, čim bi se bilo koji dio uređaja stavio u pogon ili dao alarm zbog niskog pritiska u pojedinim zonama uređaja, koji su punjeni komprimiranim zrakom.

Vinko Brajnović, dipl. ing.

Prijenos 735 kV u Kanadi

U cilju da se zadovolje velike potrebe električne energije u južnom dijelu Kanade na području velikih gradova Quebec i Montréal, poduzeće Hydro Québec izgradilo je od 1956. niz velikih hidroelektrana:

na rijeci Bersimis: Bersimis I od 912 MW i II od 675 MW
na rijeci St. Laurent: Beauharnois povećana za 825 MW
na rijeci Outaouais: Carillon od 650 MW bit će završena u 1965.

Iza 1965. predviđeno je da se stave u pogon još 4 velike elektrane na rijeci Manicouagan i tri na rijeci Outardes. Ovih sedam elektrana proizvodilo bi godišnje 27,5 milijarda kWh s ukupnom snagom od 5300 MW. Osim toga, u obzir dolazi izgradnja elektrane od 4500 MW na rijeci Hamilton.

Energija iz postojećih elektrana Bersimis I i II prenosi se danas vodovima napona 315 kV.

Navedenih 7 elektrana nalazi se na srednjoj udaljenosti od 650 km od Montréala.

Za prijenos 5300 MW trebat će izgraditi između elektrane Manicouagan i Montréala tri dalekovoda 735 kV. Dvije će transformatorske stanice biti izgrađene na početku dalekovoda, kod elektrana, gdje će se vodovima 315 kV sakupljati energija i transformirati na 735 kV. Na kraju prijenosa, kod Quebeca i Montréala sagradit će se također po dvije stanice (sl. 1).

Izboru napona 735 kV prethodile su iscrpne studije. Studiran je također napon 525 kV. I kod ovog bi napona bila dovoljna tri prijenosna voda, ali bi se morali upotrebiti serijski kondenzatori. U dogovoru s predstavnicima velikih tvornica zaključeno je, da je moguće izgraditi aparature za napon 735 kV i time omogućiti veliku prijenosnu moć vodova, potrebnu nakon izgradnje elektrana na rijeci Hamilton. U tom slučaju kondenzatori otpadaju.

Teoretski je s tri voda 735 kV moguće ovdje stabilno prenijeti 5800 MW, iz čega proizlazi, da je faktor sigurnosti prijenosa 10 %.

Nivo izolacije za pojedine elemente ove mreže najvišeg napona na svijetu utvrđen je kako slijedi:

Unutarnja izolacija za podnosivi napon udarnog vala

za transformatore i prigušnice	2050 kV
za mjerne transformatore	2200 kV

Izolacija za manevarske prenapone pod kišom

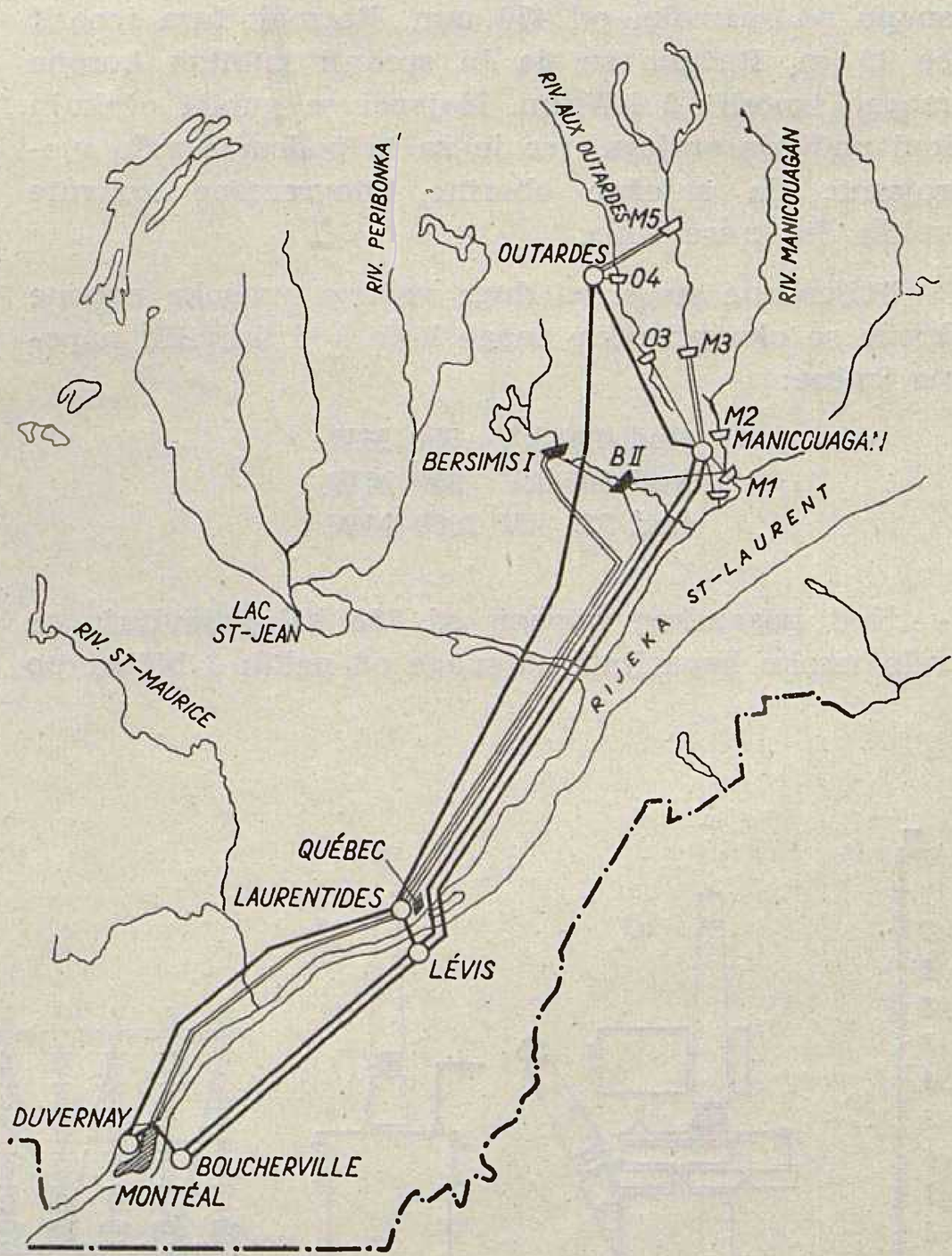
za dalekovode i aparate	1350 kV

Izolacija za prenapone industrijske frekvencije:

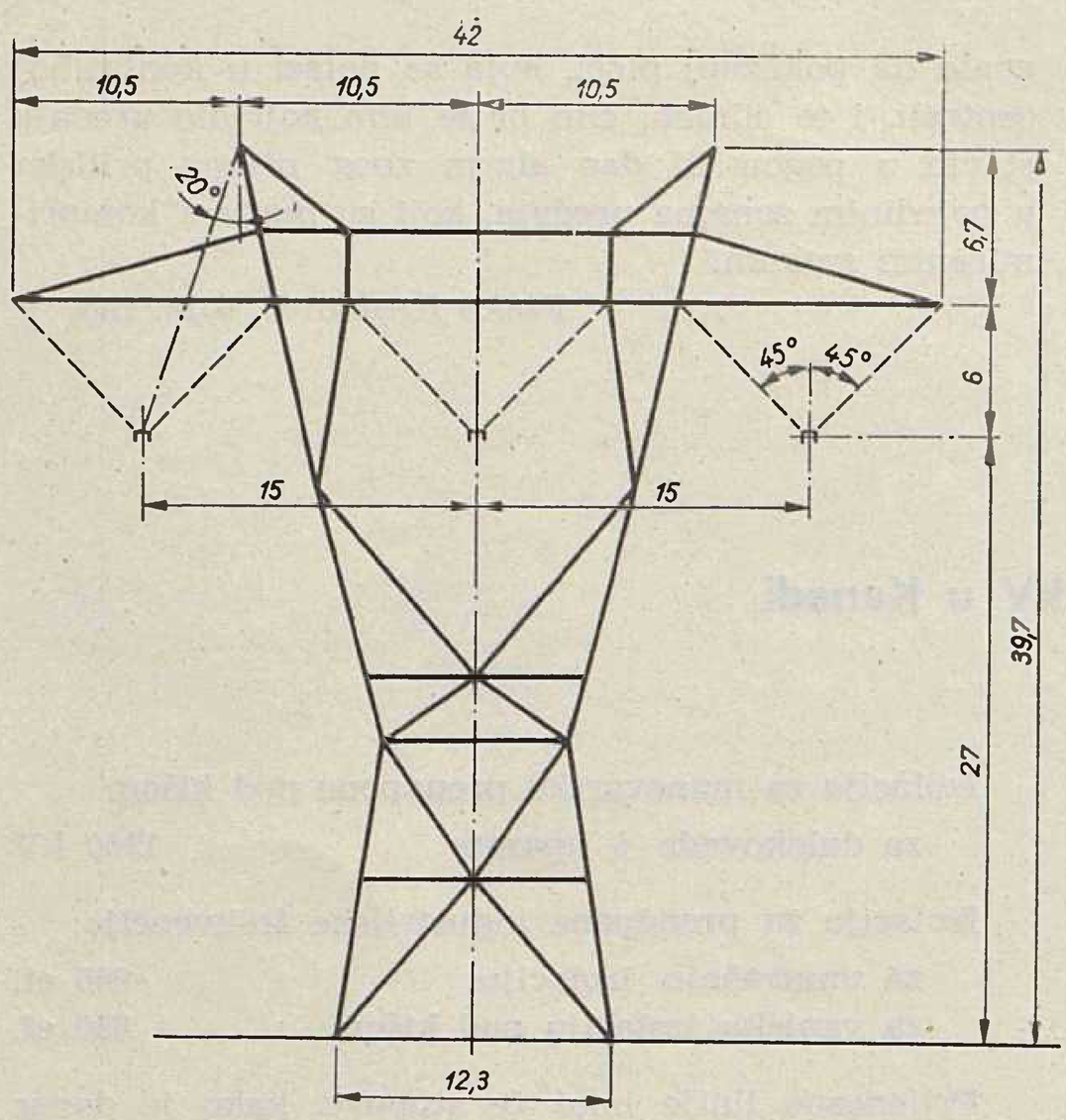
za unutrašnju izolaciju	960 ef.
za vanjsku izolaciju pod kišom	850 ef.

Prijenosne linije imat će stupove, kako je danas u svijetu za vrlo visoke napone uobičajeno, s vodičima u jednoj ravnini, zaštićene dvjema zaštitnim užetima (sl. 2).

Pitanje izolacije mnogo je proučavano u ispitnoj stanici Kompanije General Electric u Pittsfieldu. Mora se istaknuti da je u područjima vrlo visokih napona, koji se pojavljuju kao prenaponi na vodovima 735 specifični podnosivi napon npr. po metru ili po elementu u izolatorskom lancu daleko manji nego kod



Sl. 1. Kanadska mreža 735 kV



Sl. 2. Nosni stup voda 735 kV u Kanadi (mjere u m)

napona do sada upotrebljavanih u prijenosnoj tehnici. Ta činjenica i pomanjkanje iskustva tražili su naročita opsežna ispitivanja. Odlučeno je kao najpovoljnije da će vodiči biti zavješeni na dvostruke izolatorske lance u obliku slova V, od 35 elemenata. Udaljenost vodiča od stupa bit će 5,6 m. Faze će imati 4 alučelična užeta promjera 3,5 cm, raspoređena u snopu na razmaku od 450 mm. Razmak faza iznosit će 15 m. Računa se da bi srednji gubitak korone mogao iznositi 2 kW/km. Najveći se gubici očekuju kod padanja snijega, jer je za ta područja vrlo vjerojatno, da snježne oborine istovremeno zahvate veliki dio trase voda.

Prijenosne snage za duge vodove i visoke napone kreću se oko prirodne snage koje kod najviših napona iznose:

kod 400 kV 550 MW
kod 500 kV 900 MW
kod 735 kV 2000 MW

Kod pogonskog napona od 735 kV pojavljuju se vrlo visoke kapacitativne snage od nekih 2 MVAr po km. Zbog velikih kapacitivnih snaga naručene su za prijenos u Kanadi trofazne prigušnice (reaktori) snage 330 MVAr (tri jednofazne jedinice po 110 MVAr).

Budući da su transformatori važni i skupi element mreže, posvećena je velika pažnja njihovoj konstrukciji. Transformatori su do sada građeni za najviše napone 400 do 525 kV. Za napone pak reda 750 kV građeni su posebni modeli i prototipovi, kako bi se eksperimentalno skupila iskustva koja za te napone nedostaju. Već kod 400 kV u obzir dolaze samo transformatori u štednom spoju, a to još više vrijedi za napone 750 kV. Za sada za ove napone dolaze u obzir samo mrežni transformatori, budući da još nema u pogonu dovoljno velikih generatorskih jedinica, koje bi trebale transformatore tako visokog napona. Snaga će se sakupljati vodovima nižih napona koji povezuju elektrane i dovoditi u centralnu transformatorsku stanicu, odakle se zatim vrši prijenos najvišim naponima. U Kanadi je predviđeno da se povezivanje elektrana vrši vodovima napona 315 kV, pa će prijenosni odnos transformatora biti 735/315 kV. S obzirom na transportne mogućnosti odabrane su jednofazne jedinice snage 200 i 170 MVA, što odgovara trofaznoj snazi od 600 i 510 MVA.

Ovakva jedinica od 200 MVA npr. proizvodnje BBC imala bi težinu bez ulja 137 t, a transportnu visinu 4,75 m. Montirani transformator od vrha provodnika imat će preko 10 m.

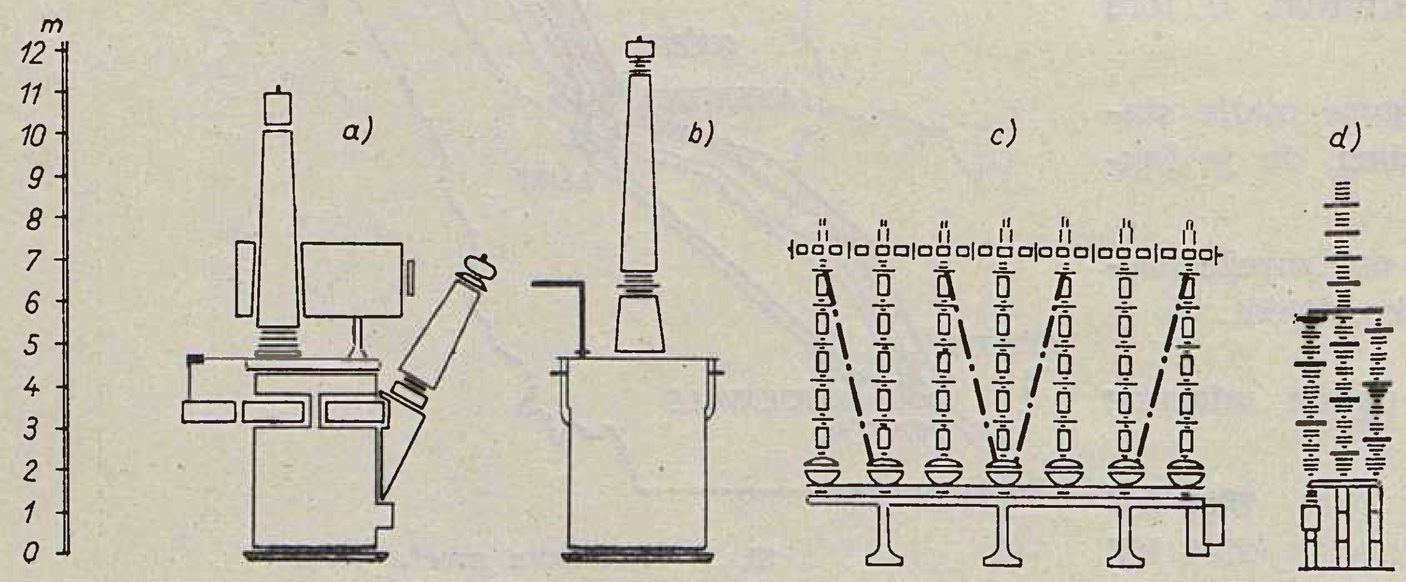
Sklopke su, kao i ostala oprema, naručene kod više tvornica, ali sve su pneumatskog tipa s mnogo komora za gašenje. Dobavljači ih rade sa 12 do 14 komora, pa će ukupna dužina sklopke biti 11,5 do 16 m. Rasklopne su snage predviđene od 35.000 do 40.000 MVA. Uređaji moraju funkcionirati kod vrlo oštrih klimatskih uslova, naime u snijegu i ledu uz temperature do —55°C i brzine vjetra do 45 m/sek.

Kod kvara će sklopka isklapati za 0,1 sek, dok će pauza za ponovo uključenje trajati 0,4 sek.

Kod rastavljača je vođeno naročito računa o zaleđivanju, pa su usvojeni rastavljači s noževima, a ne pantografi.

Da bi se dobila slika o golemim dimenzijama opreme za mrežu 735 kV dane su na crtežu sl. 3 silhuete elemenata mreža s mjerilom u metrima.

Radovi na gradnji voda i stanica bili su u 1963. i 1964. u punom jeku. Temelji za prve stupove položeni su u travnju 1964. god. Izgrađen je pokusni vod



Sl. 3. Aparati za napon 735 kV
a — jednofazni transformator 200 MVA
b — reaktor 110 MVA
c — pneumatska sklopka 35.000 MVA
d — kapacitivni transformator

dužine 3 km i na njemu su proučavane poteškoće montaže dalekovoda. 40 % opreme stanica bit će isporučeno 1964, a ostalo slijedeće godine. Prema dosadašnjem napredovanju radova postoje opravdane nade, da će prvi prijenos 735 kV ući u pogon u jeseni 1965. (Prema člancima izašlim u Bulletin SEV, 1964, br. 9 i 11).

Boris Markovčić, dipl. ing.

Eksperimentalno-industrijski vod 750 kV Konakovo — Moskva

Tehničko-ekonomske studije su pokazale da će oko 1970. g. biti u Sovjetskom Savezu potrebni vodovi napona 750 kV. Da se za ovaj napon steknu na vrijeme potrebna iskustva podignut je eksperimentalno-industrijski vod Konakovo — Moskva, o kojemu su predstavnici SSSR-a referirali na sastanku CIGRE u Parizu 1964. godine (referat 413).

Eksperimentalni vod je podignut između Konakova i Moskve na dužini od 90 km. Prijenosna snaga voda iznosi 1200 MW. U Konakovu je velika termoelektrana snage 2400 MW, pa se vod može po volji opteretiti.

Računski je dobiveno da kod optimalnog opterećenja voda, kod napona od 750 kV, treba iznositi ukupni presjek aluminija po fazi 2400 do 2800 mm². Za to su potrebna 4 vodiča 600 Ač ili 700 Ač u snopu. Konstante voda za oba presjeka navedene su u tablici 1.

Tablica 1

Vodič	Jedinica mjere	4 × 600 Ač	4 × 700 Ač
Reaktancija	oma/km	0,280	0,265
Kap. susceptancija	S/km	$4,27 \cdot 10^{-6}$	$4,52 \cdot 10^{-6}$
Rezistancija	oma/km	0,01375	0,0110
Karakter. impedancija	oma	256	242

Vrlo je velika pažnja posvećena istraživanju gubitaka korone i radiosmetnji. Kod toga su mnogo korišteni rezultati mjerenja dobiveni na postojećim vodovima 500 kV, koji su zatim preračunavani na odgovarajuće prilike kod 750 kV. Utvrđeni srednji godišnji gubici korone za snop promatranih užeta u klimatskom području oko Moskve sadržani su u tablici 2.

Tablica 2

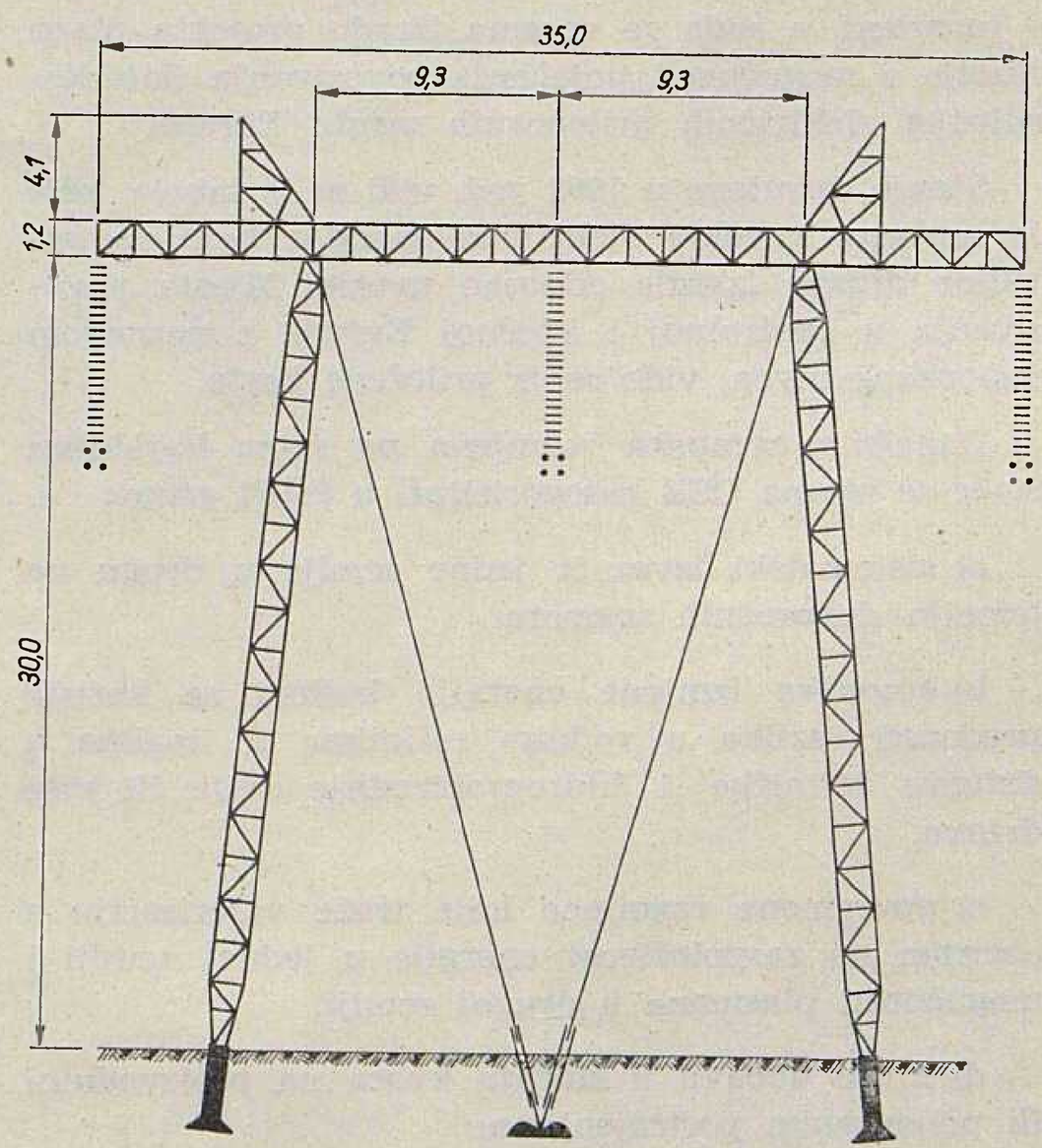
Razmak u snopu cm	40	60	80	100
600 Ač kW/km	14	18	22	27
700 Ač kW/km	10	13	15	19

Kod presjeka 60 Ač i razmaka vodiča 60 cm gubici korone su kod 4 užeta u snopu i 750 kV tri puta veći od gubitaka kod 500 kV, ali sa tri takva užeta u snopu i istog razmaka. Smatra se optimalnim, ako se kod 700 Ač uzme razmak u snopu od 80 cm i ako se prenosi 2500 do 3000 MW po trojki uz upotrebu serijskih kondenzatora.

Zbog nelinearnog odnosa između visine napona i preskočne zračne staze kod vrlo visokih napona, mnogo su ispitivani preskoci između različitih oblika elektroda, do napona reda veličine 2500 kV. Zbog ove nelinearnosti (preskočne staze u zraku rastu znatno brže od napona), potrebno je da se prenaponi u mreži 7500 kV drže što niže. Tako npr. ako se koeficijent prenapona spusti od 2,5 na 2,1 tj. za 16 %, razmaci u zraku mogu biti manji za 25 %. Kod današnjeg stanja tehnike nije svrsishodno ići s koeficijentom prenapona ispod 2,1. Izolacija pojedinih dijelova prijenosnog sistema 750 kV dimenzionirana je, kako je navedeno u tablici 3.

Nazivni napon mreže je 750 kV, a maksimalni 787 kV. Aparatura je dimenzionirana na temperature između — 40° i + 35°C, za područja koja nemaju znatno zagađenu atmosferu. Klizna staza vanjske izolacije treba da bude najmanje 1180 cm. Izolatorski lanci sadrže 26 do 30 elemenata (već prema tipu izolatora). Na vodu Konakovo — Moskva usvojen je snop od četiri užeta 600 Ač, raspoređenih u kvadrat sa stranicama od 600 mm.

Sl. 1. Nosni stup voda 750 kV Konakovo — Moskva (mjere u m)



Tablica 3

Naponi	Industrijska frekvencija kV	Udarni val kV	
		puni	odrezani
Ispitni napon za unutrašnju izolaciju			
a) transformatori	800	2175	2300
b) reaktori	800	2300	2500
c) mjerni transformatori	950	2100	2600
Podnosivi napon vanjske izolacije na suho			
a) transformatori	1050	1900	2350
b) reaktori, mjerni transformatori	1050	2100	2600
c) između kontakata rastavljača	1500	2700	2600
sklopki	1770	2700	3250
Podnosivi napon između faza na suho	1770	2700	3250
Podnosivi napon vanjske izolacije pod kišom	900	2700	3250

Minimalni razmak od 4,1 m otklonjenog vodiča od vjetra uzet je na bazi manevarskih prenapona, a sigurnosna visina od zemlje 9 m. Vodiči su zaštićeni od atmosferskih pražnjenja sa dva zaštitna užeta koji čine zaštitni kut od 25°. Studirani su mnogi oblici stupova, a kao najekonomičniji se pokazao portalni stup sa zategama (sl. 1). Težina nosnog stupa iznosi 11,75 tona, a zatega 0,51 tonu.

Prijenosni sistem 750 kV ima u Konakovu ulaznu transformaciju 500/750 kV, a u Moskvi silaznu transformaciju 750/500 kV. Svaka transformatorska grupa ima snagu od 1250 MVA. Ako su međutim uređaji 750 kV izvan pogona, sistem se može prebaciti na pogon sa 500 kV. Na kraju voda u Moskvi bit će ugrađen reaktor snage 300 MVA. Naponski mjerni transformatori su kapacitivnog tipa. Zaštita od prenapona izvedena je magnetskim odvodnicima.

Strujni transformatori i sklopke dimenzionirani su za nazivnu snagu od 2000 A, a rasklopna snaga sklopki je 35.000 MVA. Sabirnice postrojenja 750 kV izrađene su od tri šuplja aluminijska vodiča promjera 45 mm, sa razmakom faza od 9,0 m. Prva etapa ovog prijenosa treba da uđe u pogon koncem 1965.

(Prema: CIGRE 1964, Ref. 413)

Boris Markovčić, dipl. ing.

Izmjena električne energije između evropskih država

Komitet za električnu energiju Ekonomske komisije Organizacije ujedinjenih naroda (CEE) uzeo je kao najvažniji svoj zadatak razvoj izmjene električne energije između evropskih zemalja. Ovo svoje djelovanje Komitet ostvaruje putem organizirane izrade ekonomskih analiza o mogućnosti razmjene električne energije, vršenja konzultacija i posredništva u vezi stvaranja ugovora o međudržavnim razmjenama električne energije. Već je do sada učinjen niz elaborata o razmjeni, a sada se sprema izrada projekta plana studije o mogućnosti pojačanja povezivanja (interkoneksije) električnih prijenosnih mreža Evrope.

Stanje razmjene u 1962 god. vidi se iz tabele, gdje je unesena količina električne energije koju su pojedine države izvezle odnosno uvezle. Mjesta povezivanja u centralnoj i istočnoj Evropi, s naznakom naponskog nivoa, vide se iz priložene karte.

Današnja evropska razmjena po svom karakteru može se prema CEE kategorizirati u četiri grupe:

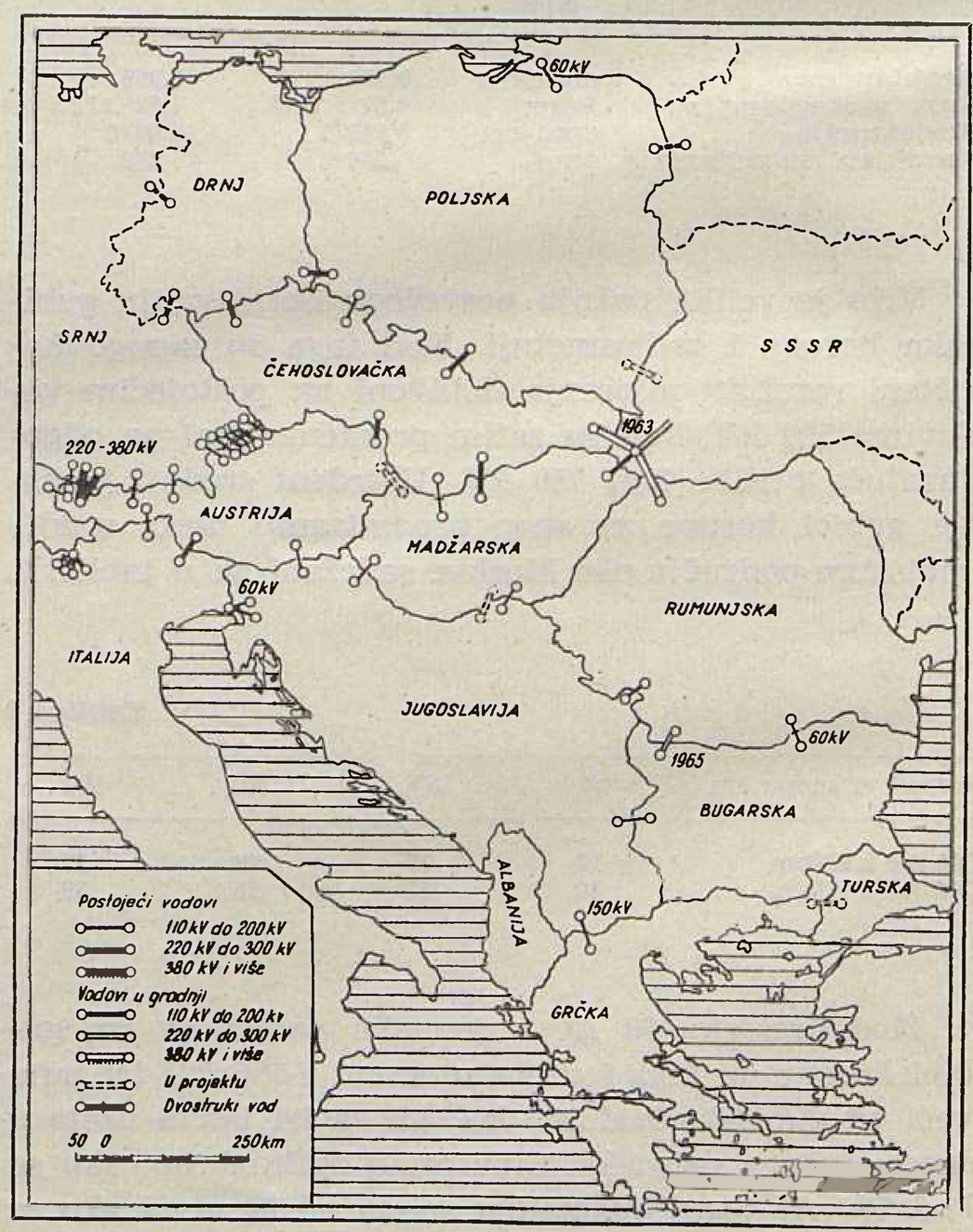
a) sistematski izvoz iz jedne zemlje u drugu na temelju dugoročnih ugovora,

b) sezonske izmjene energije kojima se koriste prednosti razlika u vodnim režimima ili razlike u sistemu termičke i hidroproizvodnje dviju ili više država,

c) povremene razmjene koje traže valorizaciju s obzirom na raspoloživost energije u jednoj zemlji i mogućnosti plasmana u drugoj zemlji,

d) hitnu dobavu u slučaju kvara na proizvodnim ili prijenosnim postrojenjima.

U Evropi postoje dvije velike zajednice za razmjenu električne energije. U zapadnoj Evropi UCPTE (Union pour la coordination de la production et du



Glavni vodovi visokog napona za međunarodnu izmjenu električne energije u centralnoj i istočnoj Evropi

Međudržavne izmjene električne energije između susjednih zemalja 1962 (10^6 kWh)

Zemlje izvoznice \ Zemlje uvoznice	Albanija	Austrija	Belgija	Bugarska	Čehoslovačka	Danska	Istočna Njemačka	Finska	Francuska	Grčka	Mađarska	Irska	Italija	Luxemburg	Nizozemska	Norveška	Poljska	Portugal	Rumunjska	Španija	Švedska	Švicarska	Velika Britanija	Sovjetski Savez	Zap. Njemačka	Jugoslavija	Ukupni izvoz (10^6 kWh)
Albanija	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Austrija	—	—	—	—	221	—	—	—	—	—	—	—	126	—	—	—	—	—	—	—	—	210	—	—	2522	34	3113
Belgija	—	—	—	—	—	—	—	—	95	—	—	—	—	137	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	194	—	453
Bugarska	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	13
Čehoslovačka	—	9	—	—	—	—	626	—	—	—	373	—	—	—	—	—	328	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1336
Danska	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	—	150
Istočna Njemačka	—	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	794	—	—	—	—	—	—	—	14	—	826
Finska	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	40
Francuska	—	—	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	273	16	—	—	—	—	—	350	—	1303	96	—	386	—	2508
Grčka	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8
Mađarska	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	29
Irska	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Italija	—	10	—	—	—	—	—	—	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	—	—	—	7	337
Luxemburg	—	—	9	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	—	80
Nizozemska	—	—	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	280	—	363
Norveška	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	355	—	—	—	—	—	355
Poljska	—	—	—	—	1145	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1169
Portugal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	..	—	—	—	—	—	—	—
Rumunjska	—	—	—	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33
Španija	—	—	—	—	—	—	—	—	510	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—	—	—	—	537
Švedska	—	—	—	—	—	1043	—	99	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1150
Švicarska	—	44	—	—	—	—	—	—	900	—	—	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2023	—	3967
Velika Britanija	—	..	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Sovjetski Savez	—	..	—	—	—	—	—	..	—	—	171	—	—	—	—	—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	203
Zapadna Njemačka	—	574	66	—	—	2	—	—	5	—	—	—	—	—	61	—	—	—	—	—	—	1458	—	—	—	—	2166
Jugoslavija	—	81	—	51	—	—	—	—	—	7	53	—	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	231
Uvoz ukupno (10^6 kWh)	—	718	242	84	1392	1045	650	99	1650	7	597	—	1438	153	88	8	1154	27	—	350	395	3184	96	—	5625	83	19085

transport d'énergie électrique), koju čine Zap. Njemačka, Austrija, Belgija, Francuska, Italija, Luxemburg, Nizozemska i Švicarska, a u istočnoj Evropi SEV (Sovet ekonomičeskoj vzaimopomošči) koju čine SSSR, Poljska, Čehoslovačka, Ist. Njemačka, Mađarska, Rumunjska i Bugarska. Ogranak UCPTE čine države jugozapadne Evrope Francuska, Portugal i Španjolska, a u organiziranju je i drugi ogranak u koji bi ušle Italija, Austrija i Jugoslavija. Osim ovoga treba još navesti značajan razvoj povezivanja električnih mreža skandinavskih država. Sve ove grupacije izgrađuju jake prijenosne mreže na nivou napona 380 V, pa je namjera CEE da radi na njihovom povezivanju, što bi donijelo svim državama učesnicama neosporne velike koristi. (Prema izvještaju CEE)

B. M.

VIJESTI IZ PODUZEĆA, ZAJEDNICE I INSTITUTA

Poplava u Zagrebu

Dani dvadesetpeti i dvadesetšesti listopada 1964. godine donijeli su Zagrebu, u njegovoj pisanoj historiji jednu od najvećih i najtežih elementarnih nesreća. Nabujala Sava izlila se iz korita i poplavila površinu od 54 četvorna kilometra, nanoseći strahovite nedaće obradivim i nastanjenim područjima. Te dane grad je proživljavao teške časove, jer je nabujala rijeka ugrozila živote desetaka tisuća građana i njihovu imovinu. Sve se odigravalo brzo i nenadano: snažni i jaki prodor vode bio je nezadrživ, ti časovi jeze i straha kod mnogih će građana ostati trajno u sjećanju.

U časovima tragedije, strave i uništavanja zabilježeni su i primjeri velike solidarnosti, požrtvovnosti i plemenitosti naših ljudi prema ugroženima od poplave.

Poplava u dvorištu zgrade Elektroprivrede u Ulici proleterskih brigada

U tim danima Zagrebu su pružili pomoć ne samo njegovi građani već i gradovi drugih republika, te prijatelji iz inozemstva.

Poplavljeno je područje gdje živi oko 180.000 stanovnika i na kom se nalazi oko 35 % stambenih zgrada grada Zagreba. Prvih dana poplave oko 40 tisuća ljudi moralo je napustiti svoje domove.

Veliku materijalnu štetu pretrpjela su i industrijska poduzeća, škole, komunalni i javni objekti na području općine Trešnjevka, Trnje, Pešćenica, Remetinec, a djelomično i Črnomerec.

Stradala su područja na kojima uglavnom stanuju radni ljudi zaposleni u najkrupnijim i najznačajnijim zagrebačkim privrednim organizacijama.

Bez krova nad glavom ostalo je nekoliko desetaka tisuća, više od deset tisuća stanova je uništeno potpuno, a teško je oštećeno oko 65 % industrijskih objekata.

Štetu građana teško je i približno utvrditi. No štete u privrednim organizacijama prema podacima Privredne komore grada Zagreba kreću se oko 30 milijardi dinara.

Savske su vode u većoj ili manjoj mjeri oštetile trećinu privrednog potencijala čija su poduzeća kroz posljednjih pet godina dala zajednici u obliku raznih doprinosa oko 500 milijardi dinara.

Na popisu poduzeća koje je zahvatila poplava nalazilo se čak 39 tvornica, koje godišnje privređuju oko 150 milijardi dinara bruto proizvodnje zagrebačke industrije.

Prema računu stručnih komisija u nekim privrednim organizacijama gubici se penju do 60 pa i do 80 % njihove ukupne vrijednosti.

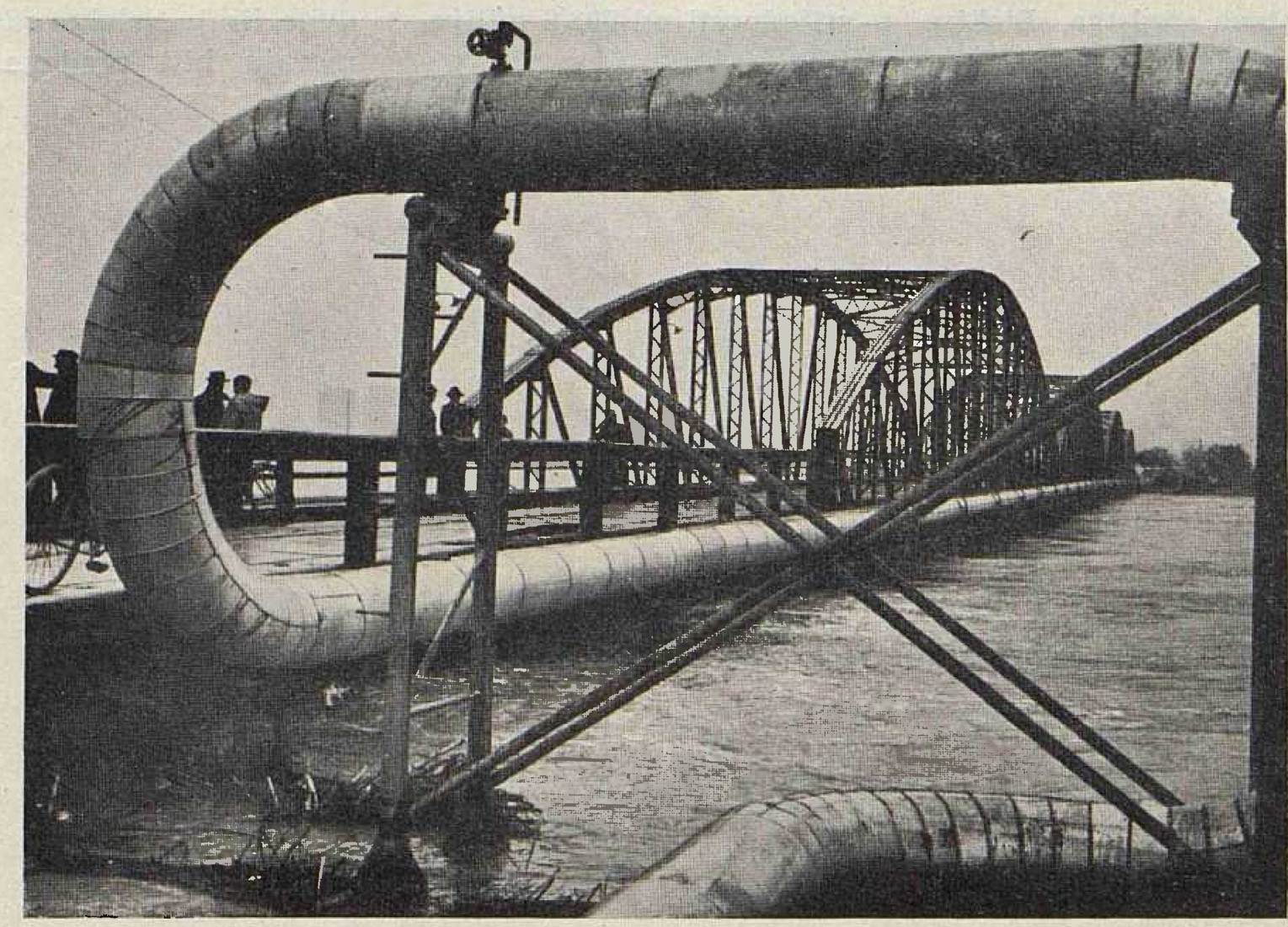
Posljedice poplave osjetile su i *elektroprivredne organizacije* čiji su objekti u znatnoj mjeri oštećeni. Šteta je mogla biti katastrofalnija, ali su u kritičnim časovima uloženi značajni i odlučni napori oko spašavanja postrojenja i drugih objekata.

Poplavljeno stambeno naselje u Trnju

Naročito teška bitka vodila se za Termoelektranu-Toplanu na Žitnjaku. Njezino oštećenje dovelo bi u kritičnu situaciju čitavu opskrbu grada električnom energijom. Toplana je bila ugrožena s jedne strane podzemnim vodama uslijed neposredne blizine Save, a s druge strane strujama nadzemnih voda koje su se kroz grad valjale prema jugoistoku. Još u nedjelju 25. listopada, na prve signale, kolektiv i uprava Toplane shvatili su opasnost koja prijeti njihovim instalacijama. Pogonska smjena zadržana je na radu, a pridošli su i drugi radnici, pa je sam objekat podizanjem nasipa mogao biti sačuvan od podzemnih voda. Kad je zatim nastupila opasnost i od bujice nadzemne vode, izgrađen je uz pomoć pripadnika armije i drugi obrambeni nasip oko Toplane.

Radilo se bez prestanka, dan i noć. Razina vode bila je samo nekoliko centimetara ispod nivoa zaštitnog nasipa. Kritična situacija bila je uklonjena tek probojem na desnoj (suprotnoj) obali Save, pa se voda mogla izliti u nizine Odranskog polja.

Za odvođenje bujičnih voda morao je biti probibijen i nasip željezničkog priključka Toplane, a to je imalo za posljedicu da je dovoz ugljena bio prekinut. Ipak je Toplana, koristeći svoje zimske ugljene re-



Ugroženi Jakuševački most s parovodom u blizini Toplane

zerve, mogla održati pogon. Treba istaknuti da Toplana svesrdnim zalaganjem uz velike organizacione napore uprave i čitavog kolektiva, a uz efikasnu pomoć armije, za čitavo kritično vrijeme ni jednog časa nije obustavila rad i dobavu električne energije.

Ali i pored svih uloženih napora od poplave je oštećen magistralni parovod i vrelovod, kao i industrijski kolosijek.

Poslovne prostorije elektroprivrednih organizacija u Ulici proleterskih brigada također su bile okružene vodom. U dvorišnoj zgradi, gdje su smješteni laboratoriji Instituta za elektroprivredu, oštećene su i instalacije i instrumenti koji nisu mogli biti na vrijeme uklonjeni. U drugim dvorišnim zgradama nalaze se garaže, radionice autoparka i ekipe za održavanje dalekovodne mreže poduzeća »Elektroprenos«. Velike količine vode doprle su i to tih prostorija, ali zahvaljujući prisebnosti, požrtvovnosti i zalaganju članova kolektiva dobar dio voznog parka, alata, rezervnog materijala i druge opreme sklonjen je pravovremeno. Potpuna se šteta ipak nije mogla izbjeći i »Elektroprenos« je imao gubitke od oko 2,5 milijuna dinara.

U suterenu glavne poslovne zgrade elektroprivrednih organizacija uništen je dio tehničke dokumentacije i arhive Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i »Dalekovoda«.

U grupi komunalnih radnih organizacija na području Zagreba pretrpjelo je najveću štetu poduzeće »Elektra«. Procijenjena šteta penje se na oko 703,6 milijuna dinara.

Od električnih instalacija i uređaja gradske mreže je uništeno i oštećeno od poplave: 81 transformatorska stanica, 20 km kabelskih mreža 30 kV, 60 km kabelske mreže 10 kV, 20 km kabelske mreže 1 kV, 100 km zračne mreže, 60 km javne rasvjete, 10.000 uništenih i 25.000 oštećenih priključaka.

Osim ovih objekata uništene su industrijske i kućne instalacije. Ukupna šteta na svim tim instalacijama i investicijama, kao i predviđena elektrifikacija novog naselja za postradale iznosi prema prvim procjenama 2.125 milijuna dinara. U ovu svotu uključena su uništena sredstva »Elektre« u vrijednosti od 703,6 milijuna dinara.

Nakon listopadnih katastrofalnih poplava poduzete su hitne mjere za saniranje posljedica poplave. Postradale privredne organizacije odmah su pristupile radu na osposobljavanju oštećenih i uništenih pogona kako bi se što prije omogućila normalna proizvodnja i druga djelatnost.

Republičko i Privredno vijeće Sabora SR Hrvatske poduzelo je odgovarajuću akciju oko uklanjanja teških posljedica katastrofalne poplave. Izvršno vijeće Sabora SR Hrvatske odobrilo je iz republičkih fondova sredstva u iznosu od 2500 milijuna dinara.

I. R.

»Elektroprojekt« ugovorio nove poslove u UAR

Poduzeće »Elektroprojekt« iz Zagreba uspješno nastavlja poslovnu djelatnost u inozemstvu. U 1964. naročito dobri rezultati poslovanja polučeni su u UAR na projektiranju više energetskih objekata. Projektirana je dizelska elektrana u Wadi El Natrounu i kompletni sistem mreže visokog i niskog napona s transformatorskim stanicama za područje između Kaira i Aleksandrije. Uspješni radovi na ovim projektima osigurali su »Elektroprojektu« daljnju suradnju s investitorima elektroenergetskih postrojenja u Egiptu.

U prosincu 1964. »Elektroprojekt« je ugovorio u UAR novi posao: izgradnju nove crpne stanice u Donjem Egiptu (Delta Nila). Ugovorena je izrada projekta, geodetski radovi, izrada radioničkih nacrta, isporuka opreme, izvedba, nadzor i montaža dalekovoda. U isporuci opreme, alata i doknadnih dijelova učestvovat će domaća poduzeća »Dalekovod« i »Elektroopskrba«, oba iz Zagreba, te »Invest-Import« iz Beograda. Jedan dio opreme bit će nabavljen kod lokalnih proizvođača u UAR. Vrijednost radova na kompletnom uređenju crpne stanice iznosi oko 935 tisuća dolara. Ugovoreno je da svi radovi i isporuka opreme budu izvedeni u roku od 21 mjeseca od dana plaćanja predujma u domaćoj i stranoj valuti. Samo dvije linije dalekovoda za Nasser Project u Marioutu moraju biti predane investitoru u roku od godine dana.

I. R.

NEKI OSNOVNI I AKTUELNI PROBLEMI ELEKTROPRIVREDE*

Simo Cvjetičanin, Frano Čučuković, Drago Gorupić, Franjo Kovač, Ivan Medvedec, Zvonimir Milonja, Hrvoje Požar

DK 621.311.1

Kao što je poznato već nekoliko godina se vode diskusije o potrebi donošenja novog Zakona o elektroprivredi i pri tome se iznose često puta i vrlo divergentna mišljenja i prijedlozi. To je ujedno i osnovni razlog zašto se donošenje novog Zakona tako oduljilo unatoč tome što postojeći ima vrlo ozbiljnih nedostataka i slabosti.

U okviru tih diskusija jedna posebna stručna grupa Republičkog sekretarijata za industriju, Republičkog sekretarijata za opće privredne poslove, Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Ekonomskog instituta u Zagrebu izradila je krajem 1963. opširniji elaborat pod naslovom »Neki osnovni i aktuelni problemi elektroprivrede«, u kojem su zauzeti određeni stavovi i dani sasvim konkretni prijedlozi o tome kakve bi nove ekonomske odnose i organizaciju trebalo u elektroprivredi uspostaviti, imajući pri tome posebno u vidu potrebe proširene reprodukcije u elektroprivredi i njen utjecaj na lokaciju drugih privrednih objekata.

Ovaj materijal je raspravio upravni odbor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, kao i nadležni republički organi, a raspravljali su ga i radni kolektivi, odnosno organi upravljanja pojedinih elektroprivrednih poduzeća. Tom prilikom je osnovna koncepcija materijala, tj. potreba uvođenja diferentnih cijena na pojedinim područjima, kao jedinog garanta uvođenja zdravijih ekonomskih odnosa u elektroprivredi i jačanja položaja i uloge poduzeća i neposrednih proizvođača, bilo skoro beziznimno podržana, dok je s druge strane bilo i izvjesnih kritičkih primjedbi na pojedina konkretna rješenja, koja je materijal predlagao.

Svi su izgledi da se diskusije oko novog Zakona o elektroprivredi privode kraju, naročito sada nakon VIII Kongresa SKJ, i da se uskoro može očekivati njegovo iznošenje pred Saveznu skupštinu.

Prednacrt Osnovnog zakona o elektroprivredi, koji je izradio Savezni sekretarijat za industriju, bio je dostavljen radi davanja mišljenja i prijedloga, među ostalim, i Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, i o njemu se upravni odbor Zajednice već izjasnio, prihvativši ga u načelu, kao i u svim njegovim stavovima.

Prednacrt novog Zakona o elektroprivredi predviđa uvođenje diferentnih prodajnih cijena električne energije na visokom naponu po pojedinim proizvodno-prenosnim poduzećima, a u okviru najviših cijena koje utvrđuje Savezno izvršno vijeće.

Prednacrt predviđa također i jačanje položaja i uloge elektroprivrednih poduzeća i njihovih organa upravljanja i radnih kolektiva, smatrajući da i u ovoj privrednoj grani treba stvoriti veća i snažnija poduzeća sa svim osnovnim karakteristikama i prerogativama, koje takva poduzeća treba da imaju.

Prednacrt s druge strane uvažava dosta različit objektivni položaj pojedinih regija u snabdijevanju električnom energijom i zbog toga u nekim rješenjima odstupa od općih načela sistema, ne napuštajući ipak osnovnu koncepciju ekonomske samostalnosti elektroprivrednih poduzeća i materijalne zainteresiranosti neposrednih proizvođača.

U vezi s takvim stavovima, i pitanje reorganizacije elektroprivrede, odnosno usaglašavanje sadašnje njene organizacije s novim ekonomskim i organizacionim odnosima predviđenim novim Zakonom prepušta se inicijativi i odluci u prvome redu samih radnih ljudi zaposlenih u pojedinim elektroprivrednim radnim organizacijama.

Prednacrtom se posebno predviđa, da će same elektroprivredne organizacije, tj. njihovi radni kolektivi, odlučivati o svojoj unutarnjoj organizaciji, odnosno položaju te pravima i obavezama pojedinih radnih jedinica u okviru tih organizacija.

Pretpostavljajući da bi novi Osnovni zakon o elektroprivredi mogao biti uskoro donesen i da će nakon toga u određenom relativno kratkom vremenu trebati pristupiti reorganizaciji elektroprivrede, odnosno usklađivanju njene sadašnje organizacije s odredbama novog zakona, mišljenja smo da će već narednih mjeseci trebati povesti diskusiju o budućoj organizaciji elektroprivrede na području naše Republike i novim ekonomskim i organizacionim odnosima u elektroprivredi na novim osnovama koje taj zakon uspostavlja.

Budući da su upravo ova pitanja u naprijed spomenutom materijalu detaljnije obrađena, i to u prvom redu imajući u vidu potrebu jačanja položaja i uloge neposrednih proizvođača, bez obzira na konkretne oblike njihovog međusobnog povezivanja na određenom nivou, uredništvo »Energije« je bilo mišljenja, da će predstavljati koristan doprinos toj diskusiji i pomoć u orijentaciji organima upravljanja i radnim kolektivima elektroprivrednih organizacija, ako se ovi materijali objave, i na taj ih se način učini pristupačnijima i širem krugu, u prvom redu same elektroprivrede, a onda i svih ostalih zainteresiranih radnih organizacija u privredi i izvan nje, koji su na novom zakonu o elektroprivredi, odnosno budućim i novim ekonomskim odnosima i organizaciji u ovoj privrednoj grani, također vrlo zainteresirani.

Materijal koji objavljujemo uz dozvolu autora i saglasnost Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske nešto je skraćen, i to u onim dijelovima koji nisu neposredno interesantni s obzirom na ciljeve kojima njegovo objavljivanje treba da posluži.

Skreće se pažnja da su stavovi i prijedlozi o novim unutarnjim ekonomskim odnosima i organizaciji

* Jedan dio ovog zajedničkog elaborata već je objavljen u »Energiji« pod naslovom »Planiranje, izgradnja i eksploatacija elektroenergetskih kapaciteta — Neki osnovni tehnoekonomski problemi« (prof. dr ing. Hrvoje Požar), te »Prijedlog za financiranje proširene reprodukcije u elektroprivredi«; vidi »Energija« 1963. br. 7—8, str. 228 i 1964. br. 1—2, str. 1.

u elektroprivredi dani u Glavi B. »Odnosi između radnih jedinica elektroprivrede« (str. 325), te Glavi A pod 2. »Položaj proizvođača« i B »Organizacija elektroprivrede«, (str. 339 i 341) u kojima su dani modeli unutarnjih odnosa i organizacija, koji su primjenljivi bez obzira da li će na području Republike biti jedno, dva ili više poduzeća.

Uredništvo

Uvod

Razvoj jugoslavenske elektroprivrede i potrebe daljnjeg unapređenja društvenih odnosa u ovoj privrednoj grani, a naročito njeni unutrašnji neraščišćeni ekonomski odnosi, koji se ne mogu rješavati parcijalnim i jednostranim zahvatima, nametnuli su potrebu kompleksnijeg sagledavanja i rješavanja navedene problematike, polazeći pri tome od društveno-ekonomske uloge elektroprivrede u funkcioniranju i daljnjem razvoju naše privrede i društva.

U tu svrhu Republički sekretarijat za industriju i građevinarstvo, Republički sekretarijat za opće privredne poslove i Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, formirali su grupu stručnjaka sa zadatkom da prouči osnovne probleme elektroprivrede i predloži rješenja koja bi mogla poslužiti kao osnov za diskusiju u vezi postojećeg Zakona o elektroprivredi, čije je donošenje bilo najavljeno u Saveznoj narodnoj skupštini, a također i kao orijentacija za vođenje praktične politike u odnosu na ovu privrednu granu, i u samoj ovoj privrednoj grani, jednako kao i za daljnje unapređenje njenih društveno-ekonomskih odnosa, posebno na području proširene reprodukcije.

Materijal koji je izradila grupa stručnjaka spomenutih republičkih organa, Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Ekonomskog instituta iz Zagreba, polazi od nekih osnovnih postavki, koje — barem po mišljenju grupe koja je materijale radila — ne bi trebale da budu sporne.

Te postavke su slijedeće:

a) Elektroprivreda je privredna grana, pa je tako treba i tretirati, i što je više moguće približiti odnosno izjednačiti s ostalim privrednim granama u pogledu općih uvjeta privređivanja.

Međutim, s obzirom na njen bazični i infrastrukturni karakter u odnosu na ostalu privredu, kao i zbog nekih njenih specifičnosti (koje postoje i koje ne treba precjenjivati, ali ni potcjenjivati), elektroprivreda ipak ne može u svemu slijediti druge privredne grane, pa tako posebno ne u pogledu same svoje organizacije i upravljanja, odnosno u pogledu odnosa spram društvene zajednice u cjelini i određenih društveno-političkih zajednica posebno;

b) Polazeći od toga da su sekundarni efekti elektroprivrede svakako interesantniji i značajniji od njenih primarnih efekata, privredu kao i druge potrošače treba električnom energijom snabdijevati pod najpovoljnijim mogućim uslovima, kako u pogledu sigurnosti i kontinuiteta snabdijevanja, tako i u pogledu cijena i kvaliteta energije.

Međutim, kod ovoga treba istovremeno voditi računa i o potrebi racionalne i ekonomične upotrebe ove energije i potrebama daljnjeg razvoja same ove privredne grane, jednako kao i njenom utjecaju i značaju u odnosu na lokaciju odgovarajućih privrednih kapaciteta, odnosno u odnosu na pravilnost izbora i optimalnost eksploatacije ostalih bogatstava zemlje;

c) Radnim ljudima koji su zaposleni u elektroprivredi treba u načelu osigurati pravo samoupravljanja u onom obliku i stepenu kako ga radni ljudi uživaju kod nas danas općenito.

Posebno je neophodno da se osigura maksimalno moguća zainteresiranost neposrednih proizvođača u pogledu optimalnog i ekonomskog uzdržavanja i iskorištenja, kao i daljnjeg razvoja elektroprivrednih kapaciteta;

d) S obzirom na karakter i ulogu elektroprivrede u privrednom i društvenom životu zemlje s jedne strane, te položaj i funkcije pojedinih društveno-političkih zajednica s druge, potrebno je da se u odnosu na ovu privrednu granu osigura izvjestan veći društveni utjecaj negoli je to u nekim drugim privrednim granama. U vezi s time, potrebno je voditi računa o nešto izmijenjenom odnosno preciznije definiranom položaju i funkcijama određenih društveno-političkih zajednica u novom Ustavu.

Međutim, društveno-političke zajednice ne smiju ni na koji način biti zapreka za realizaciju osnovnih ciljeva i zadataka elektroprivrede.

e) Kod razmatranja ove problematike i zauzimanja stavova, potrebno je voditi računa i o postojećem stanju, tj. da je razvojem elektroprivrednih kapaciteta od Oslobođenja na ovamo i njihovim međusobnim povezivanjem stvarno uspostavljen i da danas postoji jedinstveni elektroenergetski sistem Jugoslavije, sa svim svojim prednostima, koje treba i dalje razvijati.

Međutim, upravo zbog toga, organizaciju i međusobne odnose unutar tog jedinstvenog sistema treba postaviti tako, da oni ne postanu negacija te jedinstvenosti i svih onih prednosti koje ona inače može i koje treba dati.

f) Kod razmatranja ove problematike treba voditi računa i o jedinstvu jugoslavenskog privrednog područja.

Međutim, jedinstvo jugoslavenskog privrednog područja može značiti samo pružanje jednakih uslova svima, nepriznavanje administrativno-političkih granica kao prepreke za slobodnu cirkulaciju sredstava i suradnju između privrednih or-

ganizacija, te zajedničko, tj. na nivou Federacije, vršenje onih poslova koji se drukčije ni ne mogu vršiti negoli zajednički, odnosno koji se u jugoslavenskim okvirima mogu uspješnije vršiti, ali ne i nepotrebno hipertrofiranje funkcija i ovlaštenja na tom nivou, sužavanje prava proizvođača i odgovarajućih drugih društveno-političkih zajednica, te onemogućavanje ekonomičnijih rješenja u izgradnji i u eksploataciji u privredi u cjelini i u elektroprivredi posebno.

Grupa je nastojala da kod izrade materijala u svim pitanjima zauzme sasvim određene stavove. Međutim, unatoč tomu, kao što se vidi iz samog materijala, za neka pitanja dana su i alternativna rješenja.

Po mišljenju grupe materijal može poslužiti u cilju zauzimanja stavova po svim relevantnim elementima i pitanjima o kojima se treba odlučiti prilikom izrade teza odnosno budućeg novog Zakona o elektroprivredi. Međutim, s obzirom na značaj i posljedice predloženih rješenja, a u cilju donošenja odluka o konkretnoj politici u odnosu na ovu privrednu granu, bilo bi potrebno da se u okviru same elektroprivrede, kako i izvan nje, nastavi s radom i izvrše daljnji i detaljniji proračuni i ispitaju daljnje konsekvence predloženih rješenja, naročito zato što donošenje konkretnih odluka zavisi od odgovarajuće privredne politike i potreba u određenom vremenskom periodu i efekata koji se njima žele postići.

Osnovno je, da buduća organizacija i novi ekonomski odnosi u elektroprivredi to omoguće, a to — barem po mišljenju sastavljača — ovi prijedlozi osiguravaju.

SADAŠNJE STANJE U ELEKTROPRIVREDI

A. Organizacija i ekonomski odnosi

1. Sadašnja organizacija i poslovanje u elektroprivredi temelje se na odredbama Zakona o elektroprivrednim organizacijama (»Službeni list SFRJ« br. 2/58), i na nizu naknadnih propisa, kao i izmjena Zakona donijetih u aprilu 1963. (»Službeni list SFRJ« br. 13/63).

U Jugoslaviji postoji sada 38 proizvodnih, 7 prijenosnih i 30 distributivnih elektroprivrednih poduzeća (do 1. VII 1963. bilo je 87 distributivnih poduzeća). U zajednicama elektroprivrednih poduzeća, čiji se teritorij poklapa s teritorijem republike, udružena su proizvodna i prijenosna poduzeća. Republičke elektroprivredne zajednice udružene su u Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede.

Organizacija u elektroprivredi postavljena je na podjeli rada prema djelatnostima: hidroelektrane, termoelektrane, prijenos i distribucija električne energije, te prema područjima na kojima se te djelatnosti vrše.

Proizvodna poduzeća su različitih veličina. Najmanja imaju godišnju proizvodnju ispod 10 mil. kWh i vrijednost osnovnih sredstava ispod 1 mlrd. dinara, dok najveća proizvode godišnje preko 1.500 mil. kWh, a vrijednost osnovnih sredstava im prelazi 40 mlrd. dinara.

U svakoj republici ima po jedno prijenosno poduzeće, s izuzetkom u SR Hrvatskoj, gdje ima dva. Najmanje prijenosno poduzeće ima osnovna sredstva u vrijednosti od 3,5, a najveće oko 28 mlrd. dinara.

Distributivna poduzeća nisu udružena u elektroprivredne zajednice. U republikama postoje poslovna udruženja u koja međutim nisu udružena sva distributivna poduzeća. Ova su poduzeća također vrlo različita po svojoj veličini. Među poduzećima koja su postojala do 1. 7. 1963. najmanje poduzeće je preuzimalo ispod 1 mil. kWh godišnje i imalo je osnovna sredstva u vrijednosti manjoj od 80 mil. dinara, dok je najveće preuzimalo oko 800 mil. kWh i imalo osnovna sredstva u vrijednosti od oko 19 mlrd. dinara.

2. Zajednica jugoslavenske elektroprivrede donosi elektroenergetsku bilancu za Jugoslaviju (plan proizvodnje i potrošnje električne energije) i normira troškove poslovanja i dohotka, te radnu snagu uz suglasnost Saveznog sekretarijata za industriju i Saveznog sekretarijata za poslove financija. Troškovi i dohodak se određuju uglavnom administrativno.

Utvrđivanje normativa troškova poslovanja i dohotka predstavlja složen proces, jer raznolikost u kapacitetima po vrsti, tipu i veličini onemogućuje primjenu jedinstvenih normativa. Takvi normativi uz sve svoje ostale slabosti nisu stalni, već se često mijenjaju. Privredni planovi elektroprivrede, koji predstavljaju osnovu za reguliranje ekonomskih odnosa, donose se s velikim zakašnjenjem, tako da radni kolektivi praktički ne znaju u toku godine čime raspolažu.

Poduzeća sastavljaju svoje godišnje planove u skladu s planovima republičke zajednice elektroprivrednih poduzeća i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede. Planovi poduzeća se objedinjuju i međusobno usklađuju u republičkim zajednicama

radi izravnanja bilance proizvodnje, troškova i realizacije. Nakon usklađivanja plana u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede, republičke zajednice zaključuju pojedinačno ugovore s proizvodima, prijenosnim i distributivnim poduzećima. Zajednički se utvrđuju i planovi remonta postrojenja. Usklađivanje je potrebno radi toga da se dobije potrebna snaga i energija u skladu s potrošnjom i hidrološkim karakteristikama na području republike i cijele elektroprivrede.

Udružena poduzeća posluju u okviru plana i ugovora unutar kojih raspolažu određenim financijskim sredstvima i to:

a) normiranim troškovima poslovanja s normiranim individualnim dohotkom;

b) uštedama na pojedinim elementima troškova, i

c) učešćem u kolektivnom dohotku, koji se ostvaruje u elektroprivrednim zajednicama, kao rezultat zajedničkog rada.

Kolektivni dohodak ovisi o konačnoj godišnjoj raspodjeli ukupnog prihoda i dohotka, zbog čega je njegova visina poznata tek na kraju poslovne godine.

3. Zakon o elektroprivrednim organizacijama propisuje da su sistem tarifa, prodajne cijene i uslovi isporuke električne energije jedinstveni za cijelu zemlju. Postojeći nivo cijena i tarifa električne energije omogućen je i određen povlasticama elektroprivrede, i to:

kamati na poslovni fond obračunavaju se po stopi od 1 %;

primjena revalorizacije osnovnih sredstava odgođena je do 31. XII 1963;

doprinos iz dohotka udruženih proizvodnih i prenosnih poduzeća ustupljen je u elektroprivredi i uplaćuje se u Fond za pokrivanje manjkova elektroprivrednih zajednica, dok su elektroprivredne zajednice oslobođene plaćanja tog doprinosa;

zajmovi se dobivaju po povlaštenim uvjetima (2 % kamata na kredit i dugi rokovi otplate); i

garantni iznosi po zajmovima za investicije privremeno se ne plaćaju.

4. Kod današnjih odnosa između pojedinih elektrana, prijenosnih poduzeća i elektroprivrednih zajednica, polazi se od činjenice da se elektranama i prijenosnim poduzećima normira veličina troškova, posebno za svaku vrstu troška, na temelju njihovih tehničkih karakteristika i pokazatelja. Troškovima poslovanja dodaje se dohodak, koji se odmjerava na temelju normiranog broja radnika*.

Shema kalkulacije cijene učina i osnovice za međusobni obračun prikazana je u pregledu na slijedećoj strani.**

Na temelju ovakve sheme obračunavaju se učinci elektrana i prijenosnih poduzeća, posebno za svaku vrstu troška i utvrđuje njihova mjesečna realizacija, dok se na koncu godine obračunava njihovo učešće u zajedničkom dohotku, ovisno o rezultatima jugoslavenske elektroprivrede u cjelini, pri čemu se ocjenjuju potrebe za dohotkom pojedinih djelatnosti udružene elektroprivrede. Raspored ovog zajedničkog dohotka je u stvari kompromis između republičkih zajednica i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede i nije u ovisnosti s učešćem u njegovom stvaranju.

Dohodak koji se formira u poduzećima (individualni normirani dohodak) određen je, kako je već rečeno, na osnovu normiranog broja i strukture radnika. Veličina normiranog dohotka određena je različito prema veličini poduzeća i težim uvjetima rada, s time što su sva poduzeća razvrstana u grupe.

Na osnovu prednjeg može se zaključiti slijedeće:

Poduzećima (elektranama i poduzećima za prijenos) određuju se troškovi poslovanja i dohodak na temelju više kriterija, koji se svode na slijedeće:

a) tehnički normativi: za energetsko gorivo, pojnu i rashladnu vodu kod termoelektrana, te za vlastiti potrošak električne energije;

b) normirani iznos na temelju prosječnih troškova, za ostale materijalne troškove i troškove investicionog uzdržavanja time, da upravni odbor elektroprivredne zajednice raspoređuje na poduzeća ukupan normirani iznos. Ovo pravo raspodjele na poduzeća ne koriste sve zajednice;

c) amortizacija i doprinosi na temelju pozitivnih propisa;

d) normirani broj, struktura i iznos po kategoriji radnika i grupi poduzeća služi za formiranje normiranog dohotka poduzeća; i

e) udružena poduzeća učestvuju u dijelu zajedničkog dohotka (tzv. ristorno) koji ulazi u dohodak poduzeća.

Iz ovog slijedi da dohodak odnosno čist prihod poduzeća sadrži sredstva za osobne dohotke i društveni standard, a samo manjim dijelom i sredstva za fondove (poslovni fond i ostali fondovi).

Utvrđivanje i raspodjela ukupnog prihoda i dohotka između elektroprivrednih zajednica i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede vrši se stvarno tek po isteku poslovne godine i to tako, da se utvrde normirani troškovi poslovanja i dohodak poduzeća za proizvodnju i prijenos, kao i za distribuciju do 1. 7. 1963, te troškovi elektroprivrednih zajednica, zbog čega su zajednicama u toku godine poznati samo približni financijski rezultati. Na kraju godine definitivno se utvrđuje razlika između prihoda od prodaje električne energije (realizacija po propisanim tarifama) i iznosa normiranih troškova poslovanja i normiranog dohotka, koja se raspoređuje na pojedine zajednice tako da im se pokriju osobni dohoci i rezervni fond po općim propisima, a ostatak se dijeli na:

a) Fond za premiranje za spremnost elektroenergetskih postrojenja;

---

* Napominje se da tzv. normirani troškovi, broj radnika i normirani dohodak ne predstavljaju tehnički i ekonomski objektivizirane veličine.

** Ovo je shema za obračun učina termoelektrana, dok se elementi tačke 1 kod hidroelektrana i prijenosnih poduzeća ne pojavljuju.

Elementi cijene	Osnovica za obračun između republičkih zajednica i elektroprivrednih poduzeća
1. *Materijal za preradu*	
a) energetsko gorivo fco industrijski kolosijek elektrane	Ugovorena cijena za potrošak topline po tehničkom normativu ovisno o opterećenju generatora i proizvedenih kWh za svaki agregat posebno Cijena topline ugovara se svake godine na temelju prošlogodišnjeg ostvarenja.
b) doprema i istovar goriva na skladište	Ugovorena cijena za dopremu i istovar 1 tone goriva.
c) pojna i rashladna voda	Stvarna cijena za potrošak vode po tehničkom normativu.
d) kemikalije	Ugovoreni iznos u odnosu na normirani potrošak pare.
e) kemijske analize goriva i vode	Ugovoreni iznos u odnosu na normirani potrošak goriva odn. vode.
f) kalo energetskog goriva	Normirani postotak od potroška normirane topline po ugovorenoj cijeni topline.
2. *Ostali materijalni troškovi*	Normirani iznos u ovisnosti od stanja, odnosno povećanja i smanjenja osnovnih sredstava i individualnih potreba radne jedinice.
3. *Premija osiguranja*	Ostvareni troškovi.
4. *Investiciono uzdržavanje*	Normirani iznos u zavisnosti od stanja, odnosno povećanja i smanjenja osnovnih sredstava i individualnih potreba radne jedinice (individualne potrebe investicionog uzdržavanja određuju se na bazi programa koji poduzeća predlažu zajednici elektroprivrednih poduzeća).
5. *Amortizacija*	Normirani iznos na temelju amortiziranih stopa na stanje osnovnih sredstava na zadnji dan prethodne godine i za povećanja u toku godine.
6. *Kamati na poslovni fond*	Ostvareni troškovi.
7. *Kamati na dugoročne kredite*	Potreban iznos na temelju utvrđenih obaveza prema banci.
8. *Kamati na kratkoročne kredite*	Potreban iznos za stanje kredita na zadnji dan u protekloj godini uvećan za nove kredite u tekućoj godini.
9. *Doprinos za financiranje škola*	Normirani iznos, koji se izračunava na bazi ugovorenog dohotka.
10. *Doprinosi i članarine komorama i stručnim udruženjima*	Ugovoreni iznos.
11. *Doprinos za socijalno osiguranje preko opće stope*	Ugovoreni iznos.
12. *Dohodak*	
a) osnovni dio	Normirani iznos na temelju normiranog broja i strukture radnika.
b) dio preko osnovnog dijela	Normirani postotak na osnovni dio različito za pojedine djelatnosti.
13. *Ušteda ili prekoračenje vlastitog potroška energije*	Ušteda ili prekoračenje kWh u odnosu na normirani potrošak električne energije po određenoj cijeni.

b) Fond zajedničke potrošnje;

c) Fond studija Zajednice jugoslavenske elektroprivrede;

d) Rezervni fond voda; i

e) Ostatak dohotka za učešće udruženih poduzeća u zajedničkom dohotku.

Zajednice učestvuju u navedenim elementima na temelju dogovorenih kriterija, pri čemu se ocjenjuju potrebe za pojedinim fondovima, pa i ovaj raspored predstavlja u stvari kompromis između zajednica.

Pošto savezni sekretarijati za industriju i financije potvrde prijedlog upravnog odbora Zajednice jugoslavenske elektroprivrede formira se dohodak zajednica, koji je stvarno već raspoređen, a upravni odbori zajednica mogu namjenski raspoređivati samo već utvrđene iznose pojedinih fondova, pri čemu u rasporedu i korištenju sudjeluju i udružena poduzeća, uglavnom za društveni standard.

Shematski prikaz formiranja i raspodjele sredstava u okviru postojećih ekonomskih odnosa na bazi ostvarenja 1961. godine dan je na slici br. 1.

B. Osnovne slabosti u elektroprivredi

Postojeći ekonomski odnosi i organizacija u elektroprivredi imaju niz krupnih slabosti i nedostataka.

Osnovne slabosti proizlaze iz neekonomskih i jedinstvenih cijena, sistema planiranja i načina formiranja dohotka kroz normative troškova poslovanja i dohotka, te njegove raspodjele. U okviru ovih slabosti treba naročito istaknuti slijedeće:

1. Jedinstvene cijene električne energije na prijenosnoj mreži (formirane na bazi prosječnih troškova proizvodnje i prenosa) stvaraju viškove i manjkove realizacije na područjima pojedinih zajednica.

Viškovi i manjkovi realizacije posljedica su kako strukture izvora električne energije i strukture potrošnje na područjima pojedinih zajednica, tako i nepridržavanja ekonomskih kriterija u proizvodnji i potrošnji električne energije. Izravnavanje viškova i manjkova realizacije vrši se u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede (ZJE) preko Fonda za pokrivanje manjkova elektroprivrednih zajednica. Izvori ovog fonda su:

a) ustupljeni doprinos iz dohotka udružene elektroprivrede — bez zajednica,

b) višak prihoda pojedinih elektroprivrednih zajednica, koji je nastao kao posljedica propisanih cijena električne energije (ovim putem se u stvari prelijeva i dio dohotka nastalog efikasnijim radom pojedinih zajednica), i

c) dotacija iz saveznog budžeta.

»Pasivnim zajednicama« se iz ovog fonda pokriva manjak na realizaciji. Pokrivanje manjkova vrši se tek po isteku poslovne godine, kada se vrši i utvrđivanje ukupnog prihoda i raspodjela dohotka elektroprivrednih zajednica u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede. Po sadašnjim propisima, organi upravljanja u republičkim zajednicama, na čijem području se stvara dohodak, nemaju ingerencije kakvu bi inače trebali da imaju oni kod kojih se dohodak stvara, jer se raspodjela vrši u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede uz suglasnost Saveznog sekretarijata za industriju i Saveznog sekretarijata za poslove financija, a na bazi kompromisa, zavisno u prvom redu od pokrića manjkova.

Sistem administrativne raspodjele dohotka ima za posljedicu, da tzv. aktivne zajednice, bez obzira da li su aktivne zbog povoljnih uslova ili zbog boljeg i ekonomičnijeg rada, dotiraju tzv. pasivne, bez obzira na razloge njihove pasivnosti.

Propisani sistem pokrivanja manjkova kroz jedinstvenu cijenu ne stimulira elektroprivredna poduzeća i njihove zajednice na smanjenje troškova, traženje unutrašnjih rezervi, štaviše svatko nastoji da što veća sredstva izvuče iz zajedničke kase. Težište aktivnosti, pa i uspjeha prenosi se od stvaranja na traženje što većih sredstava.

Ekonomski odnosi između elektroprivrednih zajednica i Zajednice jugoslavenske elektroprivrede u uslovima postojanja jedinstvene cijene, iskrivljuju ekonomske kriterije privređivanja. Elektroprivredna poduzeća, kao i njihove zajednice, ne snose riziko, a niti im ostaju ekonomski efekti, jer se vrši neekonomsko, nekontrolirano i neopravdano prelijevanje sredstava s jednog područja na drugo. Sadašnji ekonomski odnosi u elektroprivredi, u kojima se pokrivaju svi troškovi (dakle i oni potrebni kao i oni ekonomski neopravdani), bez obzira na visinu troškova investicije i visinu troškova eksploatacije, neodrživi su, jer ne povlače za sobom materijalnu odgovornost i ne stimuliraju uspješno privređivanje i razvoj.

Kod ovakvih odnosa sasvim je razumljiva tendencija da poduzeća prilikom određivanja i ugovaranja troškova radi određivanja cijene učinka za svaku godinu nastoje povećati ugovorene troškove, kako bi sebi osigurala veći prostor kretanja u poslovanju i veći dohodak, jer normirani dohodak je minimalan, a učešće u zajedničkom dohotku nesigurno i ovisno o financijskom rezultatu čitave jugoslavenske elektroprivrede i praktički izvan njihovog utjecaja.

Treba naglasiti da ovakve negativne tendencije izvlačenja što većeg individualnog dohotka iz ukupnog jugoslavenskog dohotka uzrokuju postojeći ekonomski odnosi, i da one nikako nisu ograničene na sama poduzeća, nego su normalna pojava i kod ostalih organizacija u elektroprivredi, uključujući tu i samu Zajednicu jugoslavenske elektroprivrede kao organ i mjesto za usklađivanje pojedinačnih i diferentnih interesa.

2. Financiranje izgradnje izvora električne energije i visokonaponske mreže vršilo se isključivo iz OIF-a, a od 1963. i uz učešće elektroprivrede i ostalih društvenih fondova. Proširena reprodukcija distribucije (izgradnja objekata srednjeg i niskog napona) financira se iz sredstava republičkog investicionog fonda i fondova, odnosno iz sredstava zainteresiranih komuna i ostalih interesenata, te fondova elektroprivrednih distributivnih poduzeća.

Zakonom o elektroprivrednim organizacijama predviđeno je da Zajednica jugoslavenske elektroprivrede predlaže nadležnom državnom organu program perspektivnog razvoja elektroprivrede i prioritet izgradnje objekata. Prvi takvi prijedlog Zajednica je podnijela za petogodišnji plan 1957/1961. Taj su prijedlog parcijalno razmatrali nadležni državni organi, tj. odluke su donošene za pojedine objekte. Pri tome, uslijed raznih okolnosti, prijedlog stvarno i nije bio osnova za donošenje odluka. Upravni odbor Zajednice jugoslavenske elektroprivrede formirao je 1962. svoj koordinacioni odbor sa zadatkom da izradi konkretizirani program perspektivne izgradnje za podmirenje potreba do 1970. Ovaj se rad privodi kraju. Međutim, i Jugoslavenska investiciona banka vrši pripreme da se izvrši izbor elektrana, na bazi novih konkursa, na osnovu kriterija koji ne odgovaraju za izbor objekata u elektroprivredi, mimo primjedaba koje je dala Zajednica jugoslavenske elektroprivrede.

Ovdje treba napomenuti i stanje u kojem će se naći elektroprivreda u pogledu pokrivanja manjkova energije i snage u 1967. i 1968. Naime, radi odgađanja odluke o početku izgradnje novih elektrana, koji bi trebale eliminirati manjkove u 1967. i 1968. — razlozi tog odgađanja nisu ni razumljivi ni opravdani — elektroprivreda se našla u situaciji, da je za izbor novih objekata preostao jedini kriterij: trajanje izgradnje.

U uvjetima jedinstvene cijene električne energije i sadašnjih ekonomskih odnosa u elektroprivredi, ekonomska odgovornost je odvojena od investitora i ekonomskog uspjeha investicionog zahvata. Investicije se osiguravaju sredstvima centralnih fondova, nezavisno od vlastitih mogućno-

sti, a s tim u vezi bez potrebne stimulacije u pravcu traženja jeftinijih izvora i racionalnijih rješenja.

Ulazi se u izgradnju objekata, koji nisu dovoljno proučeni i za koje nije pripremljena potrebna dokumentacija. To dovodi do nepotrebnog povećanja troškova izgradnje i produljenja građenja kao i do izgradnje novih objekata, koji po svojoj ekonomičnosti ne bi trebali da budu u prvom planu. Zbog toga, kao i zbog nedovoljnih glavnih istražnih radova, ne može se izvršiti objektivna komparacija objekata koji se predlažu za izgradnju. Mogućnost raspolaganja društvenom akumulacijom, a bez potrebne i konkretne ekonomske odgovornosti za njenu efikasnost, osnovni je uzrok slabosti na području sistema investiranja i predstavlja krupni problem daljnjeg razvoja, jer će radi sve većeg porasta potrošnje biti potrebno graditi sve više elektroenergetskih postrojenja.

Postojeći sistem privređivanja, čiju okosnicu čine raspodjela jugoslavenskog ukupnog prihoda i dohotka, i sistem investiranja djeluju na takvo formiranje stavova i ponašanje investitora. Dosadašnji ekonomski odnosi i uvjetovali su predlaganje što nižih investicionih iznosa kako bi se po svaku cijenu ušlo u plan izgradnje. Zbog toga i imamo niz krupnih elektroenergetskih objekata kod kojih postoje (i iz subjektivnih razloga) velika odstupanja u pogledu privređene visine troškova investiranja, rokova izgradnje i puštanja u pogon, a također i u pogledu njihove tehničke i ekonomske efikasnosti.

Uz navedene slabosti, visina cijene izgradnje elektroenergetskih objekata nema danas gotovo nikakvog utjecaja na cijenu električne energije onog područja, gdje se takva izgradnja forsirala. Ovo zato, jer pri sadašnjim ekonomskim odnosima u elektroprivredi nema materijalne odgovornosti, budući da se sistemom jedinstvenih cijena i pokrivanja manjkova pokrivaju svi troškovi.

U uslovima društvenog vlasništva nad sredstvima za proizvodnju i društvenog raspolaganja viškom rada postoji (s obzirom na postojeće odnose u elektroprivredi) mogućnost prikrivanja stvarnih ekonomskih odnosa i ispreplitanja individualne i društvene efikasnosti, odnosno neefikasnosti, tj. postoji mogućnost prebacivanja tereta individualne neefikasnosti direktno na društvo.

A upravo u elektroprivredi ekonomska odgovornost u pogledu investiranja utoliko je značajnija što treba voditi računa o njenim sekundarnim efektima elektroprivrede u odnosu na razvoj ostale privrede, a posebno s obzirom na izbor optimalnih lokacija i rješenja za nove privredne objekte.

3. Poduzećima za distribuciju električne energije bili su do 1. 7. 1963. podmirivani troškovi poslovanja i dohodak od strane elektroprivrednih zajednica po normativima u zavisnosti od veličine kapaciteta distributivne mreže. Distributivna poduzeća prodavala su električnu energiju za račun elektroprivrednih zajednica primjenom tarife koja je bila kod krajnjih potrošača jedinstvena za područje cijele zemlje. Ova poduzeća nisu u takvim uslovima snosila riziko poslovanja, niti su im trajnije ostajali ekonomski efekti, jer su se kroz sistem normativa prelijevala sredstva s jednog distributivnog poduzeća na drugo. Pokrivanje troškova bez obzira na visinu individualnih troškova investicija i troškova eksploatacije, nije stimuliralo zainteresiranost distributivnih poduzeća u pogledu što racionalnijeg poslovanja i elektrifikacije.

Da bi se distributivna poduzeća stimulirala za što racionalnije poslovanje i elektrifikaciju i da bi prodajne cijene potrošačima na jednom distributivnom području bile u što većoj mjeri odraz troškova koje ti potrošači uzrokuju, došlo je do izmjene u ekonomskim odnosima između udružene elektroprivrede i distributivnih poduzeća. Zakonom o izmjenama i dopunama Zakona o elektroprivrednim organizacijama (»Službeni list SFRJ« br. 13/63) predviđeno je, da distributivna poduzeća kupuju električnu energiju mjerenu u kWh i snagu mjerenu u kW od elektroprivrednih zajednica po tarifnim stavovima koji su jedinstveni za sva distributivna poduzeća na području Jugoslavije. Na bazi ukupnih troškova distributivna poduzeća treba da formiraju vlastite cijene za prodaju električne energije na svom području. Međutim, unatoč jedinstvenim tarifnim stavovima, svako poduzeće kupuje kWh električne energije u prosjeku po različitoj cijeni, u zavisnosti od karakteristika konzuma (od odnosa potrošnje u razno doba dana i godine i od odnosa ukupno preuzete energije — kWh i angažirane snage — kW), koje su različite za razna distributivna područja.

Uvođenjem zdravijih ekonomskih odnosa između distribucije, te proizvodnje i prijenosa, distributivna poduzeća treba da ravnomjernije i bolje iskorištavaju postojeće i buduće elektroenergetske kapacitete sniženjem vršnih opterećenja, smanjenjem gubitaka električne energije, racionalnijom upotrebom sredstava i sl. Distributivna poduzeća će svoj ukupni prihod i dohodak formirati u zavisnosti od rezultata svoga rada i poslovat će na taj način kao i druge privredne organizacije.

Međutim, ove izmjene ekonomskih odnosa stvorile su i nove probleme i to zbog dosadašnjeg gospodarenja, naslijeđenih normativa i načina formiranja troškova, te realizacije električne energije po dosadašnjoj tarifi. U nedovoljno razvijenim distributivnim poduzećima — područjima (nerazvijen konzum i nerazvijena mreža), pojavljuju se manjkovi na realizaciji, jer realizacija po dosadašnjoj tarifi ne pokriva ukupne troškove, bilo zbog nepovoljnih prirodnih uvjeta (konfiguracija mreže i terena, te intenzitet i način potrošnje), bilo zbog odgovarajuće strukture konzuma i dosadašnje tarife.

Kod sadašnjih tarifa prodajna cijena za industrijske potrošače viša je od prodajne cijene električne energije domaćinstvima, što je upravo obrnuto od troškova koje ti potrošači prouzrokuju.

Stoga se kod distributivnih poduzeća, u čijoj strukturi prodaje ima veliki udio potrošnja domaćinstva, pojavljuje — bez njihovog utjecaja — manjak na realizaciji. Ovi manjkovi nametnuli su potrebu spajanja distributivnih poduzeća i iz ekonomske nužde, ne uvažujući do kraja optimalnost veličine i opsega distributivnih poduzeća. Rezultat toga je: od ranijih 87 distributivnih poduzeća, sada nakon spajanja postoji samo njih 30. Međutim, iako se spajanje u ovoj fazi vršilo uglavnom radi izravnanja pozitivnih i negativnih razlika, zbog naslijeđenih troškova i realizacije po dosadašnjoj tarifi nije uspjelo da se u cijelosti pokriju i eliminiraju. Zbog toga, i danas ima distributivnih poduzeća koja imaju manjak na realizaciji. Tako je problem saniranja tih distributivnih poduzeća ostao i dalje akutan, a za njegovo rješenje zainteresirana je i elektroprivreda i društvena zajednica.

Iz ovoga proizlazi, da postoje još otvorena pitanja odnosa distribucije i udružene elektroprivrede, i da je — osim tehničkog — nužan visok stepen njihovog organizacionog i ekonomskog jedinstva.

EKONOMSKI ODNOSI U ELEKTROPRIVREDI

A. Cijena električne energije

1. Vrste i sadržaj cijena u elektroprivredi

Elektroprivreda ima važan utjecaj na opći privredni razvoj, jer je jedna od osnova proizvodnje i razvoja za ostale privredne grane.

Električna energija ima i dominantan položaj u širokoj potrošnji kako ličnoj tako i općoj, i zbog toga veliki utjecaj na životni standard radnih ljudi.

Gornje karakteristike elektroprivrede kao grane i električne energije kao proizvoda, nameću potrebu da se i formiranje cijene električne energije, kao izraz učešća elektroprivrede u formiranom društvenom proizvodu, posebno analizira i osigura adekvatan društveni utjecaj.

Raspodjela društvenog proizvoda putem cijene proizvoda mora osigurati mogućnost da radni kolektivi uspješnim radom osiguraju svoju egzistenciju i poboljšaju svoje uvjete života i rada, kao i egzistenciju i daljnji razvoj svoje radne organizacije. To znači da je raspodjelom društvenog proizvoda i elektroprivredi potrebno osigurati ne samo zarade, nego i uslove proizvodnje, dakle njenu jednostavnu i proširenu reprodukciju, i to bilo djelomično, bilo u cjelini, zavisno od konkretnih mogućnosti na određenom stupnju razvoja, odnosno od potreba i ciljeva koje se želi realizirati u ostaloj privredi.

Kod razmatranja problema cijene električne energije postavlja se pitanje sadržaja i nivoa cijene, jer se određivanjem općeg nivoa cijene odmjerava ujedno i stupanj autofinanciranja jednostavne i proširene reprodukcije elektroprivrede, kao i zbog refleksa i utjecaja te cijene na razvoj ostale privrede i društveni standard. S tim u vezi nužno se postavlja i pitanje principa, odnosno metode za utvrđivanje nivoa cijene električne energije. Pri postavljanju metodologije formiranja cijene električne energije treba imati u vidu tehničke i tehnološke osobine proizvodnje električne energije, tj. cjelovitost tehnološkog procesa od proizvodnje u elektranama do predaje potrošačima.

Električna energija postaje u procesu proizvodnje i prijenosa zajednički proizvod, koji radne jedinice distribucije preuzimaju na pragu prijenosne mreže, razvode ga i predaju potrošačima. Tehnološke karakteristike proizvodnje i prijenosa uslovljavaju takve odnose radnih jedinica, da se nameće potreba kooperacije i udruživanja u asocijaciju s kojom će se obračunavati učešće radnih jedinica u zajedničkoj proizvodnji i prijenosu električne energije.

Nove cijene električne energije na visokom naponu treba da osiguraju ekonomski suvremenu reprodukciju elektroprivrede u ekonomskom rastu. Međutim, u sadašnjoj situaciji teško je prihvatiti pretpostavku da će cijena električne energije moći u cijelosti obuhvatiti troškove proširene reprodukcije. Pri razmatranju toga problema potrebno je da se nivo cijene električne energije proračuna alternativno, kako je to i učinjeno u glavi C. »Financiranje proširene reprodukcije«.

2. Jedinstvena ili nejedinstvena cijena električne energije na prijenosnoj mreži

1. U svojem tehnološkom razvoju elektroprivreda je dostigla takav stupanj paralelnog i povezanog rada proizvođača električne energije i povezanosti izvora električne energije sa potrošačkim područjima, da je čitavi teritorij zemlje obuhvaćen jednim elektroenergetskim sistemom.

Različiti nivoi proizvodnih cijena pojavljuju se kao posljedica nejednakih troškova proizvodnje u pojedinim područjima, a različiti nivoi realiziranih cijena posljedica su različite strukture potrošnje i njihovih nejednakih tarifnih stavova.

Odnose cijena električne energije između teritorija pojedinih republika najbolje će ilustrirati nekoliko pregleda raznih aspekata cijena.

Bilanca cijena elektroprivrede u 1961.

Tablica 1

Opis	Din/kWh							
	Proizvodne cijene elektroprivrede				Realizirane cijene elektroprivrede	Razlike između proizvodnih i realiziranih cijena		
	prije revalorizacije	poslije revalorizacije	razlika	% povišenja		prije revalorizacije	poslije revalorizacije	% izravnanja cijena
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Srbija	13,98	15,20	1,22	8,73	12,60	—1,38	—2,60	20,63
Hrvatska	9,95	10,67	0,72	7,24	9,19	—0,76	—1,48	16,10
Slovenija	7,40	8,15	0,75	10,14	7,21	—0,19	—0,94	13,04
B i H	7,58	8,30	0,72	9,50	7,22	—0,36	—1,08	14,96
Makedonija	10,90	12,72	1,82	16,70	8,59	—2,31	—4,13	48,08
Crna Gora	9,03	10,00	0,97	10,74	6,55	—2,48	—3,45	52,67
S F R J	11,70	12,88	1,81	10,09	10,65	—1,05	—2,23	20,94

U situaciji nerevaloriziranih osnovnih sredstava raskorak između proizvodne i realizirane cijene iznosi za Jugoslaviju 1,05 Din/kWh. Povišenje tarifa za ovo izravnanje cijena iznosilo bi 9,86 %. Za izvršenje revalorizacije osnovnih sredstava, koju treba provesti od 1. 1. 1964, tarife bi trebalo podići za daljnjih 1,18 Din/kWh ili za 11,08 %. Za ukupno izravnanje realizirane cijene s proizvodnom cijenom u situaciji revaloriziranih sredstava tarife bi trebalo povisiti u prosjeku za 20,94 % ili za 2,23 Din/kWh.

Proizvodne cijene za 1961. bez nabavljene energije od republičkih zajednica

Tablica 2

Opis	Struktura proizvodnje %	Cijena na pragu elektrana Din/kWh	Proizvodna cijena elektroprivrede (na mjestima potrošnje) Din/kWh
1	2	3	4
SRBIJA			17,34
HE + TE	100,0	7,24	
HE	44,4	5,46	
TE	55,6	8,66	
HRVATSKA			17,62
HE + TE	100,0	6,35	
HE	81,0	3,98	
TE	19,0	16,45	
SLOVENIJA			8,18
HE + TE	100,0	4,16	
HE	64,8	2,76	
TE	35,2	6,74	
BOSNA I HERCEGOVINA			9,69
HE + TE	100,0	5,20	
HE	59,4	3,21	
TE	40,6	8,12	
MAKEDONIJA			14,77
HE + TE	100,0	6,93	
HE	92,6	5,74	
TE	7,4	21,81	
CRNA GORA			10,67
HE + TE	100,0	5,06	
HE	97,6	4,42	
TE	2,4	31,21	
JUGOSLAVIJA			12,88
HE + TE	100,0	5,54	
HE	64,13	3,80	
TE	35,87	8,66	

Sve cijene za 1961. prikazane u daljnjim tablicama izračunane su kao da je revalorizacija osnovnih sredstava provedena.

U kojoj mjeri utječe struktura proizvodnje pojedine republike na nivo njezine ukupne proizvodne cijene pokazuje pregled u tablici 2.

Prednji pregled pokazuje nivo proizvodne cijene elektroprivrede bez nabave električne energije iz drugih republičkih zajednica. Kad se u troškove elektroprivrede pojedinih republika uvrste i troškovi za nabavljenu električnu energiju iz drugih republičkih zajednica, odnosno kada se njihovim prihodima doda i realizacija za prodanu električnu energiju drugim zajednicama dolazi do prelijevanja dohotka između republika i do deformacije njihovih proizvodnih i realiziranih cijena, jer se nabava i prodaja (razmjena) između republičkih zajednica obračunava po cijeni od 3,5 Din/kWh za dnevne dobave, i po cijeni od 2,0 Din/kWh za noćne dobave, odnosno u prosjeku po 3,12 Din/kWh, što je znatno niže od individualnih proizvodnih cijena republičkih zajednica. Veličina deformacije proizvodne cijene po republikama prikazana je u tablici 3.

Proizvodne cijene za 1961. s nabavom i bez nabave energije od republičkih zajednica

Tablica 3

Opis	Din/kWh		Udio nabave energije iz zajednica u ukup. prodaji energije %	% deformacije proizvodne cijene
	bez nabav. električne energije iz zajednica	sa nabav. električne energije iz zajednica		
1	2	3	4	5
Srbija	17,34	15,20	15,9	12
Hrvatska	17,62	10,67	49,8	39
Slovenija	8,18	8,15	0,7	1
B i H	9,69	8,30	22,2	14
Makedonija	14,77	12,72	17,9	14
Crna Gora	10,67	10,00	9,2	6
Jugoslavija	12,88		—	—

Veličina deformacije zavisi od udjela nabavljene električne energije iz drugih zajednica u ukupnoj količini energije. Najveću deformaciju proiz-

vodne cijene ima Hrvatska, jer u toj godini nabavlja 49,8 % energije iz drugih zajednica.

Prodaja električne energije republičkim zajednicama po navedenim cijenama deformira njihove realizirane cijene kako se vidi u tablici 4.

Realizirane cijene elektroprivrede u 1961.

Tablica 4

Opis	Bez prodaje republičkim zajednicama Din/kWh	S prodajom republičkim zajednicama Din/kWh	Udio prodane energ. drugim zajed. u ukupnoj prodaji %	% deformacije realizirane cijene
1	2	3	4	5
Srbija	13,38	12,60	7,4	6
Hrvatska	10,21	9,19	14,0	13
Slovenija	8,86	7,21	29,4	19
B i H	10,67	7,22	45,5	32
Makedonija	9,01	8,59	7,4	5
Crna Gora	11,79	6,55	60,4	44
Jugoslavija	10,65	—	—	—

Iz gornjeg pregleda je vidljivo, da na veličinu deformacije realizirane cijene utječe veličina udjela prodane energije drugim zajednicama u količini ukupne prodaje. Treba spomenuti da na opadanje nivoa realizirane cijene utječu i specijalni potrošači na veliko i domaćinstva svojim niskim tarifama (prosjek specijalnih potrošača na veliko 3,73 a domaćinstva 8,39 Din/kWh).

2. Kod ovakvog stanja sa svim njegovim negativnim konsekvencama postavlja se pitanje određivanja cijene električne energije na prijenosnoj mreži, tj. da li cijena treba da ostane jedinstvena za cijelu zemlju, ili bi je trebalo utvrđivati individualno za pojedina uža područja, konkretno za teritorij republika?

Smatra se, da je pitanje jedinstvene ili nejedinstvene cijene električne energije na prijenosnoj mreži osnovno pitanje koje u elektroprivredi treba riješiti. Sva ostala pitanja, ma kako bila značajna, ipak se nalaze u drugom planu i njihovo ovakvo ili onakvo rješenje zavisi u osnovi od rješenja ovog ključnog pitanja.

Smatra se, da je sadašnji sistem jedinstvenih cijena za cijeli teritorij zemlje osnovni uzrok postojećeg nezadovoljavajućeg i nezdravog stanja u elektroprivredi i da ga stoga treba napustiti i zamijeniti sistemom individualnih područnih cijena električne energije na prijenosnoj mreži, koje bi bile jedinstvene samo za pojedina područja.

Cijenu bi utvrđivale samo odgovarajuće više asocijacije elektroprivrede (elektroprivredna poduzeća), a odobravale republičke skupštine, odnosno po njihovom ovlaštenju republičko izvršno vijeće.

Uvođenju regionalnih cijena suprotstavlja se niz prigovora, koji se istovremeno iznose kao razlozi za zadržavanje postojeće jedinstvene cijene. Ti se prigovori mogu svesti na slijedeće:

a) Ističe se, da jedinstvena cijena omogućava najekonomičniju eksploataciju postojećih kapaciteta proizvodnje i prijenosa, i to kroz funkcioniranje jedinstvenog dispečerskog centra. Napuštanjem jedinstvenih cijena da bi se razbio jedinstveni jugoslavenski elektroenergetski sistem, i da ne bi više bilo nikakve garancije da će se postojeći izvori i prenosna mreža sa jugoslavenskog stanovišta koristiti najekonomičnije.

Ovaj prigovor ne stoji.

Jer, uvođenje regionalnih cijena nikako ne mora značiti razbijanje jedinstvenog elektroenergetskog sistema i stvaranje nekih posebnih elektroenergetskih sistema. Održavanje jedinstvenog elektroenergetskog sistema i njegovo funkcioniranje nije ovisno, a niti omogućeno postojanjem jedinstvene cijene električne energije na prijenosnoj mreži. Štaviše, jedinstvena cijena je možda najmanje sretan put u afirmaciji jedinstvenog elektroenergetskog sistema, odnosno najmanje sretna posljedica u provođenju jedinstvene eksploatacije elektroprivrednih postrojenja.

Radi ilustracije navodi se situacija u kojoj su se našle pojedine zajednice u režimu jedinstvenih cijena i jedinstvene dispečerske službe.

U prošlosti se događalo da je — i pored jedinstvene dispečerske službe — u jednoj od republika voda tekla neiskorištena, dok se u drugoj republici trošio ugljen za proizvodnju u termoelektranama, iako su postojali prijenosni vodovi dovoljnog kapaciteta među tim republikama.

Da se to spriječi, prešlo se — u okviru jedinstvene cijene — na cijenu energije, koja se razmjenjuje među republikama, koja je jednaka dodatnim troškovima u najekonomičnijim termoelektranama. Međutim, pod takvim uslovima u doba velikih voda, kada su u pogonu samo najekonomičnije termoelektrane, republici u kojoj postoje termoelektrane, bolje se isplati forsirati proizvodnju u termoelektrani, radi ostvarenja većeg dohotka i u termoelektrani i u rudniku, dok se istodobno u drugoj republici prelijeva neiskorištena voda preko brane. Tako je npr. u SR Crnoj Gori bio slučaj u 1961. da se nije iskoristila voda u HE Perućica, koja ima vrlo nisku proizvodnu cijenu uz puno iskorištenje vode, pa je radi toga proizvodna cijena bila relativno visoka (prosječna cijena proizvodnje u SR Crnoj Gori iznosila je u 1961. godini 5,79 Din/kWh*). Ta energija prodaje se drugim republikama po cijeni od 3,20 Din/kWh. Radi toga se proizvodna cijena energije koja ostaje republici povisuje na 8,47 Din/kWh. Na taj način dolazi s jedne strane do povećanja proizvodne cijene u cjelini (veća potrošnja ugljena), a s druge strane do znatnih gubitaka u republici, u kojoj je izgrađena ekonomična hidroelektrana, pa umjesto da se stimulira ekonomična hidroelektrana na povoljnim lokacijama, dovodi se u bezizlazan položaj republika na čijem se teritoriju takva hidroelektrana gradila. Sličnu situ-

* Prosječna proizvodna cijena hidroelektrana i termoelektrana uvećana za troškove zajednica kao da je revalorizacija osnovnih sredstava izvršena.

aciju imamo u SR Bosni i Hercegovini, gdje je srednja proizvodna cijena 5,40 Din/kWh*, dok se energija prodaje drugim republikama po 3,30 Din/kWh, pa se proizvodna cijena za energiju, koja se koristi u samoj republici povisuje za 0,88 Din/kWh (6,28 Din/kWh).

Prema tome, napuštanje jedinstvene cijene na prenosnoj mreži samo uklanja osnovne posljedice neekonomskog poslovanja u uvjetima jedinstvene cijene.

Opstanak jugoslavenskog dispečerskog centra također nije vezan uz postojanje jedinstvene cijene, jer bi dispečerski centar i u uvjetima individualnih cijena imao svoj razlog postojanja, samo uz mnogo više neophodno potrebne odgovornosti, jer će posljedice naloga dispečera tada netko morati snositi u vidu povećanih troškova, bilo elektroprivredna organizacija na čijem je području zahvat izvršen, bilo ona organizacija u čiju je korist zahvat izvršen.

Treba napomenuti, da se — i pored postojanja jedinstvene dispečerske službe — događa da su u većini hidroelektrana akumulacije skoro potpuno ispražnjene, dok su se u nekim hidroelektranama (npr. Vlasini), akumulacioni bazeni tek počeli prazniti.

b) Dalje se ističe, da jedinstvena cijena na visokom naponu omogućava jedinstvenu investicionu politiku izgradnje novih izvora električne energije i prenosne mreže, koja da osigurava optimalan izbor objekata. U uvjetima postojanja jedinstvene cijene na prenosnoj mreži, da se može provesti princip da cijena na prenosnoj mreži obuhvati i troškove proširene reprodukcije i na taj način omogući akumulacija sredstava potrebnih za financiranje razvoja elektroprivrede. Regionalne cijene, naprotiv, da ne bi bile u stanju osigurati ni u cjelini ni djelomično autofinanciranje elektroprivrede.

Ni ovaj razlog ne stoji. Štaviše, on je možda i najjači razlog koji govori protiv jedinstvene cijene i u prilog uvođenja regionalnih cijena.

Jedinstvena cijena ima, naime, za posljedicu da se na izvjesnim područjima stvaraju viškovi, a na drugim manjkovi realizacije. Jedinstvena cijena prelijeva efekt rada i investicija kao posljedica prirodnih uvjeta, izbora boljih objekata ili boljeg ekonomiziranja, i podmiruje manjkove na realizaciji, koji su rezultat prirodnih uvjeta, ali i lošeg izbora objekata i lošeg rada. Jedinstvena cijena električne energije na taj način ne stimulira ekonomično poslovanje, a prelijevanje efekata rada upućuje elektroprivredne organizacije na stalno povećanje troškova.

Optimalan izbor elektrana i prijenosne mreže nije uvjetovan postojanjem jedinstvene cijene, niti je optimalan razvoj elektroprivrede kao grane ovisan o jedinstvenom financiranju investicione izgradnje. Kako je već rečeno, jedinstvena cijena prelijeva efekte rada s jednog područja na druge, i jednom izgrađeni objekt ulazi sa svojim individualnim troškovima amortizacije, kao i sa ostalim troškovima eksploatacaje u jedinstvenu cijenu električne energije, koju plaćaju svi potrošači električne energije u zemlji, a ne samo potrošači područja na kojem su troškovi nastali, bilo u izgradnji bilo u eksploataciji.

Prema tome, jedinstvena cijena ne orijentira na jeftiniju izgradnju, niti na štednju, jer će posljedice neekonomske izgradnje kao i prekoračenja investicionih troškova snositi svi potrošači, i time skida odgovornost s onih organa koji izgradnju pojedinih objekata predlažu odnosno koji je izvode.

Da se pokaže kako se vršio izbor objekata za izgradnju, kako u uvjetima administrativnog upravljanja tako i u uvjetima jedinstvene cijene (što u stvari predstavlja samo ostatak administrativnog upravljanja), navode se neki podaci o izgrađenim hidroelektranama, kao i o onima u izgradnji (tabl. 5 i 6).

Protočne hidroelektrane

Tablica 5

Elektrane	Godina izgradnje	Nabavna vrijednost 10^6 Din*	Godišnja proizvodnja GWh	Specifične investicije Din/kWh
Ovčar Banja	1954—57.	3.256	25,9	125,3
Međuvršje	1955—57.	3.233	27,8	116,2
Moste	1952—55.	4.965	84	58,8
Gojak	1959.	9.045	210	43,0
Medvode	1953—55.	3.853	90	42,9
Jajce I i II	1954—57.	12.436	363	34,3
Zvornik	1955—56.	14.130	416	33,9
Dravske HE	1918/1960.	41.806	1.383	30,3
Bajina Bašta	u izgradnji	41.170	1.380	29,9

* Nerevalorizirane vrijednosti i različite godine izgradnje po tekućim cijenama.

Akumulacione hidroelektrane

Tablica 6

Elektrane	Godina izgradnje	Nabavna vrijednost 10^6 Din*	Godišnja proizvodnja GWh	Specifične investicije Din/kWh
Vlasina	1955—58.	18.300	146	125,8
Vinodol	1952—53.	11.362	137	82,7
Kokin Brod + Bistrica	1960—62.	20.977	315	67,0
Mavrovo	1957—59.	20.362	317	64,2
Globočnica	u izgradnji	13.980	260	53,8
Jablanica	1955—58	27.912	658	42,3
Senj	u izgradnji	38.200	1.119	34,2
Trebišnjica	u izgradnji	59.200	2.088	28,3
Peruća+Split	1960—61.	35.870	1.605	22,3

* Nerevalorizirane vrijednosti i različite godine izgradnje po tekućim cijenama

Specifične investicije — i pored podjele na protočne i akumulacione hidroelektrane — nisu potpuno siguran indikator za usporedbu hidroelektrana, ali se — bez ikakvih daljnjih analiza — može sa sigurnošću tvrditi, da je protočna hidroelektrana, koja ima specifične investicije veće od akumulacione hidroelektrane. sigurno manje ekonomična od akumulacione hidroelektrane. Osim toga, sigurno je, da je akumulaciona hidroelektrana ekonomičnija u usporedbi s drugom akumulacionom hidroelektranom koja ima dvostruko specifične investicije. A sigurno je i to, da su se na

našim vodotocima mogle i mogu izgraditi hidroelektrane, koje su znatno ekonomičnije od većeg broja već izgrađenih hidroelektrana.

Na taj način upravo jedinstvena cijena podgrijava određene partikularističke tendencije. Naprotiv, individualne odnosno republičke cijene osiguravaju punu odgovornost u izboru i izgradnji pojedinih elektroenergetskih objekata, kao i njihovu ekonomičnu eksploataciju.

S druge strane, proračuni koji su iznešeni u dijelu C. »Financiranje proširene reprodukcije« pokazuju, da je financiranje proširene reprodukcije u elektroprivredi osigurano i pod uvjetima individualnih odnosno republičkih cijena, naročito ako se imaju u vidu način i uvjeti razmjene energije među republikama, s tim vezana mogućnost zajedničkog investiranja, na što su stimulirane elektroprivredne organizacije, u ovakvom sistemu kakav se predlaže.

c) Kao treći prigovor iznosi se, da samo jedinstvena cijena osigurava jednake uvjete snabdijevanja svih potrošača, što je od posebnog interesa za zaostala i privredno nerazvijena područja. Snabdijevanje privredno nerazvijenih područja po istoj cijeni kao i ostalih privredno razvijenih područja garancija je — kaže se — da će lakše slijediti strukturne promjene na tim područjima, koje treba da dovedu do njihovog približavanja nivou razvijenih područja. U protivnom slučaju, tj. pri postojanju individualnih odnosno republičkih cijena preobražaj privredno zaostalih područja da bi se odvijao mnogo sporije, s obzirom da je normalno da će cijene električne energije na prijenosnoj mreži u takvim regionima biti više od prosječne jedinstvene cijene na prenosnoj mreži.

Snabdijevanje električnom energijom pod jednakim uvjetima u obliku jedinstvene cijene dovodi do neutralizacije utjecaja električne energije na lokaciju industrijskih objekata, što znači, da u smislu jednakih uvjeta snabdijevanja, jedinstvena cijena potire ekonomske uvjete razvoja ostalih privrednih grana. Ona onemogućava diferencijaciju povoljnih i nepovoljnih lokacija za one privredne objekte, koji u procesu proizvodnje troše velike količine električne energije, i na taj način onemogućava racionalan razvoj pojedinih područja i zemlje u cjelini.

Ovdje je korisno iznijeti rezultate projekcije i analize budućeg razvoja elektroprivrede u razdoblju do godine 1980. Rezultati takve analize, i pored svih slabosti koje ima u sebi dugoročna prognoza, mogu dati korisne indikacije o budućim odnosima.

Projekcija budućeg razvoja izrađena je za tri razdoblja: 1964—1970, 1971—1975. i 1976—1980, uz pretpostavku da se elektrane grade prema svojoj ekonomičnosti bez obzira na lokaciju, te da se međurepublička razmjena vrši na temelju prosječne proizvodne cijene one republike koja prodaje energiju.

Projekcija budućeg razvoja izrađena je uz niže navedene pretpostavke.

Potrebe energije u GWh na pragu elektrana (odnosno na pragu republičke razmjene)

Tablica 7

Republika	Godina		
	1970.	1975.	1980.
Srbija	8.835	14.610	21.620
Hrvatska	6.480	9.890	14.140
Slovenija	4.960	6.740	9.020
B i H	3.850	6.800	10.330
Makedonija	2.690	3.850	5.270
Crna Gora	1.525	2.210	3.120
Jugoslavija	28.350	44.100	63.500

Moguća prosječna godišnja proizvodnja hidroelektrana u GWh (postojeće i novosagrađene hidroelektrane)

Tablica 8

Republika	Godina		
	1970.	1975.	1980.
Srbija	3.482	8.150	12.744
Hrvatska	6.850	7.347	7.776
Slovenija	3.401	3.815	4.573
B i H	3.326	4.306	7.186
Makedonija	1.170	1.814	2.154
Crna Gora	2.863	2.863	3.789
Jugoslavija	21.092	28.295	38.222

Instalirana snaga postojećih i novoizgrađenih termoelektrana u MW

Tablica 9

Republika	Godina		
	1970.	1975.	1980.
Srbija	850,5	1.850,5	2.600,5
Hrvatska	228,8	228,8	378,8
Slovenija	580,5	695,5	845,5
B i H	320,0	820,0	1.570,0
Makedonija	15,5	115,5	165,5
Crna Gora	—	—	100,0
Jugoslavija	1.995,3	3.710,3	5.660,3

Potrebne ukupne nove investicije (uključivši i postrojenja u gradnji) do početka 1970, u razdoblju od 1970. do početka 1975, te u razdoblju od 1975. do početka 1980. iznesene su (u treće razdoblje nisu uključene investicije za pokriće potreba nakon 1980) u tablici 10.

Ukupne nove investicije u milijardama dinara

Tablica 10

Republika	Godina		
	do 1970.	1970 – 1975.	1975 – 1980.
Srbija	300,4	416,9	374,7
Hrvatska	242,9	116,9	138,4
Slovenija	154,1	89,8	99,0
B i H	183,0	158,4	254,3
Makedonija	53,1	63,7	40,8
Crna Gora	59,5	16,8	55,1
Jugoslavija	993,0	862,5	962,3

U gore navedene iznose uključene su investicije za izvore, prijenosnu i distributivnu mrežu.

Iznos koji otpada na prijenosnu i distributivnu mrežu naveden je u tablici 11.

Investicije za prijenosnu i distributivnu mrežu u milijardama dinara

Tablica 11

Republika	Godina		
	do 1970.	1970 – 1975.	1975 – 1980.
Srbija	168,9	154,9	174,6
Hrvatska	119,6	97,8	103,5
Slovenija	72,9	55,4	57,3
B i H	73,6	64,1	75,4
Makedonija	25,0	24,8	26,4
Crna Gora	16,7	16,8	19,4
Jugoslavija	476,7	413,8	456,6

Investicioni iznosi za hidroelektrane i termoelektrane uzeti su iz investicionih programa (ukoliko takvi programi postoje), odnosno iz projekata, a prema podacima skupljenim u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede.

Uz pretpostavljenu izgradnju i uz današnje instrumente, iznosi prosječnih cijena u pojedinim republikama navedeni su u tablici 12.

Cijena na pragu elektrana u Din/kWh

Tablica 12

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	5,87	4,82	4,47
Hrvatska	3,30	3,28	3,66
Slovenija	4,31	4,29	4,21
B i H	4,80	4,60	4,67
Makedonija	4,99	5,12	5,41
Crna Gora	2,28	1,97	2,89
Jugoslavija	4,28	4,17	4,28

Bolji pregled dobiva se ako se cijene prikažu indeksima (tabl. 13).

Cijena na pragu elektrana (indeks Jugoslavija = 100)

Tablica 13

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	137	115	104
Hrvatska	77	79	85
Slovenija	101	103	98
B i H	110	110	109
Makedonija	117	122	120
Crna Gora	53	47	67
Jugoslavija	100	100	100

Razlika proizvodnih cijena posljedica je strukture proizvodnje, organskog sastava i ekonomičnosti postojećih i novih elektrana.

Budući da dolazi do izmjena energije među republikama, to u izvjesnoj mjeri mijenja međusobne odnose cijena. Osim toga, radi gubitaka u prijenosu i troškova prijenosa povisuje se cijena na kraju prijenosne mreže (tabl. 14).

Cijena na kraju prijenosne mreže u Din/kWh

Tablica 14

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	6,56	5,86	5,43
Hrvatska	4,49	4,41	4,92
Slovenija	5,20	5,32	5,23
B i H	6,07	5,70	5,69
Makedonija	4,17	5,04	5,73
Crna Gora	5,16	3,41	4,31
Jugoslavija	5,45	5,23	5,31

Uz indeks Jugoslavija = 100 dobije se pregled u tabl. 15.

Cijena na kraju prijenosne mreže (indeks Jugoslavija = 100)

Tablica 15

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	120	112	112
Hrvatska	82	84	93
Slovenija	97	102	99
B i H	111	109	107
Makedonija	76	97	108
Crna Gora	94	65	81
Jugoslavija	100	100	100

Razmjena u znatnoj mjeri izravnava razlike. Tako na primjer, u razdoblju 1964/70. Srbija kupuje znatne količine po nižoj cijeni od svoje proizvodne cijene pa mjesto indeksa 137 za cijenu na pragu elektrana dobivamo indeks 120 za cijenu na kraju prijenosa. Još izrazitije je poboljšanje u Makedoniji, koja kupuje iz drugih republika više nego što sama proizvodi.

Iz prijenosne mreže opskrbljuju se veliki konstantni potrošači (karbid, željezare s lučnim pećima, aluminij). Računano je s prodajnom cijenom od 3,10 Din/kWh za sve takve potrošače, jer to je današnja prosječna cijena. Nakon opskrbe konstantnih potrošača ostatak energije prodaje se distribuciji. Prosječna cijena za distribuciju na ulazu u distributivnu mrežu računana na bazi preostalog dijela vrijednosti bruto-produkta nakon smanjenja za iznos realizacije od konstantnih potrošača navedena je u tablici 16.

Cijena na ulazu u distributivnu mrežu (Din/kWh)

Tablica 16

Republika	Godina		
	1964/70.	1871/75.	1976/80.
Srbija	6,56	5,95	5,56
Hrvatska	4,72	4,61	5,20
Slovenija	6,87	6,62	6,25
B i H	6,54	6,21	6,35
Makedonija	5,62	6,92	7,49
Crna Gora	5,97	3,71	5,05
Jugoslavija	6,07	5,74	5,77

Uz indeks Jugoslavija = 100 dobije se pregled u tablici 17.

Cijena na ulazu u distributivnu mrežu (indeks Jugoslavija = 100)

Tablica 17

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	108	104	97
Hrvatska	79	81	90
Slovenija	113	116	109
B i H	108	108	110
Makedonija	93	121	130
Crna Gora	98	65	88
Jugoslavija	100	100	100

Veliki postotak energije za konstantne potrošače povisuje cijenu za distribuciju (Slovenija i Makedonija), dok mali postotak takve energije smanjuje indeks cijene (Srbija).

Konačno, iznosi srednje cijene za potrošače u mreži distribucije (uzimajući u obzir troškove u distribuciji i gubitke u distributivnoj mreži) navedeni su u tablici 18.

Cijena za potrošače distributivne mreže (bez konstantnih potrošača) (Din/kWh)

Tablica 18

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	12,56	11,84	11,13
Hrvatska	11,71	10,81	11,01
Slovenija	13,95	13,49	12,54
B i H	12,49	12,10	12,18
Makedonija	13,32	13,90	13,80
Crna Gora	12,94	8,95	10,04
Jugoslavija	12,61	11,88	11,61

Indeksi za cijene u tablici 18 nalaze se u tablici 19.

Cijena za potrošače distributivne mreže (indeks Jugoslavija = 100)

Tablica 19

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	100	100	96
Hrvatska	93	91	96
Slovenija	111	113	108
B i H	99	102	105
Makedonija	98	117	119
Crna Gora	103	75	86
Jugoslavija	100	100	100

Postoje dakle razlike u cijeni za potrošače distributivne mreže. Glavni utjecaj ima dio konstantnih potrošača, jer njihov visok postotak u ukupnoj potrošnji povisuje cijenu (Slovenija, Makedonija), a oni dobivaju energiju po vrlo niskim cijenama, što ostali potrošači moraju namiriti.

Kako je spomenuto, kalkulacija je provedena uz pretpostavku, da područje republike — poduzeće koje ima višak energije prodaje drugom energiju uz prosječnu cijenu svoje proizvodnje. Predloženim načinom razmjene energije među poduzećima, deficitna područja gradila bi elektrane na drugim područjima, pa bi to dovelo do dobave energije po nižoj cijeni od prosječne cijene proizvodnje. To bi dovelo do smanjenja razlika među proizvodnim cijenama na kraju prijenosne mreže.

Znatan utjecaj na cijene na pragu distribucije ima postotak konstantnih potrošača, u ukupnoj potrošnji koji je za pojedina razdoblja i pojedina područja prikazan u tablici 20.

Udio konstantnih potrošača u ukupnoj potrošnji (%)

Tablica 20

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	0,5	4,0	4,7
Hrvatska	12,5	14,8	13,9
Slovenija	47,1	38,4	34,2
B i H	13,9	15,4	16,7
Makedonija	60,6	52,0	44,0
Crna Gora	8,1	32,6	28,8
Jugoslavija	23,0	21,3	19,3

Zbog toga se pojavljuju znatnije razlike između cijena na kraju prijenosa i na pragu distribucije u Sloveniji i Makedoniji, dok se cijena za potrošače distributivne mreže u Srbiji izjednačava s prosjekom Jugoslavije i pored relativno visoke cijene na pragu elektrana. U takvoj se situaciji sigurno neće nastojati da se konstantni potrošač locira u područje s visokom cijenom energije, jer će takva lokacija ići na štetu svih ostalih potrošača.

Nisu, međutim, za komparaciju mjerodavne samo razlike između pojedinih proizvodnih cijena energije nego i razlike između ovih i realiziranih cijena. Uz pretpostavku da potrošnja u domaćinstvima iznosi 20 % od ukupne potrošnje, i da je cijena realizacije u domaćinstvima 8,39 Din/kWh (ostvarena prosječna cijena u 1961), te da je cijena energije za ostale potrošače, bez konstantnih potrošača 13,78 Din/kWh što je ostvareno u 1961, razlika između proizvodnih i realiziranih cijena u % proizvodnih cijena navedena je u tablici 21.

Razlika između proizvodnih i realiziranih cijena u % od proizvodnih cijena (domaćinstvo u Jugoslaviji 20 % od ukupne potrošnje)

Tablica 21

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	—2,7	+ 5,0	+18,0
Hrvatska	+4,3	+13,4	+12,3
Slovenija	—9,7	— 7,2	— 0,9
B i H	+1,9	+ 1,7	+ 1,6
Makedonija	—6,8	—10,1	— 9,1
Crna Gora	—0,3	+33,9	+24,3
Jugoslavija	—1,9	+ 4,1	+ 9,6

Uz pretpostavku da je udio domaćinstva veći (22 % u razdoblju 1964/1970, 24 % u razdoblju 1971/75, 25,8 % u razdoblju 1976/80. od ukupne potrošnje u Jugoslaviji) razlika između proizvodnih i realiziranih cijena (u postocima od proizvodnih cijena) nalaze se u tablici 22.

Razlika između proizvodnih i realiziranih cijena u % od proizvodnih cijena (domaćinstva 1964/70. 22,0%, 1971/75. 24,1%, 1976/80. 25,8% od ukupne potroš.)

Tablica 22

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	— 3,7	+ 2,8	+ 8,1
Hrvatska	+ 3,0	+10,9	+ 9,0
Slovenija	—10,5	— 9,5	— 2,8
B i H	+ 1,1	— 0,4	— 1,6
Makedonija	— 7,2	—12,1	—12,0
Crna Gora	— 1,2	+32,5	+23,0
Jugoslavija	— 2,9	+ 2,6	+ 4,2

Očito je, da udio potrošnje u domaćinstvu znatno utječe na razliku između proizvodne i realizirane cijene. Da bi se dobio uvid u udio domaćinstva u ukupnoj potrošnji za koji je određena razlika proizvodnih i realiziranih cijena, daju se u tablicama 23 i 24 podaci o potrošnji u domaćinstvu u odnosu na ukupnu potrošnju i to za obje radne hipoteze.

Udio potrošnje u domaćinstvu od ukupne potrošnje u % (domaćinstva u Jugoslaviji 20 %)

Tablica 23

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	26,5	24,0	23,9
Hrvatska	24,1	22,9	20,6
Slovenija	14,3	16,3	15,3
B i H	16,6	19,6	20,2
Makedonija	11,7	14,2	15,4
Crna Gora	11,6	6,8	8,1
Jugoslavija	20,0	20,0	20.0

Udio potrošnje u domaćinstvu od ukupne potrošnje u % (domaćinstva u Jugoslaviji više od 20 %)

Tablica 24

Republika	Godina		
	1964/70.	1971/75.	1976/80.
Srbija	29,3	28,7	30,7
Hrvatska	26,6	27,5	28,0
Slovenija	15,6	19,9	19,9
B i H	18,1	23,5	26,3
Makedonija	12,9	17,0	20,0
Crna Gora	12,8	8,1	10,5
Jugoslavija	22,0	24,1	25,8

Udio potrošnje u domaćinstvu određen je uz pretpostavku da se razlika potrošnje električne energije po stanovniku (u domaćinstvu) po republikama postepeno smanjuje.

Na osnovu prikazanih rezultata provedene analize, može se zaključiti da je utjecaj strukture potrošnje značajan za razlike između proizvodnih i realiziranih cijena, pa to ukazuje na utjecaj individualnih cijena na lokaciju potrošača. S druge strane, razlike između cijena električne energije u pojedinim područjima nisu tolike da bi dovele do diskriminacije pojedinih područja, a posebno ako se ima u vidu utjecaj i udio električne energije u strukturi troškova pojedinih potrošača.

Politikom daljnje izgradnje i stimulativnijim tarifama ove bi se razlike sve više smanjivale.

d) Konačno, jedinstvena cijena

izdvaja elektroprivredne organizacije iz jugoslavenskog privrednog sistema u znatno većoj mjeri, nego to traže neke tehnološke osobine rada (redukcije, režim punjenja odnosno pražnjenja akumulacije);

oduzima kolektivima stimulaciju za bolje privređivanje i ometa razvoj neposrednog samoupravljanja;

diktira neelastičnost u tarifnoj politici i uslovljava neposlovni odnos prema potrošaču, te ne omogućava potrošačima područja na kojem rade proizvodne, prijenosne i distributivne organizacije, da provode odgovarajući direktni i indirektni utjecaj na njihovo privređivanje. Efekti privređivanja, koji se izražavaju u prodajnoj cijeni i ostalim uslovima kod zajedničkog obračuna odnosno jedinstvene cijene, nisu naime više odraz rada elektroprivrednih organizacija tog područja, nego odraz rada odnosno privređivanja u pozitivnom i negativnom smislu u čitavoj jugoslavenskoj elektroprivredi. Odgovornost za rezultate u ovakvim uslovima potpuno je apstraktna.

Prema tome, razlozi koji se iznose u prilog uvođenja individualnih odnosno republičkih cijena su toliko jaki, da u današnjoj situaciji na svaki način preferiraju takve cijene.

Prigovor, da se i za slučaj prihvaćanja ove varijante u principu radi o istom načinu formiranja, odnosno o istom karakteru cijene samo za uže područje, ne stoji, jer upravo ta veličina i veći broj područja za koja se ta cijena formira mijenja njen karakter i kvalitet i otklanja negativne posljedice današnje cijene, osiguravajući zainteresiranost i odgovornost tih područja i proizvođača. Isto tako, ona omogućava da se dohodak formira bliže proizvođaču i time jača njegov samoupravni položaj. S druge strane, efekti kako proizvodne aktivnosti tako i aktivnosti u investicijama približavaju se onima koji donose odluku. Uslijed toga, može se očekivati, da će porasti produktivnost, i da će doći do mobilizacije unutrašnjih rezervi koje postoje, i to kako na području proizvodnje i potrošnje, tako i na području investicija, što do sada nije bio slučaj.

(Napominje se, da cijena električne energije za domaćinstvo može ostati i u uvjetima regionalnih

odnosa republičkih cijena jedinstvena, na kakvu se mogućnost ukazalo u dijelu u kojem je obrađena tarifa električne energije).

3. Tarife električne energije i njihov utjecaj na realizaciju potrošnje

Zadatak je elektroprivrede da podmiruje odgovarajuće energetske potrebe na što povoljniji način u tehničkom i ekonomskom pogledu. Pri tome elektroprivreda mora voditi računa da će povoljni uslovi snabdijevanja potrošača biti osnovni kriterij po kome će se oni (osim u slučaju nezamjenljivosti električne energije drugim oblicima energije) opredjeljivati između elektrike ili nekog drugog oblika energije. U vezi s time, bolje korištenje elektroenergetskih postrojenja mora da se istakne u prvi plan, jer odlučujuće doprinosi ekonomičnosti proizvodnje i produktivnosti rada u cjelokupnoj elektroprivredi. Na ovo utječu uglavnom sami potrošači električne energije, jer su obim i ritam proizvodnje direktno ovisni o potrošnji. Stoga bolje korištenje elektroenergetskih kapaciteta direktno ovisi od ispravno usmjerenih potrošača električne energije, što traži znatno aktivniji stav elektroprivrede prema potrošnji.

Potrošači se, međutim, razlikuju po svojim navikama i potrebama, i od njih se ne može očekivati da bi oni sami od sebe, a bez vanjskog utjecaja, prilagodili svoju potrošnju boljem iskorištenju elektroenergetskih postrojenja i vodili računa o nečijim drugim interesima. Neophodno je stoga, da se na to na odgovarajući način usmjeravaju. Najupućeniji je u to i stoga najpozvaniji sam proizvođač, tj. elektroprivreda, a najprikladniji instrument odgovarajuća tarifa diferencirana prema karakteru potrošnje.

Kod utvrđivanja tarifa električne energije može se poći od dva principa.

Prvi princip, prema kojem tarifu treba formirati na bazi troškova, polazi od toga da potrošači električne energije treba da snose one troškove koje elektroprivredi izazivaju svojim načinom i mjestom potrošnje.

Drugi princip, koji je primijenjen uglavnom i u današnjem tarifnom sistemu, polazi od kupovne moći potrošača.

Ukoliko se pođe od načela da je elektroprivreda privredna grana i da cijena električne energije treba da osigura (djelomično ili u cjelini) stvarne troškove jednostavne i proširene reprodukcije, logično je da u tarifi električne energije treba primijeniti troškovni princip. Pri tome, međutim, treba imati u vidu da su direktni potrošači (elektrokemija i elektrometalurgija) za elektroprivredu osobito povoljni potrošači, jer kod njih najčešće otpadaju troškovi prijenosa s obzirom na blizu lokaciju uz same izvore, a osim toga oni omogućuju znatno bolje korištenje elektroenergetskih kapaciteta. Ovo ukazuje istovremeno na nužnost blize lokacije ovakvih potrošača uz jeftine izvore elektroenergije s jedne strane, i podešavanja njihovih režima rada uvjetima elektroprivrede s druge.

1. Tarifa električne energije može biti jedinstvena ili formirana individualno za svako pojedino distributivno područje. (Već spomenutom izmjenom Zakona o elektroprivrednim organizacijama odstupljeno je od jedinstvene tarife električne energije i usvojeno individualno formiranje cijene električne energije od strane svakog distributivnog poduzeća).

Međutim, i prilikom individualnog formiranja tarife električne energije, cijene električne energije za domaćinstvo mogu biti jedinstvene za cijeli teritorij zemlje, ako se smatra da je to neophodno. U ovom slučaju cijene električne energije ostalih potrošača morale bi pokriti razliku troškova poslovanja i potreban dohodak distributivnog poduzeća, nakon što se utvrdi realizacija široke potrošnje po određenoj jedinstvenoj cijeni. Međutim, i u tom slučaju bilo bi ispravnije da se razlika realizacije pri jedinstvenoj cijeni za domaćinstva naknadi elektroprivredi od strane društva, ili da se za tu razliku poveća u prosjeku kupovna moć potrošača, odnosno regresira potrošač. Ovo se naročito odnosi za vrijeme prelaznog razdoblja na ona područja u kojima bi zbog diferentnih uslova privređivanja distribucije došlo do diskriminacije domaćinstva u odnosu na domaćinstva na drugim područjima. (Ovakva mogućnost spomenutom izmjenom Zakona o elektroprivrednim organizacijama nije predviđena).

Može se prigovoriti, da za slučaj utvrđivanja tarifa prema ovom prijedlogu postoji mogućnost diskriminacije određenih akumulativnih potrošača od strane distributivnih poduzeća. Ovo se može izbjeći propisivanjem jedinstvenih principa tarifiranja.

2. Kao i kod cijene električne energije na prijenosnoj mreži, i tarifa električne energije treba biti izdiferencirana po mjestu, vremenu i načinu potrošnje, poštivajući troškovni princip i stimulirajući racionalizaciju potrošnje. Nediferencirana tarifa električne energije ne usmjerava potrošače na bolje korištenje elektroenergetskih kapaciteta. Tarifa koja ne poštiva troškovni princip daje osim toga i krivu osnovu za ekonomsku računicu potrošača električne energije, što dovodi i do neracionalnog trošenja električne energije.

Ako se pri formiranju cijene pođe samo od njezine funkcije stvaranja povoljnih razvojnih uvjeta za druge grane privrede, onda potrošači neće biti stimulirani na ekonomiziranje potrošnje energije ni količinski ni po načinu i vremenu korištenja snage elektroenergetskih postrojenja, što izaziva neophodno povećanje investicija u elektroprivredi.

Sam utjecaj cijene električne energije na racionalizaciju potrošnje može se ostvariti raznim oblicima i modifikacijama cijene po mjestu, vremenu i načinu potrošnje, imajući pri tome u vidu da racionalizacijom potrošnje treba postići:

ravnomjernije korištenje postojećih kapaciteta elektroprivrede osobito u toku godine, od-

nosno povećano korištenje kapaciteta u razdobljima s mnogo hidroenergije;

sniženje vršnih opterećenja stimuliranja potrošača da troše električnu energiju van vršnih opterećenja; i

smanjenje jalovog opterećenja elektroprivrednih postrojenja.

Zbog razlike u ukupnom opterećenju u toku dana i godine, a naročito zbog oscilacija mogućnosti proizvodnje hidroelektrana, potrošnja u razno doba dana i godine izaziva kod elektroprivrednih poduzeća različite troškove. Za izgradnju izvora i dijela prijenosne mreže mjerodavne su oscilacije proizvodnje hidroelektrana, a za dio prenosne mreže kao i za distributivnu mrežu maksimalna opterećenja potrošača. U vremenu najmanjih voda treba angažirati i najskuplje izvore, a u momentu maksimalnih opterećenja gubici u mreži su redovito najveći. Prema tome, diferencijacija tarifa prema vremenu potrošnje treba poći od toga, da se tarife električne energije razlikuju svojom visinom za potrošnju danju, odnosno noću, zatim u vremenu vršnih opterećenja, i osobito u ovisnosti o mogućnostima proizvodnje u hidroelektranama.

Kratkotrajno korištenje maksimalnog opterećenja od strane pojedinog potrošača, osobito kada ono pada u vrijeme maksimalnog opterećenja cijelog potrošačkog područja, kao i trošenje električne energije za pogon motora strujama magnetiziranja tih motora, jalovo (»dodatno«) opterećuju elektroprivredna postrojenja. Diferencijacija tarifa električne energije, prema gornjim uvjetima pod kojima se odvija potrošnja električne energije, treba da usmjeri potrošnju na sniženje troškova po kWh-u kod potrošača, a time da omogući bolje korištenje elektroenergetskih postrojenja.

Za razliku od takvog odstupanja od prosječnog nivoa tarifa električne energije, koje ide na ograničavanje potrošnje kvalitetnije energije i njenog vremenskog korištenja, ekonomski je opravdano i odstupanje na niže od prosječne tarife. Odstupanja mogu uslijediti na inicijativu proizvođača u slučajevima kada se pojavljuje ekonomska korist, odnosno kada se očekuje buduća ekonomska korist.

3. Kod proizvodnje električne energije pojavljuju se razdoblja s većom mogućnošću proizvodnje, kao što je to kod obilja vode u protočnim hidroelektranama, ili mogućnosti iskorištenja slobodnih ekonomičnih kapaciteta termoelektrana. Ekonomska korist prodaje električne energije ispod utvrđene tarife pojavit će se i kod potrošača i kod proizvođača, pa je zbog toga potrebno stvoriti mogućnost da se u takvim povoljnim elektroenergetskim prilikama tarife električne energije sniže dogovorom između proizvođača i onih potrošača koji mogu ekonomski upotrijebiti takvu energiju.

Kada postoje slobodni elektroenergetski kapaciteti ili bi njihovo korištenje većom potrošnjom električne energije bilo ekonomičnije, razvoj potrošnje upućuje proizvođača na odstupanja na niže tarife od prosječnih. U takvim uvjetima treba stimulirati trošenje većih količina električne energije, jer će se povećanom proizvodnjom ostvariti veći financijski efekt i uz niže tarife na strani proizvođača i distributera, kao i ekonomska korist kod potrošača korištenjem jeftine električne energije.

Potreba ovakve stimulacije može se pojaviti i u područjima koja su nedavno elektrificirana i u kojima je potrošak električne energije još uvijek nizak. Odstupanjem od cijene električne energije na niže osigurat će se jači razvoj potrošnje, što će omogućiti ostvarenje ekonomičnijeg rada elektroenergetskih postrojenja kroz veću, a time i ekonomičniju proizvodnju. Povećanje potrošnje raspoloživih sezonskih količina električne energije upućuje na stvaranje takvih potrošača koji takve količine mogu koristiti.

Sve ovo zahtijeva dovoljno elastični sistem tarifiranja, koji bi omogućio da se na ove pojave brzo i na odgovarajući način reagira.

B. Odnosi između radnih jedinica elektroprivrede

Uloga pojedinih radnih jedinica u procesu proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije treba da predodredi kako organizacionu strukturu, tako i međusobne ekonomske odnose elektroprivrede.

Ekonomski odnos radnih jedinica proizvodnje i prijenosa s asocijacijom utvrđuje se cijenom učinaka kao novčanog izražaja udjela radnih jedinica u zajedničkom proizvodu, kao i zajedničkom reguliranju upotrebe zajednički formiranih sredstava i njihovoj raspodjeli. Ekonomski odnos distributivne radne jedinice utvrđuje se cijenom električne energije na pragu prijenosne mreže na kojem distributivna radna jedinica preuzima i dalje razvodi, te prodaje električnu energiju krajnjim potrošačima.

1. Mehanizam ekonomskih odnosa između radnih jedinica elektroprivrede

Odnosi između osnovnih radnih jedinica proizvodnje i prijenosa s jedne strane i viših radnih jedinica — pogona i viših asocijacija — poduzeća s druge, kako se ovdje predlažu, polaze od toga, da se radnim jedinicama proizvodnje i prijenosa ugovorima utvrde pojedinačne cijene učinka i to na dulji rok.

Učinci osnovne radne jedinice u proizvodnji električne energije su učinak snage (snaga instaliranog kapaciteta elektrana — kW) i učinak rada (učin proizvodnje energije — kWh). Veličina udjela osnovnih radnih jedinica proizvodnje utvrđuje se u zajedničkom proizvodu kroz cijene ovih učinaka.

Obračun za učinak snage vršio bi se prema veličini snage i vremenu za koje su osnovne radne jedinice stavile višoj radnoj jedinici odnosno višoj asocijaciji na raspolaganje svoju pogonski spremnu snagu za učešće u zajedničkoj proizvodnji. U cijenu učina snage uključio bi se i remont postrojenja, tako da se za vrijeme stajanja uslijed kvarova i remonta učinak snage ne bi obračunavao, bez obzira na karakter ispada. Time se želi povećati odgovornost i briga za uzdržavanje i poboljšanje postrojenja, te racionalnu upotrebu vlastitih financijskih sredstava. U vremenu stavljanja na raspolaganje umanjene snage od strane radnih jedinica, obračunavala bi se samo umanjena snaga, bez obzira na razloge koji su doveli do smanjenja instaliranog kapaciteta.

Obračun za učinak rada vršio bi se prema ostvarenoj proizvodnji energije. Cijenu učinka rada treba predvidjeti osim kod termoelektrana u minimalnim iznosima i kod hidroelektrana radi stimuliranja većeg ekonomiziranja s vodom i boljeg rasporeda opterećenja po agregatima.

Učinak radne jedinice prijenosa sastoji se u vršenju usluge prijenosa i transformacije proizvedene električne energije. Obračun usluga vrši se na temelju cijene usluge, koja u sebi treba da sadržava i predviđene gubitke električne energije.

U okviru cijene učinaka koje se utvrđuju zajedničkom odlukom na nivou više asocijacije (elektroprivrednog poduzeća) radne jedinice utvrđuju troškove samostalno zavisno od svojih individualnih potreba. U usporedbi s današnjim načinom obračuna učinaka osnovnih radnih jedinica, samostalnost radnih jedinica dolazi do izražaja u samostalnom određivanju visine troškova u okviru cijene učinaka, kao i u mogućnosti utvrđivanja realnih veličina pojedinih vrsta troškova, jer otpada obračun po ostvarenim troškovima.

Sredstva investicionog uzdržavanja formiraju se u okviru cijene učina kod proizvodnih i prijenosnih radnih jedinica, odnosno u okviru cijene električne energije na pragu prijenosne mreže kod radnih jedinica distribucije u onoj veličini, koju će kao potrebnu utvrditi osnovne radne jedinice svojim programima investicionog uzdržavanja. Ovakav način formiranja sredstava investicionog uzdržavanja garantirao bi i njihovo svrsishodno trošenje, jer se sredstva formiraju u stvarno potrebnoj veličini, i jer su sadržana u okviru cijene učina odnosno cijene električne energije, a ne posebno za sebe kao trošak koji se priznavao bez obzira na obračunatu veličinu ukupne cijene.

Odnos sa distributivnim radnim jedinicama utvrđuje se fiksiranjem cijene električne energije na pragu prijenosne mreže. Obračun prodane električne energije distributivnim radnim jedinicama vrši se na temelju cijene koja treba biti izdiferencirana na mjestu, vremenu i načinu preuzimanja.

U uvjetima odgovarajuće ekonomske samostalnosti osnovnih radnih jedinica distribucije, pojavljuju se razlike u jediničnim troškovima prerade kupljene energije a kao rezultat ovoga pojavljuju se manjkovi u pojedinim distributivnim radnim jedinicama.

Sve ove radne jedinice kupovale bi električnu energiju na prijenosnoj mreži po jednakim kondicijama, tj. po jednakim tarifnim stavovima za kW i kWh po dobima dana i godine. Ovi tarifni stavovi trebali bi biti u principu jednaki za sve distributivne radne jedinice u okviru više asocijacije.

Radi razlike u konfiguraciji mreže (razgranjenost, kapaciteti, kvalitet) i terena (prohodnost, reljef, naseljenost) te karakteristikama potrošnje (elektrificiranost, specifična potrošnja po potrošaču, vrijeme i način potrošnje) pojavljuju se između pojedinih distributivnih radnih jedinica razlike u jediničnim troškovima distribucije i prodaje kupljene energije.

a) Formiranje i upotreba sredstava amortizacije

Kod predloženih ekonomskih odnosa između pojedinih radnih jedinica u elektroprivredi, na nivou osnovnih radnih jedinica formiraju se sredstva amortizacije.

Amortizacija u elektroprivredi zaslužuje poseban tretman, kako u okviru troškova poslovanja, tako i kao izvor sredstava za financiranje investicija.

Sredstva amortizacije formiraju se u osnovnim radnim jedinicama elektroprivrede primjenom propisanih stopa amortizacije. Prema tome u pogledu formiranja sredstava amortizacije nema nikakve razlike između elektroprivrede i ostalih grana privrede.

U trošenju sredstava amortizacije, elektroprivreda treba da se razlikuje od današnjeg stanja u ostaloj privredi. Sa stanovišta upotrebe ostvarena amortizacija u elektroprivredi treba da se dijeli na dva dijela i to na:

1) dio sredstava amortizacije za zamjenu, rekonstrukcije i modernizaciju elektroenergetskih postrojenja, i

2) dio sredstava amortizacije namijenjen za nove investicije.

Zamjena, rekonstrukcija i modernizacija postrojenja treba da se vrši u okviru djelokruga rada svake osnovne radne jedinice svih djelatnosti (proizvodnje, prijenosa i distribucije) i analogno tome odluku o utrošku ovog dijela amortizacije može da donosi sama ta radna jedinica koordinirano sa ostalim jedinicama u okviru više radne jedinice — pogona. Dio sredstava amortizacije za zamjenu, rekonstrukciju i modernizaciju treba da se odredi u postotku od ukupnih sredstava amortizacije svake radne jedinice i svake više radne jedinice.

Kako potrebe za ovim dijelom amortizacije nisu vremenski ujednačene kod svih radnih jedinica, pojavit će se kod nekih višak ili manjak sredstava. Potrebno je stoga omogućiti udruživanje ovih sredstava, odnosno posuđivanje, ali sa određenim uvjetima ukamaćivanja i čvrstim rokovima vraćanja.

Dio amortizacije namijenjen za nove investicije osnovne radne jedinice ne bi trebale same koristiti. Parcijalna i pojedinačna izgradnja izvan utvrđenog plana izgradnje nije moguća i u suprotnosti je s planom razvoja elektroprivrede utvrđenim na osnovu tehničkih i ekonomskih analiza plana razvoja. Načelo sistematskog, usklađenog i racionalnog dugoročnog razvoja elektroprivrede ne dozvoljava izoliranu i nekontroliranu izgradnju elektroenergetskih postrojenja, odnosno takvu upotrebu amortizacije.

Prema tome, odluku o upotrebi dijela sredstava amortizacije namijenjenih za nove investicije ne treba da donose radne jedinice, koje su postrojenja otpisivale i kroz cijenu realizirale sredstva amortizacije, nego udruženo osnovne i više radne jedinice u okviru više asocijacije, koja je postojeće kapacitete iskorištavala u okviru zajedničke proizvodnje i prijenosa električne energije.

Amortizaciju u elektroprivredi treba, inače, tretirati kao i amortizaciju ostalih privrednih grana, tj. ona treba da osigurava jednostavnu i dio proširene reprodukcije iz čega slijedi, da se amortizacija elektroprivrede ne može i ne smije trošiti izvan elektroprivrede. Do ovakvog nenamjenskog trošenja sredstava amortizacije može mnogo lakše doći ako se u cjelini tretiraju kao sredstva radnih jedinica. Ovo zato što su sredstva amortizacije u tim jedinicama često (u zavisnosti od starosti postrojenja) veća od potreba, pa ih ta radna jedinica gotovo u pravilu ne može racionalno upotrebiti.

Ovakovo tretiranje dijela amortizacije, namijenjenog za nove investicije, u skladu je i s načelom Ustava, prema kojem radni ljudi *»odlučuju o upotrebi društvenih sredstava i o raspolaganju njima i upotrebljavaju ih ekonomski svrsishodno radi postizavanja najvećeg efekta za radnu organizaciju i društvenu zajednicu«**, jer je u elektroprivredi upotreba ovih sredstava svrsishodna samo u okviru utvrđenog dugoročnog razvoja i u okviru određene više asocijacije.

b) Formiranje i raspodjela dohotka u okviru bruto-produkta

Ukupni dohodak koji se formira u elektroprivredi raspoređuje se prema ovom prijedlogu i na društveni doprinos na sredstva kao oblik obavezne akumulacije potrebne za dugoročni razvoj ili na uvećane društvene obaveze koje postoje danas, te na ostali dio dohotka za osobnu i zajedničku potrošnju, rezervne fondove, poslovni fond i eventualno dodatne fondove za investicije.

Objašnjenja radi daje se shema predložene strukture cijene učinka radnih jedinica (bruto-produkt), kako slijedi:

$$P = M + A + k_s + k_k + (d_s) + d_o + D_p$$

$$D_p = D_{pč} + d_d$$

$$D_{pč} = Z + d_z + F_{zp} + d_{Fzp} + F_p + d_{Fp} + F_r$$

pri čemu je

- P — bruto-produkt
- M — materijalni troškovi (materijal prerade, investiciono uzdržavanje, ostali materijalni troškovi)
- A — amortizacija $= A_i + A_z$ (A_i = dio amortizacije za investicije, A_z = dio amortizacije za zamjenu). Kako je već izneseno u dijelu a) ove glave »Formiranje i upotreba sredstava amortizacije«, dio sredstava amortizacije za investicije (A_i) može se trošiti zajedničkom odlukom svih proizvođača na nivou više asocijacije — poduzeća, iz već iznijetih razloga, dok dio sredstava amortizacije za zamjenu (A_z) ostaje na raspolaganju osnovnoj radnoj jedinici uz zajedničko donošenje programa o trošenju tih sredstava u okviru više radne jedinice — pogona.
- k_s — kamate na poslovni fond
- k_k — kamate na kredite
- d_s — doprinos na sredstva (koji bi se, prema ovom prijedlogu, uveo kao namjenski izvor za financiranje proširene reprodukcije)
- d_o — ostali doprinosi (doprinosi i članarine komorama i stručnim udruženjima, doprinos za kadrove, dodatni doprinosi za socijalno osiguranje i ostalo)
- D_p — dohodak poduzeća, odnosno u konkretnom mehanizmu ekonomskih odnosa individualni dohodak radnih jedinica
- $D_{pč}$ — čisti prihod radnih jedinica
- d_d — doprinos na dohodak radnih jedinica
- Z — osobni dohoci
- d_z -- doprinosi za osobne dohotke
- F_{zp} — fond zajedničke potrošnje
- d_{Fzp} — doprinos na fond zajedničke potrošnje
- F_p — poslovni fond (koji služi za financiranje investicionih ulaganja)
- d_{Fp} — doprinos poslovnog fonda
- F_r — rezervni fond

Uvođenje doprinosa na sredstva povećalo bi troškove poslovanje radnih jedinica i ne bi ulazilo u njihov individualni dohodak. Formirana sredstva ovim doprinosom trošila bi se, kao i ostala sredstva za investiciona ulaganja, zajedničkom odlukom svih proizvođača više asocijacije — elektroprivrednog poduzeća. Određivanjem obavezne namjenske akumulacije smanjio bi se zajednički dohodak. Na taj način, i individualni dohoci radnih jedinica postaju osjetljiviji na promjene u proizvodnji, realizaciji i troškovima i predstavljaju veći riziko za osobnu potrošnju, čime se stimulira zainteresiranost i odgovornost proizvođača za zajednički rad, uz istovremenu veću stabilnost u formiranju potrebnih sredstava za proširenu reprodukciju. Naime, ukupno raspoloživi dohodak u radnim jedinicama proizvodnje i prijenosa sastoji se iz potrebnog individualnog dohotka uvećanog ili umanjenog za rezultate vlastitog rada, i iz učešća u zajedničkom dohotku. To znači, da ukupno raspoloživi dohodak ne zavisi samo o indi-

* Ustav SFRJ — Uvodni dio, osnovna načela, III glava

vidualnom radu svake radne jedinice, već i o rezultatu zajedničkog rada. Ukoliko je rezultat zajedničkog rada negativan i pojavi se manjak u realizaciji (gubitak više asocijacije), on se pokriva u prvom redu iz rezervnog fonda više asocijacije, a ukoliko on ne bi bio dovoljan za pokriće ovog gubitka, on bi se pokrivao umanjenjem ostvarenog individualnog dohotka po utvrđenim kriterijima.

Sve radne jedinice formiraju individualni dohodak.

Pojam »individualni dohodak«, odnosno kalkulativna veličina individualnog dohotka, bila bi utvrđena karakterom elektroprivredne radne jedinice u kojoj se formira s nastojanjem da se u osnovnim radnim jedinicama formira što veći dio dohotka elektroprivrede.

Osnovna i ujedno zajednička karakteristika veličine individualnih dohodaka radnih jedinica proizvodnje i prijenosa sastoji se u tome, što osnovne radne jedinice i više radne jedinice — pogoni ne vrše proširenu reprodukciju u pravilu iz tih izvora, već iz obavezne akumulacije, pa se prema tome u kalkulativnom individualnom dohotku radnih jedinica proizvodnje i prijenosa ne pojavljuje potreba osiguranja sredstava za proširenu reprodukciju.

U proizvodno-prijenosnoj djelatnosti pojavljuje se zajednički dohodak djelatnosti kao financijski rezultat zajedničkog rada radnih jedinica. Zajednički dohodak predstavlja razliku između realizacije prodanih količina električne energije poslovanja i dohotka radnih jedinica proizvodnje i prijenosa, te dijela troškova poslovanja više asocijacije. Zajednički dohodak se ostvaruje u višoj asocijaciji.

Povećanje ili smanjenje zajedničkog dohotka zavisi od:

1) promjene strukture proizvodnje (odnos hidroenergije i termoenergije, te nabave iz drugih izvora),

2) promjene strukture potrošnje, i

3) promjene proizvodnje u odnosu na planirane veličine.

Utjecaj promjene strukture proizvodnje na veličinu zajedničkog dohotka sastoji se u pomaku strukture angažiranih kapaciteta izvora električne energije i tokova energije u prijenosnoj mreži. Pomak strukture izvora električne energije očituje se u većem ili manjem korištenju hidroelektrana u odnosu na planiranu prosječnu strukturu termo i hidroenergije, kao i u ekonomiziranju redoslijeda stavljanja u pogon i isključivanja iz zajedničkog rada pojedinih elektrana. Povećanje mreže sastoji se u korištenju ekonomičnijih ili manje ekonomičnih tokova električne energije.

Utjecaj promjene strukture potrošnje sastoji se u poboljšanju odnosno pogoršanju odnosa između prodanih količina električne energije distributivnim radnim jedinicama i specijalnim potrošačima na prijenosnoj mreži, kao i prodaje električne energije susjednim višim asocijacijama. Prema tome, veličina realizacije ovisna je o prodanim količinama električne energije pojedinim potrošačima, jer se i cijene za pojedine navedene potrošače formiraju na različitom nivou. Pomak u strukturi prodanih količina energije izaziva ostvarenje veće ili manje zajedničke realizacije, a time i većeg ili manjeg zajedničkog dohotka.

Količina proizvedene i prodane električne energije izaziva smanjenje ili povećanje fiksnih troškova po jedinici proizvoda.

Kako je zajednički dohodak rezultat zajedničkog rada, to je potrebno da se i veličina zajedničkog dohotka za radne jedinice proizvodnje i prijenosa odnosno višu radnu jedinicu utvrdi pojedinačno na temelju veličine udjela, kojima su osnovne radne jedinice proizvodnje i prijenosa odnosno više radne jedinice učestvovale u zajedničkom procesu proizvodnje električne energije. Kod utvrđivanja veličine učešća u zajedničkom dohotku potrebno je provesti korekciju učešća sredstava rada sa ostvarenom spremnošću radne jedinice u momentu ukazane potrebe da u obračunskom razdoblju izvrši svoj udio u zajedničkoj proizvodnji. Raspodjela što većeg dijela zajedničkog dohotka na radne jedinice treba na svaki način da se obuhvati unaprijed u okviru cijene učinaka elektrana odnosno usluga prijenosne radne jedinice.

Radna jedinica proizvodnje i prijenosa može povećati svoj individualni dohodak povećanjem proizvodnosti i sniženjem troškova. Ovaj višak dohotka može svaka radna jedinica upotrebiti za povećanje osobnih dohodaka i fondova.

Individualni dohodak radnih jedinica proizvodnje i prijenosa ne bi trebalo da sadrži obavezno fond kolektivnog rizika, jer su radnim jedinicama utvrđivanjem cijene individualnih učinaka pokriveni svi rizici koji mogu nastati izvan radnih jedinica odnosno izvan utjecaja radnih kolektiva.

Dohodak radne jednice distribucije predstavlja ostvarenu razliku između realizirane cijene na području odnosne radne jedinice i cijene električne energije na pragu prijenosne mreže uvećane s njenim troškovima poslovanja i dohotkom. Dohodak distributivnih radnih jedinica za razliku od individualnih dohodaka radnih jedinica proizvodnje i prijenosa u svojoj veličini formira i fond rizika.

Kod predloženih ekonomskih odnosa s distributivnim radnim jedinicama, tj. na bazi utvrđivanja cijene za električnu energiju na pragu prijenosne mreže, radne jedinice distribucije ne učestvuju u zajedničkom dohotku. Rezultati individualnog poslovanja distributivnih radnih jedinica, koji se pojavljuju iz istih razloga kao i kod proizvodno-prijenosnih radnih jedinica (tj. u promjeni strukture potrošnje i ostvarenoj većoj prodaji električne energije potrošačima), postaju sastavni dio individualnog dohotka distributivnih radnih jedinica koji je utvrđen cijenom za električnu energiju preuzetu na pragu prijenosne mreže.

U pogledu same interne raspodjele individualnih dohodaka pojedinih radnih jedinica elektroprivrede na osobne dohotke i fondove i daljnju neposrednu raspodjelu, treba primjenjivati opće kriterije.

Kod predloženog načina formiranja i raspodjele dohotka u radnim jedinicama potrebno je da se kod viših radnih jedinica — pogona i viših asocijacija — poduzeća formiraju i fondovi rizika.

c) Odnosi između viših asocijacija elektroprivrede — poduzeća

U uvjetima formiranja individualnih odnosa republičkih cijena električne energije na prijenosnoj mreži nastaju sasvim novi unutarnji odnosi u elektroprivredi, posebno između regionalnih odnosno republičkih poduzeća, koja razmjenjuju električnu energiju. Ta razmjena nije, međutim, obična prodaja ili kupnja električne energije, jer mogućnost dobave i potreba preuzimanja ovisi o hidrološkim prilikama (kako na području kupca tako i na području prodavaoca), o stanju postrojenja (remonti, defekti), te o potražnji potrošača (doba dana, sezona). Iz svih tih razloga, a pogotovo radi nemogućnosti predviđanja protoka u vodotocima, nije moguće ugovorom ili planom odrediti količine energije razmjene (po mjesecima, po satima u danu ili slično), ako se ne želi da taj ugovor ili plan bude samo fikcija, koja — u krajnjoj liniji — nikoga ne obavezuje.

Smatra se, međutim, da je — i uz postojanje takvih prilika — potrebno uspostaviti takve ekonomske odnose među regionalnim odnosno republičkim poduzećima, koji će:

1. osigurati što ekonomičniju eksploataciju postrojenja s tim, da interes za ekonomičniju eksploataciju postrojenja prodavaoca bude istodobno i interes kupca električne energije, te da interesi i prodavaoca i kupca budu u skladu s interesima cjeline;

2. osigurati što ekonomičniju izgradnju postrojenja vodeći pri tome računa ne samo o prirodnim uvjetima cijele zemlje, uz ispunjenje uvjeta da poduzeća imaju interesa da grade što ekonomičnija postrojenja.

Navedene zahtjeve ne može ispuniti niti ukidanje međuregionalne odnosno međurepubličke razmjene ostvarenjem zajedničke realizacije u okviru Jugoslavije, a niti formiranje republičkih poduzeća uz zadržavanje dosadašnjeg načina obračuna međurepubličke razmjene.

U uvjetima zajedničke realizacije na cijelom teritoriju Jugoslavije raspodjela opterećenja među elektranama svodi se, u krajnjoj liniji, na potpunu nezainteresiranost poduzeća za ekonomičnu eksploataciju sistema, već samo na što ekonomičniju eksploataciju svakog postrojenja posebice, jer služba zajedničke realizacije plaća snagu i energiju po unaprijed utvrđenoj cijeni. Poduzeće će, dakle, nastojati forsirati proizvodnju u onim proizvodnim postrojenjima u kojima se ostvaruje veći dohodak, a služba zajedničke realizacije odnosno dispečer neće imati ekonomskog interesa da to ispravlja. U pogledu izgradnje bit će u povoljnijoj situaciji ono poduzeće, koje ima manje ekonomična postrojenja, jer će ostvarivati veći dohodak, koji je praktički proporcionalan s osnovnim sredstvima.

Zadržavanjem dosadašnjeg sistema razmjene ostaju i sve negativne pojave, koje su dosada uočene kako u pogledu eksploatacije, a pogotovo u pogledu izgradnje.

Nasuprot navedenim alternativama, smatra se, da način razmjene među regionalnim odnosno republičkim poduzećima, kako se u nastavku predlaže, osigurava i najekonomičniju eksploataciju i izgradnju uz punu zainteresiranost i odgovornost poduzeća i kolektiva, a s istodobnim osiguranjem optimalnog korištenja i kapaciteta i prirodnih uvjeta u okviru cijele zemlje.

Nakon prijelaznog perioda (o odnosima za vrijeme trajanja prijelaznog perioda, kao i o njegovom trajanju bit će kasnije govora) treba razlikovati dva oblika razmjene energije među regionalnim odnosno republičkim poduzećima:

a) dobava iz elektrana, koje su građene u jednom području radi opskrbe drugog područja (garantirana dobava),

b) dobava iz elektrana, koje su građene na vlastitom području radi osiguranja opskrbe potrošača vlastitog područja (povremena dobava).

Opskrba potrošača u doba malih voda (kritično razdoblje) treba da bude osigurana proizvodnim kapacitetima na vlastitom području i — ako to nije dovoljno — kapacitetima na drugim područjima, ako su u tu svrhu građeni. Iz kapaciteta na drugim područjima vrši se garantirana dobava, a vremenski raspored te dobave odgovara mogućnostima proizvodnje takvih kapaciteta.

Za garantiranu dobavu, područje koje preuzima energiju treba da plati punu cijenu proizvodnje (stalne i promjenljive troškove), jer kapacitet koji može osigurati garantiranu dobavu nije ni potreban području dobavljača, dok bez tog kapaciteta područje koje preuzima energiju ili ne bi moglo opskrbiti svoje potrošače ili bi moralo izgraditi proizvodne kapacitete na svom teritoriju. Dakle područje, koje želi osigurati opskrbu svojih potrošača izgradnjom novog izvora, prilikom ocjene ekonomičnosti izgradnje i eksploatacije objekta, koji bi došao u obzir, ocijenit će da li na drugom području postoji mogućnost izgradnje ekonomičnijeg objekta. Ukoliko takova mogućnost postoji, ponudit će učešće u izgradnji izvora na tom području. Veličina učešća odredit će se prema predviđenim kapacitetima koje će pojedina područja upotrebljavati u eksploataciji, s tim da se energija dijeli prema veličini učešća (podjela energije ne vrši se godišnje, nego u svakom času prema mogućnosti proizvodnje). Naravno da se i svi troš-

kovi dijele prema veličini učešća. Tretman tih izvora u pogledu eksploatacije potpuno je isti kao da se objekt (odnosno dio objekta) i fizički nalazi na vlastitom području.

Svako područje ima interesa da proizvede i prenese potrebnu energiju uz što niže troškove, pa će i nastojati da nađe najekonomičnije rješenje prilikom izbora novih postrojenja bilo na vlastitom bilo na drugim područjima. Na taj način bit će osiguran optimalan redoslijed izgradnje postrojenja ne samo u okviru jednog područja nego i u okviru cijele zemlje.

Izvan kritičnog razdoblja pojavljuju se neiskorišteni kapaciteti u termoelektranama i voda u hidroelektranama, koja se ne može koristiti u vlastitom području. Korištenjem tih kapaciteta i takve vode omogućava se povremena dobava energije.

Cijena električne energije u okviru povremene dobave treba da se bazira na dodatnim troškovima s dohotkom za dodatni kWh, jer su kapaciteti iz kojih se vrši povremena dobava potrebni za osiguranje opskrbe potrošača u vlastitom području za vrijeme kritičnog razdoblja. Izvan kritičnog razdoblja, praktički ima raspoloživih kapaciteta u svim područjima, pa radi toga treba osigurati interes svih područja za povremenu razmjenu. Područje koje ima neiskorištene kapacitete ili neiskorištene vode u hidroelektrani nudi dobavu drugim područjima s podatkom o dodatnim troškovima, koji su određeni prema elektrani koja će biti angažirana da realizira tu dobavu (to naravno treba da bude u prvom redu hidroelektrana, koja je po redoslijedu ekonomičnosti prva na redu u korištenju na području prodavaoca). Područje, koje kupuje energiju, ocjenjuje da li je cijena koju prodavalac nudi niža od dodatnih troškova vlastite elektrane, koja bi trebala da proizvede tu energiju. Ako to ustanovi, cijena razmjene utvrđuje se kao aritmetska sredina dodatnih troškova elektrana, koje se međusobno zamjenjuju, pa se ekonomski uspjeh dijeli na jednake dijelove između prodavaoca i kupca.

To se ilustrira primjerima.

Prvi primjer. U području *A* postoji neiskorištena voda u hidroelektrani, koja ima dodatne troškove 0,10 Din/kWh (dodatni troškovi u hidroelektranama praktički ni ne postoje), dok u području *B* za zadovoljenje potreba proizvodi pored hidroelektrane, još termoelektrana I s dodatnim troškovima od 3,20 Din/kWh, kao i termoelektrana II s dodatnim troškovima od 3,70 Din/kWh. Poduzeće područja *A* nudi energiju iz hidroelektrane, a poduzeće područja *B* preuzima tu energiju uz istodobno smanjenje proizvodnje u termoelektrani II. Poduzeće područja *B* plaća energiju po cijeni od 1,90 Din/kWh, jer je 0,10 + 3,70 = 3,80 : : 2 = 1,90. Na taj način poduzeće područja *A* bolje iskorištava mogućnosti hidroelektrane, u kojoj bi se inače voda neiskorištena prolila, a za prelivnu vodu ne bi poduzeće ostvarilo nikakav prihod. S druge strane poduzeće područja *B*, mjesto da proizvodnju potrebne energije ostvari uz trošak od 3,70 Din/kWh, dobiva energiju uz cijenu od 1,90 Din/kWh.

Drugi primjer. U području *A* osim hidroelektrane u pogonu je i termoelektrana s dodatnim troškovima od 3,20 Din/kWh, u toj termoelektrani nije potpuno iskorišten njezin kapacitet. U području *B* ista je situacija kao u prvom primjeru. Dakle, u pogonu je termoelektrana II s dodatnim troškovima od 3,70 Din/kWh. Područje *A* dobavlja energiju području *B* po cijeni 3,45 Din/kWh, jer je 3,20 + 3,70 = 6,90 : 2 = = 3,45 Din/kWh. Uz tu cijenu poduzeće područja *A* ima interesa da isporuči energiju, jer za nju dobiva više nego što iznosi trošak za njezinu proizvodnju, dok bi bez tog povećanja proizvodnje kapacitet ostao neiskorišten. Također i poduzeće područja *B* ima interesa da preuzme tu energiju, jer za nju plaća nižu cijenu od troškova, koji bi bili potrebni za proizvodnju u vlastitoj elektrani.

Takvim sistemom razmjene osigurava se najekonomičnija eksploatacija postrojenja bez obzira na područje na kojem se nalaze, pa se na taj način osigurava najekonomičnija eksploatacija energetskog sistema zemlje kao cjeline. Takvom načinu eksploatacije težit će i svi proizvođači, jer je to i njihov ekonomski interes.

Cijena razmjene može biti i niža od cijene utvrđene ovim prijedlogom na osnovu obostranog sporazuma.

Budući da postoji mogućnost i izvoza energije u inozemstvo, potrebno je propisati, da ponudu povremenih viškova treba u prvom redu izvršiti u okvirima Jugoslavije, što drugim riječima znači, da ne bi trebalo izvoziti energiju dok postoji potreba za energijom unutar Jugoslavije.

U prijelaznom razdoblju (dok se ne udovolji uslovima da opskrba potrošača u kritičnom razdoblju bude osigurana proizvodnim kapacitetima vlastitog područja i garantiranom dobavom iz drugih područja) postoje tri vrste razmjene:

a) U prijelaznom razdoblju, osim dva oblika razmjene koja će postojati nakon prijelaznog razdoblja postoji i obavezna isporuka do koje dolazi kad jedno područje, i uz potpuno iskorištenje svojih kapaciteta (uz neophodno potrebnu rezervu snage), ne može zadovoljiti svoje potrebe. U tom slučaju deficitno područje traži, a suficitno područje isporučuje, do granice svojih kapaciteta (uz neophodnu rezervu snage), zatraženu energiju i snagu najviše po svojoj prosječnoj cijeni. Deficitno područje bira područje iz kojeg će dobavljati energiju.

Dokument za ugovaranje cijene energije obavezne razmjene treba da bude kalkulacija, koja je poslužila kao osnova za određivanje prodajnih cijena na prijenosnoj mreži u vlastitom području.

b) Deficitna područja za osiguranje opskrbe svojih potrošača ugovaraju garantiranu dobavu iz starijih termoelektrana u suficitnom području, s time, da deficitna područja snose ukupne stalne troškove za taj kapacitet, kao i dodatne troškove za dobavljenu količinu energije, koja se isporučuje kao garantirana energija na zahtjev kupca.

Dodatni troškovi obračunavaju se prema dodatnim troškovima one termoelektrane, koja je obzirom na ekonomičnost na redu za opterećivanje u području dobavljača.

Ukoliko u suficitnom području nema termoelektrana, deficitno područje ugovara garantiranu dobavu iz hidroelektrane (ili dijela hidroelektrane), ali sa svim oscilacijama proizvodnje te hidroelektrane.

c) Povremena dobava vrši se među područjima koja imaju neiskorištenih kapaciteta, a na principima koji vrijede nakon prelaznog razdoblja.

Bilo bi korisno — obzirom na želju da se što prije ostvare što čistiji ekonomski odnosi — kako bi se skratilo trajanje prijelaznog razdoblja, da se i prije izgradnje novih postrojenja ugovori garantirana dobava među regionalnim odnosno republičkim poduzećima.

Zbog istog razloga bilo bi potrebno, već prije ulaska u pogon elektrana u gradnji, ugovoriti podjelu među područjima, s tim da prednost u sudjelovanju imaju najbliža područja.

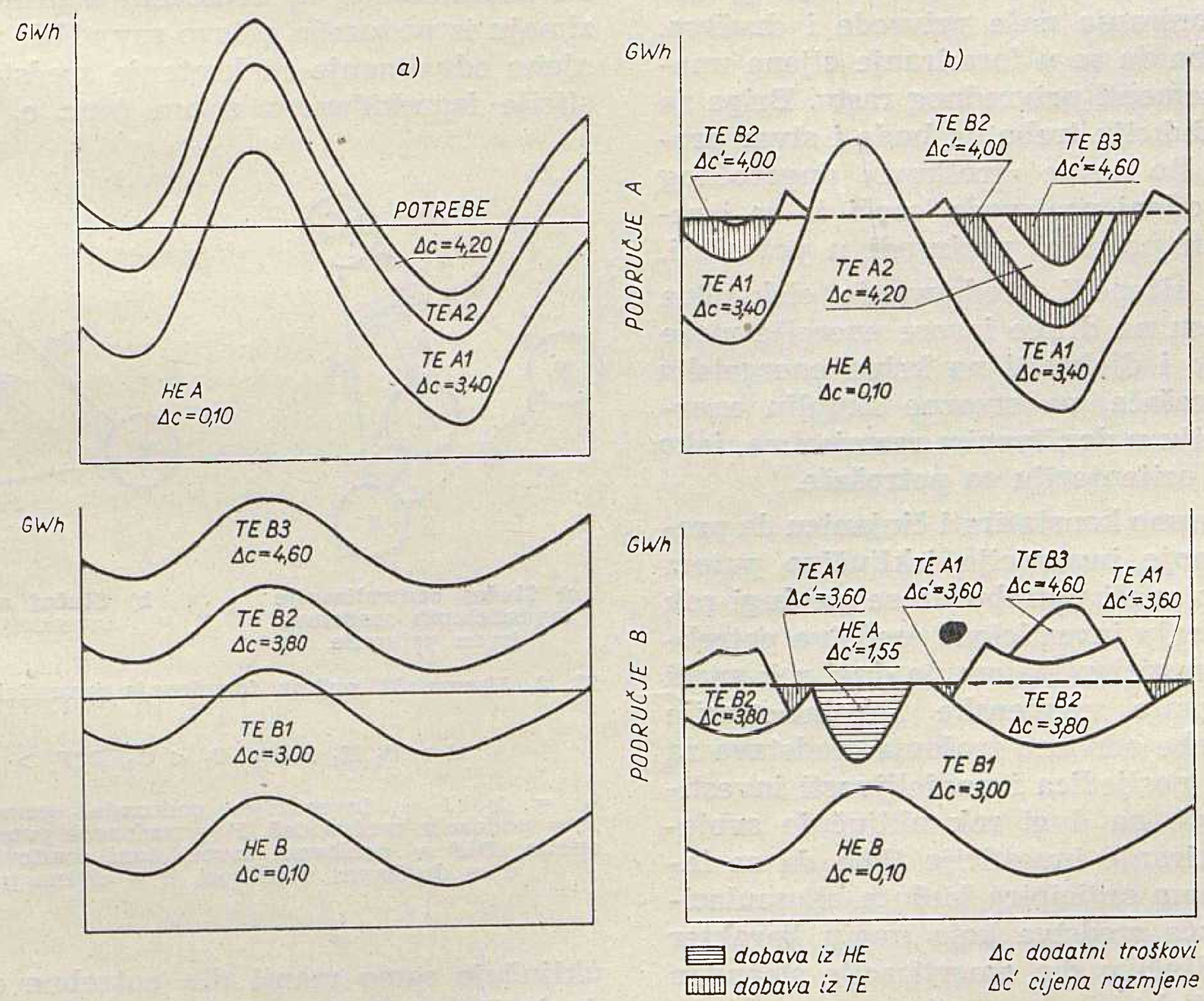
Obračun gubitaka tranzita među područjima (radi se stvarno o prijenosu samo preko vodova 110 kV i 220 kV, a u neposrednoj budućnosti praktički samo preko vodova 220 kV) kompliciran je, pa budući da predstavlja samo mali dio ukupnih gubitaka, ne bi ga trebalo u principu uvoditi. Ako međutim zainteresirana područja smatraju da ipak treba obračunavati gubitke, to pitanje se regulira međusobnim ugovorom.

Treba konstatirati, da se nivo cijena razmjene neće bitno u prosjeku izmijeniti prema današnjim cijenama, s razlikom, da će u razdobljima velikih voda cijena razmjerno biti niža, a viša u doba malih voda.

Na sl. 1 prikazan je primjer razmjene među područjima.

U slučajevima kada se koriste zajednički prirodni uvjeti (npr. na području jednog poduzeća nalazi se voda, a ta voda se koristi na području drugog poduzeća) ulaganja se moraju vršiti u jednakim dijelovima, s tim da se energija dijeli a utvrđena proizvodna cijena snosi u jednakim dijelovima:

U prijelaznom periodu odnosno za objekte koji su u gradnji, a koji koriste zajedničke prirodne uvjete, potrebno je da se učešća i zajmovne obaveze podijele na jednake dijelove, s tim da se u pogledu energije i cijene postupi kako je gore navedeno.



Sl. 1. Pojednostavnjeni prikaz razmjene električne energije

a — mogućnosti proizvodnje
b — ostvarena proizvodnja i razmjena

C. Financiranje proširene reprodukcije

1. Uvod

U privrednoj djelatnosti u cjelini i u djelatnosti svake radne organizacije ne može se odvijati jednostavna proširena reprodukcija. Razvoj je nužna komponenta privredne aktivnosti, kako privrede u cjelini tako i svake radne jedinice. I tzv. jednostavna reprodukcija, npr. zamjena sredstava za rad iz amortizacije, nužno mora biti na progresivnoj osnovi, novoj tehnologiji, a to traži kvantitativni i kvalitativni razvoj. Osim toga u rastućoj privredi dio amortizacije je slobodan za nove investicije.

Radničko samoupravljanje nužno zahtijeva utjecaj i odgovornost proizvođača i na proširenu reprodukciju.

Jasno, da taj utjecaj traži i širi ekonomski horizont, sagledavanje sadašnjih i budućih međuzavisnosti privrede (tehnoloških i ekonomskih) i da on traži određeno dogovaranje i zajedničko donošenje investicionih odluka na različitim nivoima asocijacija proizvođača, već prema ekonomskoj težini (npr. veličini i širini odraza investicija) uključivo i razne oblike koncentracije potrebnih financijskih sredstava i postojanje odgovarajućih naučno-istraživačkih i stručnih službi za kvalitetnu pripremu investicionih odluka.

Problematiku sistema investiranja, a u tome sistemu financiranja investicija, ne možemo razmatrati izolirano već samo u sklopu cijelog mehanizma funkcioniranja naše privrede i društva.

U osnovi treba da se u formiranje cijena unaprijed ugrade elementi privrednog rasta. Briga za proširenu reprodukciju treba da bude i stvar proizvođača. Time što će se »troškovi« dugoročnog razvoja naći u cijeni proizvoda, moći će se i realnije vrednovati pojedini proizvodi u potrošnji.

U sadašnjoj situaciji vrednovanje električne energije u odnosu na druge izvore energije može biti podcijenjeno i djelovati na krivu energetsku orijentaciju potrošača, na stvarno skuplju energetsku orijentaciju u društvenim razmjerima, iako na oko jeftiniju orijentaciju za potrošače.

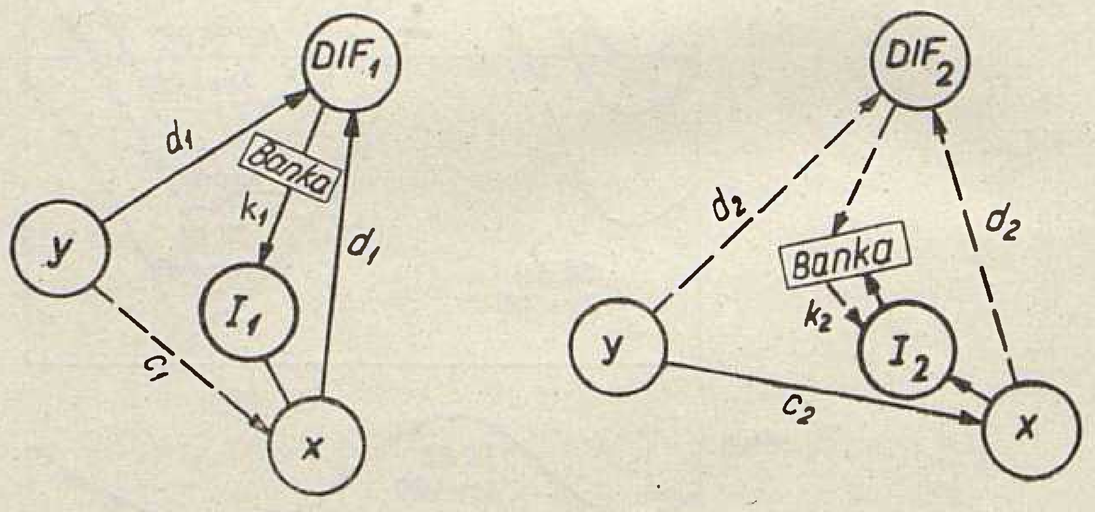
Kod toga moramo konstatirati činjenicu da prelaz na financiranje investicija isključivo putem zajmova zapravo znači potrebu da se na dugi rok u privredi formiraju investiciona sredstva potrebna za razvoj. Investicioni zajam na dugi rok znači samo prebrođavanje vremenske nekoincidencije priticanja i potrebe odnosno trošenja sredstava za investicije, te je posljedica i nedjeljivosti investicija. To, u osnovi, na dugi rok uključuje svojevrsno autofinanciranje investicije time da se investicionim zajmom anticipira buduća akumulacija odnosno buduća sredstva koja imaju karakter akumulacije (uključivo dio amortizacije slobodan za nove investicije).

Današnja raspodjela dohotka i formiranje cijena nije dosljedno prilagođena principu investicionih zajmova, pa se čak javljaju i glasovi o potrebi ukidanja anuiteta, tj. samog principa investicionih zajmova, i o vraćanju na nepovratno financiranje investicija sa svim slabostima, koje smo već upoznali. Ta neprilagođenost sistema privređivanja principu investicionih zajmova dovodi do prezaduženja nekih privrednih grana odnosno do nemogućnosti da se razvijaju, do sve većeg broja izuzetaka od općeg sistema raspodjele, do produžavanja rokova otplate zajmova i preko rokova amortizacije, do sve veće intervencije društvenih investicionih fondova i do potrebe njihovog jačanja.

Činjenica je da društvo stvara potrebna sredstva za razvoj, ali da u tome kako ih stvara i upotrebljava, postoje u osnovi dva puta. Jedan, da se formiranje investicionih sredstava vrši njihovim oduzimanjem iz privrede i centralizacijom, pa odatle distribuira po društvenim planovima ili mimo njih, ali bez učešća proizvođača i bez uvida potrošača koliko pojedini proizvod stvarno društveno košta. I drugi način, da se ista sredstva formiraju u privredi kroz cijene i prethodnu objektiviziranu akumulaciju koju plaća potrošač i time dobiva stvaran uvid u društveno koštanje određenog proizvoda.

Treba naglasiti da se u oba slučaja u društvu može formirati i trošiti ista masa investicija.

Ova dva puta prikazana su na slijedećoj shemi tako da je puno oduzimanje ili kretanje sredstava za investicije označeno punom crtom (npr. c_2 cijena koja uključuje prosječnu dugoročno potrebnu akumulaciju, d_1 društveni doprinosi koji oduzimaju iz poduzeća gotovo sav višak rada), a smanjeno oduzimanje ili kretanje sredstava za investicije isprekidanom crtom (npr. c_1 cijena koja



a) Slučaj centralizacije investicionih sredstava izvan privrede

b) Slučaj autofinanciranja investicija u privredi

Sl. 2. Shematski prikaz formiranja investicionih sredstava

$$d > d_2 \; K_1 > K_2, \; C_2 < C_2, \; DIF_1 > DIF_2$$

$I_1 = I_2$ I = investicije poduzeća, grane proizvođača, X = poduzeće proizvođač, Y = poduzeće potrošač, I = investicije, DIF = društveni investicioni fondovi, K = zajam, d = društveni doprinosi, c = cijena proizvoda.

uključuje samo manji dio potrebne akumulacije, d_2 društveni doprinosi koji oduzimaju iz poduzeća relativno manji dio viška rada).

Dok se u prvom slučaju gotovo sve investicije vrše preko društvenih investicionih fondova, u

drugom slučaju društveni investicioni fondovi su mnogo manji i služe samo za specijalne intervencije na području razvoja (npr. stimuliranja investicija u određene grane infrastrukture ili za ubrzanje nekog osnovnog pravca razvoja).

Može se pretpostaviti i ekstremni slučaj ukidanja društvenih investicionih fondova i da se sva sredstva za investicije u privredi prikupljaju bankovnim putem iz privrede, samo bi u tom slučaju trebalo mijenjati status banaka, posebno odgovornost za plasman investicionih sredstava, za postignute efekte i ostvarivanja društvene ekonomske politike, te uvesti efikasne oblike društvenog upravljanja.

Iznesena dva puta za formiranje i upotrebu investicionih sredstava kao krajnosti i alternative nisu realna. Ukoliko u prvom slučaju proizvođač kroz cijenu ne formira prosječno i dugoročno potrebna investiciona sredstva za razvoj, a osim toga mu se u cijeni sadržani višak rada oduzima kroz razne oblike društvenih doprinosa da bi se na taj način formirala potrebna investiciona sredstva u društvenim investicionim fondovima, onda je nemoguć sistem investicionih kredita, jer privreda nije sposobna da ih vraća. Odnosno privreda je prinuđena da povećava cijene, produžuje rokove otplate zajmova, odgađa dospjele otplate, pada u gubitke i sl. Na taj način nove i čak produktivnije investicije ne dovode do snižavanja ili bar zadržavanja istog nivoa cijena, već gotovo u pravilu do povećanja cijena.

Prvi slučaj ekstremno izveden zapravo nužno zahtijeva nepovratno financiranje investicija.

Naš sadanji sistem investiranja je zapravo polovično i nedovoljno dosljedno i konzistentno rješenje, koje zbog toga svojom unutarnjom snagom vuče na daljnju centralizaciju izvan privrede, koje pojačava suprotnosti individualnog i društvenog interesa u investicijama, a time ugrožava racionalnost privređivanja i društvene odnose.

Autofinanciranje investicija u privredi ili grani kao cjelini u drugom slučaju, ne znači i autofinanciranje investicija za svako poduzeće i u svakom momentu. Ono nužno pretpostavlja vrlo razvijeni bankarski sistem i aparat, te sistem investicionih zajmova.

Zajmovi koje u prvom slučaju dobiva privreda su u pretežnom dijelu slobodna investiciona sredstva same privrede, tzv. investiciona štednja jednog dijela privrede, da bi se njome bankovnim putem izravnala dinamička neusklađenost u financiranju investicija drugog dijela privrede.

Znači, problem autofinanciranja razvoja elektroprivrede kao grane nije nešto sasvim novo, već samo konsekventnije izveden proces prenošenja i proširene reprodukcije na proizvođače uz nužan uticaj društva. Znači, princip investicionih zajmova uključuje na dugi rok autofinanciranja privrede, s time da se može govoriti o odnosu prethodne štednje i zajma u različitim periodima razvoja privrede u cjelini i pojedinih grana, grupacije i poduzeća u zavisnosti od tempa razvoja. Štednja je prošla akumulacija, a zajam buduća.

$I = \Sigma\, a$, odnosno $I = Š + K$, $I = \Sigma\, š + \Sigma\, a$
$Š/K = f\,(r, m, Vr/BF)$
I = investicije, K = zajam, $Š$ = investiciona štednja,
a = anuitet, $š$ = godišnja štednja,
Vr = višak rada,
BF = bruto fiksni fondovi,
r = godišnja stopa rasta bruto investicija,
m = vijek trajanja osnovnog sredstva u godinama.

Jasno je da stvaranje prosječnih obaveza i uvjeta na razvoj u grani ili proizvodnoj grupaciji izaziva znatne razlike među poduzećima prema njihovoj efikasnosti i da stvara različite uvjete za razvoj prema njihovoj efikasnosti i opremljenosti, a to može samo dodatno djelovati kao poticaj za jačanje uloge proizvođača u proširenoj reprodukciji i na njihovu aktivnost za ujednačavanje uslova rada i veću racionalnost u proizvodnji i razvoju. Intenzivnija stimulacija jača inicijativu, ali i odgovornost, sili na veću koordinaciju rada u privredi, okreće proizvođače proizvodnji, a ne društvenim fondovima.

Kada se govori o većem, pretežnom ili potpunom autofinanciranju investicija u privredi odnosno u pojedinoj grani, time se ne misli da se razvija potpuna autonomija grane na štetu ostale privrede, već da će to dovesti do potrebe veće koordinacije rada između samih proizvođača u toj grani, te između proizvođača dobavljača i potrošača, tj. u stvari do većeg neposrednog podruštvovljenja proizvodnje s time, da se za to nađu i adekvatni organizacioni oblici.

U osnovi ove koncepcije je: 1) da proizvođači obavezno unutar svoje prodajne cijene formiraju objektiviranu minimalnu akumulaciju prosječno potrebnu za planirani dugoročni razvoj privrede ili grane u cjelini, 2) da je akumulacija koju proizvođači formiraju na društvenim sredstvima za proizvodnju društvena i da je proizvođači mogu koristiti samo pod određenim uvjetima, a višak u određenom momentu obavezno stavljaju privremeno na raspolaganje društvu putem bankovnog mehanizma uz određenu mogućnost uticaja na njihovu upotrebu, i 3) tek višak akumulacije poduzeća preko one minimalno obavezne može biti na slobodnijem raspolaganju (forsiranje fondova poduzeća preko veličine obaveznog doprinosa na sredstva). Time se odluka o proizvodnji i potrošnji približava odluci o investicijama, a sama odluka odgovornosti za njene efekte.

2. Prijedlog za autofinanciranje razvoja elektroprivrede

Pri razmatranju autofinanciranja razvoja elektroprivrede postavljaju se slijedeća pitanja:

a) Da li treba elektroprivreda da snosi sve investicije u ovoj grani uključivo i one koje su

neposredno vezane na određene potrošače i druge namjene, npr. hidroelektrana namijenjena isključivo za određenu tvornicu aluminija, hidroelektrana koja ima veliki poljoprivredni značaj u smislu melioracije poljoprivrednih površina?

Pri elektroprivrednim investicijama, koje daju širi raspon efekata i za ostale neenergetske potrebe treba odrediti adekvatnu participaciju u investicijama i drugih interesenata (npr. poljoprivreda, saobraćaj itd),

b) U kojem obliku da se formiraju takva investiciona sredstva?

Osim amortizacije postoje slijedeće mogućnosti da se formiraju sredstva potrebna za razvoj, i to:

aa) namjenskim ustupanjem kroz određeno vrijeme sadašnjih društvenih davanja u obliku kamata na sredstva, doprinosa iz dohotka i sl., zatim povećanjem nekih od tih davanja (npr. kamata na sredstva) do prosječno potrebnih sredstava za investicije, u tom okviru da i kamate na kredite budu prihod investicionih fondova elektroprivrede,

bb) da se pored postojećih instrumenata raspodjele dohotka uvede doprinos na sredstva za dugoročne prosječne potrebne neto investicije,

cc) da se svi oblici društvenih obaveza ili dio njih zamijene sa doprinosom na sredstva u prosječno potrebnom iznosu investicija.

Predlaže se da se takav doprinos na uložena sredstva obračunava u određenoj stopi na nabavnu vrijednost osnovnih sredstava, jer to omogućava stabilniju stopu doprinosa i stabilnost sredstava za investicije.

Prema navedenim mogućnostima autofinanciranja investicija ukupna sredstva za bruto investicije formirala bi se na slijedeći način:

aa) $BI = A + k_S + k_K + d_d + F$

bb) $BI = A + k_S + k_K + d_d + d_S + F$ ili

$BI = A + d_S + F$

cc) $BI = A + d_S + k_K + d_d + F$ ili

$BI = A + d_S + F$

Radi jednostavnosti i mogućnosti brze primjene predlaže se kombinacija aa) i bb), tj. da se pored postojećih instrumenata zahvatanja, koji bi se privremeno ustupali elektroprivredi namjenski za investicije, uvede i doprinos na sredstva kao objektiviziranu i obaveznu akumulaciju.

c) Gdje da se formiraju takva sredstva i tko da donosi odluku o njihovoj upotrebi? Da li izvan elektroprivrede ili u njoj samoj?

Predlaže se, da se sredstva formiraju u samoj elektroprivredi, i to ne kao do sada na višim nivoima asocijacije proizvođača već na nižim nivoima u prozvodnji, s time da se zajedničkim odlukama upotrebljavaju za zajednički razvoj, tj. da se sredstva, a prema tome i odluke, ne ustupaju odozgo prema dolje, već obratno, odozdo prema gore, ali s tim ograničenjem da se bez zajedničke više odluke ta sredstva, koja su dolje, uopće ne smiju upotrebljavati. To znači da ta sredstva nisu »vlasništvo« nižih jedinica, gdje se formiraju, već su to društvena sredstva, koja se mogu samo društveno i upotrebljavati.

Jedan manji dio dohotka i viška rada će se kao i dosada formirati na višem nivou (viša asocijacija) radi specifičnosti rada u elektroenergetskom sistemu.

Dakle, društveni karakter sredstava za proizvodnju i same proizvodnje nužno zahtijeva različiti nivo podruštvovljenja investicionih odluka, tj. odluka o upotrebi društvenih investicionih sredstava (amortizacija i akumulacija), time da se to podruštvovljenje investicione odluke vrši na višim nivoima asocijacije proizvođača prema ekonomskoj i društvenoj težini odluka i angažiranih investicionih sredstava.

U tim odlukama nužno sudjeluju proizvođači koji su ta sredstva formirali i koji su zainteresirani za taj razvoj.

d) Koji nivo autofinanciranja investicija se u određenim uvjetima može ostvariti?

Cijena električne energije, koja će u sebi sadržavati i sredstva proširene reprodukcije predviđena za njezin dugoročni razvoj, iskazivat će stvarno društveno koštanje te energije.

Autofinanciranje razvoja će djelovati na određeno povećanje cijena.

Ovdje se postavlja i pitanje za koji se vremenski period treba izračunavati prosječno potrebna akumulacija za osiguranje potrebnog razvoja elektroprivrede?

Zatim se također postavlja pitanje, da li da se ta prosječno potrebna akumulacija u cijeni određuje za cijelu zemlju ili za pojedine regije (odnosno republike)?

Smatra se, da je prosječan stepen obavezne akumulacije potrebno određivati jedinstveno za cijelu zemlju i na što dulji rok u zavisnosti od predviđenih promjena u dinamici razvoja.

e) Kakav stav zauzeti prema određenim obavezama po anuitetima za već izvršene investicije, koje angažiraju buduća sredstva raspoloživa za investicije?

U proračun prosječno potrebne akumulacije za razvoj u određenom periodu treba uključiti i obaveze po anuitetima ili se mogu tretirati kao namjenska sredstva ustupljena elektroprivredi za investicije.

f) Formiranje investicionih sredstava u osnovnim radnim jedinicama i višim asocijacijama ističe značaj mobilnosti ovih sredstava i potrebu da se omogući prostorna i vremenska koincidencija formiranja sredstava sa potrebom za investiranje, i to za društveno optimalna rješenja.

U fazi formiranja treba omogućiti:

a) prosječno potrebna sredstva za granu u cjelini,

b) prosječno potrebna sredstva za elektroprivredu za područje cijele republike, što mu osigurava kreditnu sposobnost, i

c) konkretno potrebna sredstva u određenom momentu za potrebe više asocijacije poduzeća, što mu osigurava likvidnost.

Prosječno pokriće mogućnosti autofinanciranja investicija za cijelu granu ne znači:

a) njeno pokriće u svakoj godini i u svakom momentu, što se rješava domaćim zajmovima iz društvenih investicionih fondova, dugoročnih bankarskih sredstava ili inostranim zajmovima,

b) njeno pokriće u svakoj višoj asocijaciji poduzeću i u svakom momentu, što se rješava zajmom iz zajedničkog fonda elektroprivrede ili participacijom i zajmovima posebnih interesenata.

Smatra se, da minimalna obavezna prosječna akumulacija nije jedini izvor za investicije pored amortizacije u elektroprivredi, već da postoji mogućnost i interes elektroprivrede i njenih radnih jedinica da sniženjem troškova i povećanjem proizvodnje iz dohotka radnih jedinica stvaraju dodatne fondove za investicije.

Osiguranje vremenske i prostorne koincidencije sredstava i potreba za investicijama zahtijeva određenu mobilnost investicionih sredstava unutar elektroprivrede. U tu svrhu se može formirati posebna elektroprivredna banka, kao razvojna i poslovna banka ili se, što bi bilo bolje, može koristiti postojeći bankarski mehanizam.

Organiziranje i poticaj za mobilnost sredstava mogu biti slijedeći:

a) normalni ekonomski interes izražen u povezanosti i shvaćanju zajedničkog interesa u elektroprivredi i društvu. Npr. zajedničke investicije, bankovno prelijevanje sredstava putem investicije štednje i zajmova unutar elektroprivrede i sl.

b) obavezno izdvajanje jednog dijela ovako formirane akumulacije za formiranje centraliziranih sredstava elektroprivrede, iz kojih će se zajmovima pokrivati dinamički i prostorni manjkovi,

c) određena planska obaveza prema potrošnji i društveni utjecaj potrošnje na upotrebu investicionih sredstava.

Smatra se, da bi se konkretna rješenja prema danim uvjetima mogla naći različitom kombinacijom iznesenih mogućnosti.

3. Provjera prijedloga za autofinanciranje razvoja elektroprivrede

U svrhu provjere mogućnosti autofinanciranja razvoja u elektroprivredi izvršen je na osnovu projekcije razvoja potrošnje i proizvodnje električne energije, te potrebnih investicija za period 1964—1980 proračun potrebnih sredstava za financiranje investicija i mogućnosti njihovog pokrića u okviru proizvodne cijene električne energije. Na osnovu perspektivnog bilanca električne energije po godinama, proračunate su potrebne nove investicije po djelatnostima, zatim bruto produkt po strukturi. Period od 1964. do 1980. podijeljen je na tri potperioda: 1964 — 1970, 1971 — 1975. i 1976 — 1980. Unutar tih perioda predviđen je porast novih investicija, a prema tome i bruto fiksnih fondova te proizvodnje i potrošnje električne energije po geometrijskoj stopi rasta, što predstavlja znatnu simplifikaciju, a proizlazi iz nesigurnosti predviđanja, kada će i koji objekat ući u investicije i proizvodnju te su moguća znatna odstupanja. Kumuliranjem novih investicija (NoI) na početno stanje bruto fiksnih fondova (BF_0) dobiveni su za svaku godinu i po periodima bruto fiksni fondovi (BF_n).

$$BF_0 + \sum_{1}^{n} NoI_+ = BF_n$$

Iz stope rasta bruto fondova (r) i prosječnog roka zamjene (m) izračunata je korištenjem Domarove formule* stopa potrebne zamjene u amortizaciji (A_z/A), potrebna zamjena (A_z) i dio amortizacije slobodan za nove investicije (A_i).

$$BF/m = A, \; A_z/A = \frac{rm}{e^{rm} - 1} \; (t \geq m)$$

$$NoI + A_z = BI, \; NoI - A_i = NI$$

Na osnovu bruto fondova, na njih vezanih troškova te troškova goriva izračunat je bruto produkt (BP) i u odnosu na proizvodnju električne energije prosječna proizvodna cijena (BP/P kWh = = c/kWh). Svi proračuni su dani ukupno za pojedine periode a ne po pojedinim godinama.

Nakon toga smo ispitali mogućnost pokrića note investicija iz sredstava dohotka i to kamata na sredstva, kamata na kredite, fondova poduzeća i doprinosa iz dohotka ($k_s + k_k + F + d_d$) — vidi slijedeću tabelu.

Nepokriveni dio neto investicija (NI_2) stavili smo u odnos sa bruto produktom (NI_2/BP) i dobili procenat potrebnog povećanja cijena da se osigura samofinanciranje investicija. Ovo povećanje bi iznosilo po periodima i republikama:

		Godina			
		1964—70.	1971—75.	1976—80.	1964—80.
% Ni_2/BP	Jugoslavija	39,1	20,3	11,7	21
	Srbija	65	35	14	28
	Hrvatska	38	4	3	13
	BiH	51	23	24	30
	Slovenija	33	12	7	16
	Makedonija	31	26	0	15
	Crna Gora	54	3	7	18

Ove razlike proizlaze iz različitog tempa razvoja proizvodnje i investicija po republikama i

* E. D. Domar: Essays in the Theory of Economic Growth. Oxford University Press 1957, str. 154—163, 180—182. r — stopa rasta bruto investicija BI; u našem primjeru je u tu svrhu korištena stopa (prirodnog) rasta bruto fondova BF, pošto su one u vremenu t > m približno jednake (m — vijek trajanja osnovnog sredstva u godinama).

periodima, a razlikuje se od razvoja potrošnje u pojedinim republikama, jer je izgradnja elektrana predviđena prema redoslijedu ekonomičnosti u okviru cijele zemlje, a ne prema razvoju potrošnje u pojedinoj republici.

U traženju dodatnih izvora akumulacije koristili smo: a) predviđenu veću ekonomičnost goriva (E_G) i produktivnost postrojenja; b) predviđene razlike između proizvodne cijene i cijene realizacije (c_r — c_p) sa dvije varijante, jedna sa strukturom domaćinstava u potrošnji od 20 % (a) i druge više od 20 % (b). Korištenjem ovih dodatnih izvora akumulacije elektroprivrede smanjene su nepokrivene neto investicije (NI_3) tako da se u trećem periodu pojavio i višak sredstava za investicije. (Vidi tablice str. 337 i 338).

A. Bilanca sredstava za investicije u elektroprivredi za period 1964 — 1980.

SFRJ — 10^9 Din

	Godina			
	1964–70.	1971–75.	1976–80.	1964–80.
BI ($NoI + A_z$)	1.078.2	1.025,8	1.243,8	3.347,8
A	395,4	476,0	654,8	1.526,2
A_z/A	21,5%	34,3%	43,0%	28,1%
A_z	85,1	163,1	281,4	429,6
A_i	310,3	312,9	373,4	1.096,6
NoI	993,1	862,7	962,4	2.818,2
NI ($NoI—A_i$)	682,8	549,8	589,0	1.821,6
$k_s + k_k$	126,5	140,8	192,3	459,6
F (F_{zp})	37,2 (34,5)	45,3 (36,8)	64,3 (49,5)	146,8 (10,0)
$k_S + k_K + F$	163,7	186,1	256,6	606,4
Nepokrivene NI_1	—519,1	—363,7	—332,7	—1.215,2
BP	1.235,2	1.570,3	2.285,9	5.091,4
NI_1/BP	42 %	23,2%	14,5%	24 %
d_d	36,5	45,4	65,1	147,0
NI_2	—482,6	—318,3	—267,3	—1.068,2
NI_2/BP	39,1%	20,3%	11,7%	21 %

No elektroprivreda je ušla u predviđeni perspektivni razvoj sa zatečenih 346 mlrd. neotplaćenih investicionih zajmova, te smo predvidjeli njihovu otplatu u predviđenom periodu od 17 godina i za tu otplatu povećali nepokrivena sredstva za investicije ($NI_4 = NI_3 + O$). Tako dobivena nepokrivena sredstva smo stavili u odnos sa bruto produktom i dobili potrebno povećanje cijena između 15,4 i 18,3 %, prosječno za cijeli period. Vodeći računa o znatnim pojednostavnjenjima u ovom proračunu uzeli smo da je potrebno prosječno povećanje bruto produkta od 20 %, te je ispitano kako bi to djelovalo na autofinanciranje investicija i utvrđeno da i dalje ostaje veliki manjak u prvom periodu, kojeg smo predvidjeli pokriti zajmom elektroprivredi (K_2, $p = 2$ % $n = 25$ godina) i njegovu otplatu u slijedećim periodima. Zato se u drugom periodu smanjuje višak, a u trećem periodu još uvijek ostaje znatan višak sredstava za investicije. U trećem periodu elektroprivredi ostaje 451,9 mlrd. slobodnih sredstava za investicije i iza tog perioda još 210 mlrd. duga za zajam (K_2). Ukoliko bi anuiteti na dosadanje zajmove ušli također u namjenska sredstva za investicije u elektroprivredi, smanjio bi se iznos nepokrivenih investicija i potreba povećanja cijena.

U nepovoljnijem slučaju strukture potrošnje (b) preko 20 % učešća domaćinstava u potrošnji, uslijed otplate zajma iz prvog perioda pojavio se manjak sredstava za investicije u drugom periodu od oko 40 mlrd., koji bi se pokrio novim zajmom (K_3,$p = 2$ %, $n = 10$ godina), te bi se u trećem periodu pojavio višak sredstava za investicije od 303,8 mlrd. din, a na kraju perioda dug od 236 mlrd. Ako bi cijelu do sada nezahvaćenu akumulaciju unutar povećane proizvodne cijene zahvatili jednim dodatnim instrumentom vezanim na angažirana sredstva po nabavnoj vrijednosti (d_s), onda bi ova stopa doprinosa na sredstva iznosila 4,3 %. Ova sredstva ne bi bila izdvojena iz elektroprivrede kao neki društveni doprinos već bi to bila vlastita namjenska sredstva samo za investicije u elektroprivredi. Primjena doprinosa na sredstva od 4,3 % pri formiranju cijena i bruto produkta elektroprivrede pokazuju da bi se onda u prosjeku povećale planirane proizvodne cijene za oko 21 %.

Po republikama i periodima ova relativna povećanja cijena i povećani nivo cijena iznose kako slijedi:

	Godina						
	1964–1970.		1971–1975.		1975–1980.		1967–1980.
	%	cijena Din/kWh	%	cijena Din/kWh	%	cijena Din/kWh	%
Jugoslavija	33,0	14,00	22,6	12,3	13,0	11,2	21,0
Srbija	56,0	19,57	17,3	13,38	2,2	10,19	14,6
Hrvatska	31,1	11,59	10,8	10,59	12,8	10,62	21,8
Slovenija	44,3	12,76	36,8	12,64	26,3	11,66	34,7
BiH	32,0	13,89	25,4	12,16	20,1	10,65	24,3
Makedonija	43,8	10,45	39,0	11,22	31,1	11,24	36,3
Crna Gora	49,5	6,46	16,0	5,29	14,7	6,87	23,9

Predviđeno povećanje cijena odnosi se na planirane proizvodne cijene u određenim periodima koje su znatno niže od sadanjih, te ovo povećanje nije tako veliko u odnosu na sadanje cijene, a zavisno je od efikasnosti sadanjih i budućih investicija.

Ovaj orijentacioni proračun ipak pokazuje da je autofinanciranje investicija u elektroprivredi moguće postići na osnovu dugoročne razvojne po-

SFRJ **B. Bilanca sredstava za investicije u elektroprivredi 1964 — 1980.** 10^9 Din

		Godina				Iza 1980. godine
		1964 – 70.	1971 – 75.	1976 – 80.	1964 – 80.	
Σ *BF*						
E_G (ekonomičnost goriva)		25,6	62,7	128,4	216,7	
E_R (ekonom. rada)		18,2	37,5	74,5	130,2	
$E_G + E_R$		43,8	100,2	202,9	346,9	
$c_r - c_p$ *(razlika u cijeni)*						
a) domać. do 20%		— 23,8	+ 66,1	+ 224,3	+ 266,6	
b) domać. više od 20%		— 36,8	+ 31,2	+ 97,2	+ 91,6	
Suma dodatnih izvora akum. $E + (c_r - c_p)$						
a) domać. do 20%		20,0	166,3	427,2	613,5	
b) domać. više od 20%		7,0	131,4	300,1	438,5	
NI_3						
$NI_2 - [E+(c_r-c_p)]$						
a)		— 462,6	— 152,0	+ 159,0	454,7	
b)		— 475,6	— 186,9	+ 32,8	629,7	
Otplata zajmova						
K_1 = *346 mld.*	o	142,0	102,0	102,0	346,0	
(17 g. i 2%)	k	(27,3)	(19,5)	(19,5)	(66,3)	
$NI_4 = NI_3 + 0$						
a)		— 604,6	— 254,0	+ 57,9	800,7	
b)		— 617,6	— 288,9	— 69,2	975,7	
NI_4/BP a)		47 %	15,9%	+ 2,45%	15,4%	
b)		48,2%	18 %	3 %	18,8%	
Δ *BP* (20%)		256,4	320,6	464	1.041,6	
Cijena proizvodnje (po *BP*) Din/kWh		10,57	10,0	9,86	10,10	
Povećana cijena proizvodnje (+ 20%)		12,68	12,0	11,83	12,1	
$NI_5 = NI_4 - \Delta BP$	a)	348,2	+ 66,6	+ 521,9	+ 240,3	
	b)	361,2	+ 31,7	+ 395,8	+ 66,3	
Zajam K_2 348,2 (25 g — 2%)						
	a)	348	— 70	— 70	+ 308	— 210
	k	—	(19,5)	(19,5)	(39,9)	(58,5)
$NI_6 = NI_5 - K, o$		—	— 3,4	+ 451,9	+ 448,5	
Zajam K_3	b)	+ 360	— 72	— 72	— 144	— 216
	k	—	(20)	(20)	(40)	(60)
		1,2	— 40,3	+ 323,8	+ 282,3	
Zajam K_3 40,0 (10 g 2%)		—	+ 40,0	— 20	+ 20	— 20
	k	—	—	(5)	(5)	(5)
$NI_7 = NI_6 - K, o$		—	— 0,3	+ 303,8	+ 303,5	— 236

(*o* = otplata zajma, *K* = kamate na zajam)

litike namjenskim ustupanjem postojećih društvenih obaveza i uvođenjem dodatne obavezne akumulacije u određenoj stopi na osnovna sredstva po nabavnoj vrijednosti.

S obzirom na nesigurnost projekcija osnovnih elemenata ovog proračuna, primijenjenih metoda te veliko pojednostavnjenje u procjenama i proračunima, zatim s obzirom na to što su uzeti u račun i fondovi zajedničke potrošnje (za cijeli period 121 mlrd.), što nije uzet u račun fond rizika (oko 33,5 mlrd. din), a naročito što bi u zadnjem periodu trebalo početi već investirati investicije

u hidroelektrane po dosadašnjim iskustvima uvijek potcijenjene, trebalo bi svakako računati sa većim prosječnim povećanjem planiranih proizvodnih cijena od 20 %. U nepovoljnom slučaju ovo moguće povećanje troškova investicija u hidroelektrane bi iznosilo u prvom periodu 15 %, u drugom 30 %, i trećem 45 %, što na ukupne investicije iznosi 3,54 %, 13,12 % i 24,3 % u cijelom periodu 13,57%. Osim toga, dalji je problem kako bi se povećanje proizvodne cijene trebalo odraziti na promjene tarifa električne energije.

Za donošenje odluka o konkretnim dimenzijama povećanja sadanjih cijena električne energije i uvođenja doprinosa na sredstva za potrebe dugoročnog razvoja elektroprivrede, trebalo bi izvršiti mnogo detaljnije i opsežnije proračune.

Detalji ovog proračuna dani su u tablicama na str. 337 i 338.

Ukupna sredstva za pokriće *NI* i začetnih zajmova za cijeli period 1964—1980. iznose $2.457,9 \cdot 10^9$ $(k_s + k_k + F) + d_d + \Sigma E + (c_r - c_p) + \Delta BP =$ $606,4 + 147,0 + 396,9 + 266,6 + 1.041,0)$ od toga su k_s, k_k, F, d_d već određeni, pa treba ostale prihode osigurati namjenski isključivo kao prethodnu obavezu za investicije u obliku d_s, a to iznosi $1.704,4 \times 10^9$.

$$d_s/BF = 1.704,5/39.603,8 = 1.700/39.600 = 4,3\ \%$$

Iznos potreban da se osigura unutar cijene električne energije od 2.457,9 mlrd. služi

a) za pokriće *NI*	1.824
b) za otplatu zatečenih zajmova	346
c) ostaje za daljnje investiranje ili ubrzanje otplate novih zajmova u ovom periodu	303
UKUPNO	2.473

Razlike su nastale uslijed zaokruživanja.

Na kraju 1980. godine elektroprivreda raspolaže sa 303,5 mlrd. investicionih sredstava i duguje 236,0 mlrd. investicionih zajmova.

Utjecaj uvođenja d_s (4,3%) na formiranje proizvodne cijene

	1964–70.	1971–75.	1976–80.	1964–80.
ΣBF	10.382	12.293	16.928,6	39.603
4,3% d_s	445	530	730	1.705
$-[E + (c_r - c_p)]$	20,0 (44)	166,3	427,2	613,5
$d_s - \Delta c\ (BP)$	425,0 (401)	363,7	302,8	1.091,5
BP	1.281,6	1.603,5	2.319,1	5.204,2
Δc	33 % (29%)	22,6%	13 %	21 %
c_0	10,57	10,0	9,86	10,10
c_1	14 (13,7)	12,3	11,2	Din/kWh

Trebalo bi ispitati da li ta razlika povećanja cijena na d_s može navesti da se umjesto samo d_s upotrijebi za obaveznu akumulaciju i obavezu sličnu porezu na promet (tj. u odnosu na cijenu) ili kombinirano.

SAMOUPRAVLJANJE I ORGANIZACIJA U ELEKTROPRIVREDI

A. Položaj proizvođača i društveni utjecaj

1. Uvod

Kod obrade problematike samoupravljanja i organizacije u elektroprivredi treba u prvom redu voditi računa o onim osnovnim principima od kojih se pošlo u izradi ovog materijala u cjelini, a koji su istaknuti u njegovom uvodnom dijelu.

Kao što je tamo već rečeno, elektroenergija predstavlja — kao i sva ostala energetika, samo u konkretnim našim prilikama u još većoj mjeri — jedan od osnovnih uvjeta pod kojima se naša privreda i posebno naša industrija razvija, pa optimalno ispunjavanje tog uvjeta treba da bude glavni cilj funkcioniranja i daljnjeg razvoja ove privredne grane. U vezi s time, elektroenergija je jedan od najosnovnijih elemenata za vođenje određene privredne politike.

O samom značaju i ulozi elektroenergije u odnosu na općedruštveni život zemlje nema potrebe da se govori, jer je opće poznato da je elektroenergija jedan od najvažnijih uvjeta opstojanja i napretka civiliziranog društva.

Prema tome, pitanja funkcioniranja i daljnjeg razvoja elektroprivrede odnosno okviri i uslovi pod kojima se oni treba da odvijaju, ne mogu se i ne smiju tretirati nezavisno i odvojeno od toga kakav će to odraz imati na ostalu privredu i društvene odnose.

Osim toga, elektroprivredu karakteriziraju i određene specifičnosti* o kojima također treba voditi računa kod razmatranja i zauzimanja sta-

* Činjenica je da su ove specifičnosti u elektroprivredi često prenaglašavane iz ovih ili onih razloga, uglavnom u cilju opravdanja zadržanja određenog povlaštenog tretmana i položaja. Međutim, to ne smije biti razlog da se postojanje tih specifičnosti u ovoj privrednoj grani niječe, niti opravdanje da se o njima ne vodi računa ni onda kad je to nužno.

vova o ovim pitanjima. Te specifičnosti su slijedeće:

1) Jedinstveni i specifičan tehnološki proces koji se sastoji u tome

a) što korištenje kapaciteta ne ovisi o raspoloživim mogućnostima proizvodnje nego isključivo o potrebama potrošača, i to potrebama u svakom momentu,

b) što se elektroenergija ne može uskladištiti nego se proces proizvodnje i potrošnje odvija istovremeno i uslovljeno,

c) što se električna energija prenosi do mjesta potrošnje na raznim udaljenostima putem transformiranja na raznim naponima, i naročito

d) što se učini pojedinih izvora nadopunjuju i pojavljuju kao jedinstveni učin, a što sve zajedno zahtijeva sistematsku sinhronizaciju u pogledu organizacije i funkcioniranja ove privredne grane;

2) Njen monopolistički položaj

što isključuje mogućnost odnosno opravdanost prepuštanja potpuno slobodnog i isključivo sa stanovišta ove privredne grane formiranog ponašanja uključivši tu, posebno, ponašanja u pogledu formiranja cijena i uvjeta razmjene električne energije.

Iz navedenih razloga društvo mora biti osigurano za pravilno i racionalno funkcioniranje i poslovanje elektroprivrede u odnosu na ostalu privredu i druge potrebe, i to društvo treba da u odnosu na ovu privrednu granu osigura sebi izvjesni veći i neposredniji utjecaj, negoli je to potrebno u odnosu na ostalu privredu kod koje već i samo tržište može da igra, i stvarno igra, određenu i značajnu ulogu u pravcu nužno potrebnih korektura njenog ponašanja.

O mogućnostima određenog većeg društvenog utjecaja u odnosu na neke radne organizacije u ovakvim i sličnim slučajevima izričito govore i odgovarajuće odredbe našeg novog Ustava, i to:

— »U upravljanju radnom organizacijom, u poslovima od osobitog društvenog interesa mogu sudjelovati i zainteresirani građani i predstavnici zainteresiranih organizacija i društvene zajednice . . .« (član 9. Ustava SFRJ);

— »Na osnovi zakona mogu se propisivati opći uvjeti za obavljanje određenih djelatnosti radnih organizacija od osobitog društvenog interesa . . .« (član 16. Ustava);

— » . . . Na osnovi saveznog zakona mogu se ustanovljavati komore i poslovne zajednice i propisivati uvjeti za obavezno udruživanje određenih vrsta organizacija u komore i poslovne zajednice«. (član 19. Ustava);

— » . . . U radnoj organizaciji koja obavlja djelatnost ili poslove od osobitog društvenog interesa zainteresirani građani i predstavnici zainteresiranih organizacija i društvene zajednice sudjeluju, u skladu sa zakonom, u upravljanju određenim poslovima kao članovi organa upravljanja te radne organizacije, ili na drugi način što ga određuje zakon i statut . . .

Zakonom se mogu odrediti opći uvjeti i mjerila u pogledu raspodjele dohotka i predvidjeti suglasnost određenog organa upravljanja te radne organizacije, druge organizacije ili društvenog organa na pojedine akte raspodjele dohotka ili akte odlučivanja o radnom procesu, koji su od osobitog društvenog interesa«. (Član 90. Ustava);

— » . . . Zakonom se može propisati da se statut određenih radnih organizacija podnosi na razmatranje skupštini republike il druge društveno-političke zajednice.

Zakonom se može utvrditi obaveza donošenja pojedinih općih akata radne organizacije i postupak za donošenje statuta i drugih općih akata, i mogu se predvidjeti određena ovlaštenja nadležnih organa društveno-političke zajednice u pogledu davanja potvrde ili suglasnosti na statut ili druge opće akte u cjelini ili na pojedine njihove dijelove. (član 91. Ustava):

— » . . . Zakonom se može odrediti drukčiji način imenovanja direktora radne organizacije, koja obavlja djelatnosti od osobitog društvenog interesa . . .« (član 93. Ustava).

U obrazloženju Prednacrta Ustava ove mogućnosti drukčijeg tretiranja određenih radnih organizacija od osobitog društvenog interesa su bile izričito spomenute i obrazložene, i to posebno u dijelu 3. »Samoupravljanje radnih ljudi u radnoj organizaciji«. Tamo se na ovu temu kazalo slijedeće:

»Međutim, radi usklađivanja djelatnosti određenih radnih organizacija na općim društvenim interesima, naročito na onim područjima na kojima se ovo usklađivanje ne može vršiti preko mehanizma tržišta i drugih instrumenata planskog usmjeravanja, Prednacrt predviđa da, saglasno ustavu i zakonu, u upravljanju radnim organizacijama koje vrše društvenu službu ili drugu djelatnost od posebnog interesa za društvenu zajednicu učestvuju, pored radnog kolektiva, i predstavnici zainteresiranih građana i organizacija i društvene zajednice. Iako se ova mogućnost prvenstveno odnosi na ustanove koje vrše društvenu službu, ustavom i zakonom se može predvidjeti da u upravljanju određenim privrednim organizacijama, čija je djelatnost od posebnog interesa za društvenu zajednicu, učestvuju i predstavnici društvene zajednice. Konkretne forme učešća interesnih grupa i društvene zajednice utvrđuju se zakonom i mogu biti različite prema karakteru radnih organizacija i vrsti djelatnosti kojima se one bave«.

Smatra se da ove ustavne odredbe treba između ostalog da dođu do izražaja i u elektroprivredi, odnosno u pojedinim njenim radnim organizacijama, i to kako zbog njene uloge i zadataka koji je predodređuju kao djelatnost od osobitog društvenog interesa, tako i zbog njenih donekle specifičnih karakteristika i uslova rada.

2. Položaj proizvođača

Svakako da odgovarajući položaj i uloga proizvođača treba da budu osigurani i proizvođačima zaposlenim u elektroprivredi, jer »osnovu društveno-ekonomskog uređenja Jugoslavije čine slobodni udruženi rad sredstvima za proizvodnju u društvenom vlasništvu i samoupravljanje radnih ljudi u proizvodnji i raspodjeli društvenog proizvoda u radnoj organizaciji i društvenoj zajednici« (Član 6. Ustava SFRJ).

Međutim, načelno garantiranje u osnovi jednakih prava samoupravljanja ne može da znači da radni ljudi zaposleni u radnim organizacijama treba da ta svoja prava i ostvaruju na potpuno jednaki način i u jednakim oblicima i nivoima, tj. bez obzira na položaj i ulogu pojedinih radnih organizacija odnosno djelatnosti i grana kojima one pripadaju u okviru ukupne privrede i društva, i bez obzira na njihove uslove rada, jer to uostalom nije ni moguće.

Već i sam određeni veći i neposredniji utjecaj društva u elektroprivredi ne može a da nema određeni odraz i na sam položaj i ulogu neposrednih proizvođača zaposlenih u ovoj privrednoj grani.

Osim toga, neposredni proizvođači zaposleni u elektroprivredi ne mogu ni zbog specifičnih

uslova rada koji karakteriziraju ovu privrednu granu da na svim nivoima svojih asocijacija imaju sva ona prava samoupravljanja koja imaju proizvođači zaposleni u drugim privrednim granama, odnosno ne mogu ih imati u onom obliku i stepenu kako ih oni tamo imaju.

Međutim, s druge strane, neposredni proizvođači zaposleni u elektroprivredi imaju istovremeno i mogućnost i potrebu da to svoje pravo samoupravljanja realiziraju i u znatno širem opsegu s obzirom da ono mora nužno da obuhvati i pravo tretiranja širih problema elektroprivrede u okviru viših asocijacija.

Zbog istovremenosti proizvodnje i potrošnje u elektroprivredi se mora osigurati da njene radne jedinice doprinose maksimalno kada su zahtjevi potrošnje maksimalni i obrnuto, da rade sa smanjenim kapacitetom u vrijeme kada je potrošnja manja. Ovo pretpostavlja takvu organizaciju koja treba da usklađuje rad svih pojedinačnih radnih jedinica određenog užeg i šireg područja odnosno u njima zaposlenih proizvođača, pa su oni stoga u pogledu nekih od osnovnih prava samoupravljanja, kao što su npr. donošenje planova proizvodnje, sam hod proizvodnje ili upotreba sredstava za proširenu reprodukciju, nužno upućeni jedni na druge, i ta ih njihova tehnološka specifičnost još više ograničava u pogledu mogućnosti donošenja izoliranih i neusklađenih odluka, odnosno obavezuje ih na koordinaciju i centralno usmjeravanje određenih njihovih aktivnosti.

Međutim, iako stvari stoje ovako, bilo bi posve pogrešno ako bi se iz toga izvlačio eventualni zaključak u tom pravcu kako samoupravljanje u elektroprivredi tobože nema smisla, odnosno kako ono u ovoj privrednoj grani ne može da dođe do punog izražaja i dade odgovarajuće rezultate.

U prvom redu, i pored neophodnosti usklađivanja odluka u pogledu same proizvodnje i proširene reprodukcije, u okviru čega također mogu da dođu do punog izražaja i zainteresiranost i stvaralaštvo odnosno inicijativa njenih neposrednih proizvođača odnosno njenih osnovnih radnih jedinica, u elektroprivredi postoji još niz drugih djelatnosti koje treba da ostanu isključivo njihova neposredna briga. Dovoljno je ovdje spomenuti održavanje i tzv. pogonsku spremnost elektroenergetskih postrojenja, sniženje troškova proizvodnje (ovo osobito kod termoelektrana), racionalnu upotrebu onih sredstava s kojima oni samostalno raspolažu i sl., pa da o tome ne bude nikakve sumnje.

Poznato je, da je u svim privrednim djelatnostima i granama s automatiziranom proizvodnjom mogućnost utjecaja neposrednih proizvođača na tekuću proizvodnju manja negoli u onima gdje takve automatizacije nema, ali upliv tih proizvođača na proizvodnu i razvojnu politiku — a kroz to i na same rezultate proizvodnje — je odlučujući, dok raspolaganje s većim sredstvima, što je kod ovakvih djelatnosti slučaj, samo još više povećava njihovu ulogu i odgovornost, zbog čega se uopće ne može ni postavljati, niti se postavlja, pitanje odnosno mogućnost nekakvog drukčijeg upravljanja sa ovakvom proizvodnjom.

Prema tome, u vezi s pitanjem samoupravljanja u elektroprivredi trebalo bi da bude osnovno i da se u prvom redu pazi na to, da se one funkcije i odluke, koje se u ovoj privrednoj grani moraju vršiti odnosno donositi zajednički i usklađeno, i za koje se zbog toga ne može ni postavljati mogućnost njihovog decentraliziranog vršenja odnosno donošenja, stvarno i vrše odnosno donose na demokratski način, i da u svakom slučaju budu izraz svjesne i slobodne volje samih njenih neposrednih proizvođača.

U vezi s time, izbor i sastav organa samoupravljanja u pojedinim radnim jedinicama elektroprivrede i njihovim asocijacijama iskrsavaju ovdje u prvi plan, i njih treba u ovoj privrednoj grani na svaki način tako postaviti da to stvarno i u punoj mjeri i osiguraju.

3. Društveni utjecaj

Veći društveni utjecaj u odnosu na ovu privrednu granu treba da dođe do izražaja u prvom redu kod utvrđivanja cijena i uvjeta kupoprodaje i razmjene električne energije, a onda i kod donošenja odluka o njenom daljnjem razvoju odnosno o proširenoj reprodukciji, i to bez obzira na to da li će se veći dio sredstava za tu reprodukciju i ubuduće morati osiguravati putem opće društvene akumulacije ili ne.

Ovaj utjecaj, po našem mišljenju, treba osigurati u prvom redu predstavničkim organima same Federacije i republika, i to zbog potrebe osiguranja sinhroniziranog funkcioniranja elektroenergetskog sistema s jedne, te funkcije i odgovornosti ovih društveno-političkih zajednica u odnosu na daljnji privredni i općedruštveni razvitak zemlje s druge strane.

Međutim, ovo nikako ne znači da određene integracije u odnosu na ovu privrednu granu ne treba da budu ostavljene i ostalim društveno-političkim zajednicama, konkretno samim općinama, u odnosu na radne jedinice elektroprivrede njihovog područja, i to u svim onim pitanjima koja su tim zajednicama pridržana i u odnosu na ostalu privredu, ukoliko ona nisu pridržana republici ili federaciji odnosno višoj asocijaciji ove privredne grane, a iz razloga i načina kako se to u ovom materijalu iznosi.

Na svaki način, ingerencije i utjecaji bilo koje društveno-političke zajednice od federacije na niže ne bi smjele ni na koji način da ugroze ili dovode u pitanje usklađeno funkcioniranje jugoslavenskog elektroenergetskog sistema u cjelini, jednako kao ni izvršavanje onih osnovnih ciljeva i zadataka ove privredne grane.

Veći društveni utjecaj treba, po našem mišljenju, također da bude osiguran i putem učešća predstavnika određenih zainteresiranih organiza-

cija i društvene zajednice u organima samoupravljanja određenih radnih jedinica odnosno viših asocijacija elektroprivrede, i to u prvom redu predstavnika same zainteresirane privrede, u skladu s naprijed citiranim ustavnim odredbama, a u obliku i na način kako će to biti izloženo u nastavku.

Ovo je potrebno stoga, što samim normativnim aktima društvena zajednica ne može osigurati nužno potreban međuzavisan utjecaj elektroprivrede i ostalih privrednih grana po određenim pitanjima i problemima, posebno ne po pitanju daljnjeg razvoja elektroprivrede za slučaj većeg i punijeg ili čak punog autofinanciranja proširene reprodukcije u ovoj grani.

Osim toga, većim neposrednim podruštvovljenjem odlučivanja u elektroprivredi bi se mogla svesti na minimum potreba direktne intervencije društveno-političkih zajednica tj. one u vidu odgovarajućih njihovih odluka i akata.

Bez obzira na to da li društveno samoupravljanje* predstavlja višu fazu samoupravljanja ili ne, izgleda nam da uloga i zadaci ove privredne grane i osobit društveni interes u odnosu na njeno funkcioniranje i daljnji razvoj zahtijevaju takvo tretiranje, jer će se samo na ovaj način moći osigurati puni sekundarni efekti koje ova privredna grana treba da dade, odnosno uskladiti njeno funkcioniranje i razvoj s potrebama privrede i društva.

B. Organizacija elektroprivrede

1. Organizacija sa stanovišta elektroprivrednih djelatnosti

Tehnološke osobitosti koje karakteriziraju djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije u cjelini, i o kojima je već bilo riječi u prethodnom dijelu materijala, povezuju u tehnološkom smislu sve ove tri djelatnosti u tako čvrstu i jedinstvenu cjelinu da se bez daljnjega može govoriti o elektroprivredi kao o jednoj jedinstvenoj djelatnosti u tehnološkom smislu.

Postavlja se međutim pitanje, da li ova tehnološka povezanost odnosno jedinstvo proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije bezuvjetno i u svakom slučaju zahtijevaju i njihovo ekonomsko i organizaciono čvršće povezivanje odnosno jedinstvo ili ne.

U vezi s ovim pitanjem, tj. pitanjem podjele rada odnosno organizacije u elektroprivredi sa stanovišta pojedinih njenih odvojeno promatranih djelatnosti, naše je mišljenje da je jedinstvo djelatnosti proizvodnje i prijenosa neophodno osigurati u svakom slučaju i u ekonomskom i u organizacionom smislu, dok ono nije neophodno nužno i u odnosu na samu djelatnost distribucije. Štaviše, može se iznijeti dosta razloga koji govore u prilog toga da sama distribucija treba da bude odvojena od proizvodnje i prijenosa, naročito u ekonomskom smislu*.

Za organizaciono i ekonomsko čvršće povezivanje odnosno jedinstvo djelatnosti proizvodnje i prijenosa govori ne samo jedinstvenost tehnološkog procesa ovih sada odvojenih djelatnosti, nego također, i u prvom redu, potreba osiguranja pune zainteresiranosti za kretanje tokova elektroenergije i ekonomično korištenje prijenosnih postrojenja, što kod odvojene organizacije i posebno današnjih odnosa ovih sada odvojenih djelatnosti ne mora biti i — kako nam praksa pokazuje — često i nije slučaj.

Ekonomsko i organizaciono odvajanje distribucije od djelatnosti proizvodnje i prijenosa trebalo bi naprotiv da zajedno s drukčijim formiranjem cijene elektroenergije u distribuciji — stvori uvjete i osigura potrebnu stimulaciju za ekonomičnije poslovanje distribucije i posebno za racionalnije trošenje elektroenergije, čega do danas također nije bilo, s obzirom da su troškovi distribucije faktički bili pokriveni u cjelini u okviru svake pojedine elektroprivredne zajednice, bez obzira na visinu ostvarenih prihoda i ekonomičnost poslovanja distributivnih poduzeća, koja su po dosadašnjim odnosima faktički samo za tuđi račun prodavala tu energiju, tj. za račun elektroprivrednih zajednica. Drugo pitanje je kako, tj. u kakvom obliku i na kakav način bi trebalo osigurati postizavanje ovog ekonomičnijeg poslovanja distributivnih poduzeća odnosno njihove zainteresiranosti za racionalnije trošenje energije.

Jedan od načina je, svakako, i potpuno ekonomsko i organizaciono odvajanje djelatnosti distribucije odnosno distributivnih poduzeća od djelatnosti odnosno poduzeća proizvodnje i prijenosa, kakvo stanje imamo danas nakon nedavno izvršenih izmjena i dopuna u Zakonu o elektroprivrednim organizacijama. No, kao što smo to već rekli, pitanje je, da li je to sa stanovišta unapređenja i daljnjeg razvoja elektroprivrede kao cjeline ujedno i najbolje rješenje. Naše je mišljenje da nije.

Naime, elektroprivreda je kao malo koja druga privredna grana usko vezana i ovisna o potrošnji. Potrošnja, kao što je ranije rečeno, u stvari direktno dirigira hod i ritam proizvodnje. Zanemarivanje odnosno napuštanje elemenata potrošnje, na kojoj je ona životno zainteresirana, oduzima elektroprivredi osnovni element za njen daljnji razvoj i svrsishodno funkcioniranje. A za slučaj njene organizacione odvojenosti od distribucije postoji sasvim realna opasnost, da — ako

* Pod pojmom »društveno samoupravljanje« na ovom mjestu podrazumijevamo ono što se ranije pod tim pojmom podrazumijevalo tj. ono samoupravljanje koje uključuje ne samo predstavnike samih proizvođača zaposlenih u dotičnoj organizaciji, nego i šire učešće drugih zainteresiranih potrošača, organizacija i društvene zajednice.

* U vezi s ovim, izmjena izvršena u ovom pravcu u Zakonu o elektroprivrednim organizacijama može se u tom pogledu smatrati napretkom u odnosu na ranije stanje. Drugo je, međutim, pitanje nije li se moglo naći i još neko drugo i bolje rješenje. Naše je mišljenje, kako će se vidjeti, da jest.

i ne bi bio sasvim ispušten i zanemaren u razvojnoj i proizvodnoj politici elektroprivrede, jer je to i praktički nemoguće — bude stavljen u drugi plan, odnosno da u cijeloj orijentaciji i politici elektroprivrede ne dobije ono mjesto koje on mora da ima. Jer, jednako onako kao što potrošnja dirigira i uvjetuje hod i ritam proizvodnje i prijenosa, tako i obratno ove djelatnosti moraju bezuvjetno da aktivno i direktno utječu na razvoj potrošnje, s obzirom da od tog razvoja direktno ovisi i njihov vlastiti razvoj.

Stoga, organizaciono jedinstvo sviju ovih triju djelatnosti (jedinstvo, koje kao što je već rečeno, mora biti osigurano samo na određenom nivou asocijacije proizvođača elektroprivrede), uz ekonomski čiste i zdravije odnose između njih, izgleda pravilnije i bolje rješenje. Nama izgleda da bi ovo bio pravilniji put i da bi više odgovarao karakteru djelatnosti elektroprivrede u cjelini, kao i položaju i funkciji distribucije u okviru te elektroprivrede posebno. Iz ovog razloga, u nastavku u dijelu u kojem se konkretno govori o samoj organizaciji pojedinih radnih jedinica i viših asocijacija elektroprivrede, kako ju mi zamišljamo, operira se isključivo s ovom varijantom. U ekonomskom dijelu je već pokazano da je ekonomski čisto i zdravije odnose između distribucije s jedne, te proizvodnje i prijenosa s druge strane moguće uspostaviti i u ovakvom slučaju, tj. i za slučaj njihovog organizacionog jedinstva.

Međutim, za slučaj potpunog, tj. i ekonomskog i organizacionog odvajanja distribucije od proizvodnje i prijenosa, kakvo stanje imamo danas, bezuvjetno je potrebno razmotriti mogućnost i naći načina osiguranja njihove pune međusobne povezanosti i koordinacije.

S tim u vezi smatra se, da bi distributivna poduzeća trebala u tom slučaju imati svoje poslovno udruženje u republičkim okvirima, a u okviru same federacije koordinacioni odbor tih udruženja ili sl., te da bi tim putem trebalo osiguravati obavezni kontakt i utjecaj ovih udruženja odnosno samih distributivnih poduzeća u odnosu na odgovarajuće asocijacije proizvođača proizvodnje i prijenosa, kao i obratno. Distributivna poduzeća bi u vezi s time trebala da imaju u određenim višim asocijacijama proizvođača proizvodnje i prijenosa (tj. na nivou republike i federacije) određeni broj svojih predstavnika, jednako kao što bi i te više asocijacije proizvođača proizvodnje i prijenosa trebale da u poslovnim udruženjima distributivnih poduzeća odnosno njihovom koordinacionom odboru imaju svoje. Mogla bi se uz to eventualno predvidjeti mogućnost njihovog dobrovoljnog udruživanja, tj. udruživanja poslovnih udruženja distributivnih poduzeća i određenih viših asocijacija proizvođača proizvodnje i prijenosa po određenim pitanjima na kojima su oni zajednički zainteresirani i koja trebaju zajednički rješavati, ili ako i ne udruživanje, a ono barem sklapanje trajnijih ugovora o poslovno-tehničkoj suradnji i sl.

Sve bi ovo ipak bio ne samo znatno kompliciraniji, nego i nesigurniji put za osiguranje nužno i tako reći svakodnevne evidentno potrebne veze proizvodnje i prijenosa s distribucijom i obratno, i zbog toga nam uspostavljanje njihovog organizacionog jedinstva u okviru određene asocijacije proizvođača odnosno na određenom višem nivou izgleda mnogo normalniji i pravilniji put.

2. Organizacija u elektroprivredi s obzirom na područja

a) Uvod

1. Iako pitanje podjele rada odnosno organizacije u elektroprivredi uspostavljanjem zdravijih ekonomskih odnosa u ovoj privrednoj grani bez sumnje gubi od svoje aktuelnosti odnosno od svoje težine i važnosti, smatra se ipak da pitanje organizacije i podjele rada u ovoj privrednoj grani nikako nije od drugostepenog interesa i za potcjenjivanje, s obzirom na — kako nam to praksa potvrđuje — stvarnu i ne malu ulogu kakvu može da igra ovakva ili onakva organizacija, i to kako u odnosu na daljnji razvoj samoupravljanja, tako i u odnosu na samo funkcioniranje i poslovanje elektroprivrede i posebno na njenu proširenu reprodukciju.

Smatra se, stoga, da nikako nije irelevantno da li ćemo imati ovakvu ili onakvu organizaciju u elektroprivredi, te da će i sama organizacija sa svoje strane odlučno utjecati na to kako će se odvijati budući ekonomski odnosi u ovoj privrednoj grani, posebno oni po pitanju same proširene reprodukcije, koji i jesu ključni.

Imajući ovo u vidu smatra se, da je kod tretiranja pitanja organizacije u elektroprivredi potrebno voditi računa u prvom redu o budućim ekonomskim odnosima kako se oni ovdje zamišljaju, i organizaciju podesiti zahtjevima koje nameću u prvom redu oni sami. Istovremeno, potrebno je voditi računa i o stupnju razvoja naših današnjih društveno-političkih i ekonomskih odnosa, uzimajući u obzir sve one elemente koji su relevantni u odnosu na pravilno funkcioniranje i daljnji razvoj ove privredne grane. U vezi s time, smatra se, da bi budući novi Zakon o elektroprivredi trebao da utvrdi samo opća načela koja treba u budućoj organizaciji respektirati (kao i odredbe o organizaciji na nivou federacije), a da bi pitanje konkretne organizacije na teritoriju pojedinih socijalističkih republika trebalo prepustiti predstavničkim organima republika koji bi ta pitanja trebali da rješavaju zavisno od konkretnih uslova i gledanja, u skladu s općim načelima koja bi pri tome trebalo respektirati.

2. Električna energija teče od proizvođača do potrošača preko vodova, koji sačinjavaju na izvjesnom području jedinstveni sistem prijenosne mreže što ima određenog odraza kako u odnosu na proizvodnju tako i s obzirom na potrošnju energije. Po toj prijenosnoj mreži energija se prenosi

od proizvođača do potrošača kako to već zahtijeva potrošnja. Električna energija postaje na taj način u mreži zajednički proizvod kako za proizvođače tako i za potrošače. Proizvođači je mogu prodavati samo kao zajednički proizvod, a potrošači je ne mogu kupiti od individualnog proizvođača, nego samo od udružene elektroprivrede. Zbog ovoga nužno mora postojati i takva asocijacija proizvođača koja treba da obuhvati sve radne jedinice prizvodnje, prijenosa i distribucije na određenom području, a u kojoj treba da se usklađuje rad proizvođača i prilagođava potrošnji kao i obratno.

Ove karakteristike električne energije određuju tehničku, ekonomsku i samoupravljačku prirodu radnih jedinica elektroprivrede i utječu istovremeno na formiranje njezinih organizacionih oblika.

3. Podjela rada odnosno organizacija elektroprivrede s obzirom na područja treba na svaki način da osigura najsvrsishodnije tehničko, ekonomsko i samoupravljačko funkcioniranje elektroprivrednih djelatnosti tog područja, što pretpostavlja sinhronizirano funkcioniranje pojedinih radnih jedinica u okviru sistema u cjelini. Kod toga treba voditi računa o tome, da se osnovne radne jedinice elektroprivrede udružuju u više asocijacija u svrhu koordinacije i usmjeravanja svog djelovanja i daljnjeg razvoja, kao i u cilju osiguranja zajedničkih interesa i demokratskog podruštvovljenja odluka. Konkretni odnosi između pojedinih radnih jedinica u elektroprivredi međusobno, te njih i njihovih viših asocijacija treba, s tim u vezi, da počivaju na principu, da se ne centralizira nego samo onoliko i ono što se zaista mora vršiti sinhronizirano i zajednički. Samo na ovaj način moguće je da se i u elektroprivredi osiguraju položaj i prava proizvođača koja danas kod nas uživaju radni ljudi općenito, sa svim pozitivnim konsekvencijama i prednostima koje sistem samoupravljanja sa sobom donosi.

Ovo, uostalom proizlazi i iz Ustavnog načela prema kojemu »organizacija rada i upravljanje u radnoj organizaciji treba da omogući da radni ljudi na svakom stupnju i u svim dijelovima radnog procesa koji predstavljaju cjelinu, što neposrednije odlučuju o pitanjima rada, o uređivanju međusobnih odnosa, raspodjeli dohodaka i drugim pitanjima svog ekonomskog položaja, osiguravajući istodobno uvjete za rad i poslovanje radne organizacije kao cjeline« (čl. 10. Ustava SFRJ).

Imajući u vidu sve ovo što smo do sada rekli, mi buduću organizaciju u elektroprivredi zamišljamo ovako:

b) Osnovne radne jedinice u elektroprivredi

Osnovna radna jedinica proizvodnje — elektrana

Elektrana je u tehničkom smislu samostalna radna jedinica i ona se može uklopiti u bilo koji organizacioni oblik. Elektrana sa svojom posadom i upravom (tehničkom i administrativnom) može uredno uzdržavati i eksploatirati postrojenje koje treba da bude — izuzevši za vrijeme remonta — pogonski odnosno eksploataciono spremno.

Električna energija je, kako je već rečeno, zajednički proizvod svih elektrana koje napajaju zajedničku prijenosnu mrežu. Ova činjenica određuje ekonomski položaj elektrana.

Zajednička realizacija može se — kao rezultat zajedničkog proizvoda — obračunavati samo u odgovarajućoj asocijaciji. Iz ovog proizlazi, da se elektrana ekonomski mora udružiti u takvu asocijaciju proizvođača električne energije. Ekonomski odnos elektrane s tom asocijacijom fiksira se cijenom učina pojedinih elektrana na temelju koje se utvrđuje veličina udjela svake elektrane u zajedničkoj realizaciji. Cijene učina elektrane utvrđuju se posebno za snagu elektrane, a posebno za rad tj. za proizvedeni kilovatsat. Ovo radi toga što u procesu proizvodnje električne energije elektrana stavlja asocijaciji na raspolaganje instaliranu snagu, a prema njenom zahtjevu odnosno zahtjevu njenog dispečera, proizvodnji pristupa u datom času, vremenski i količinski ovisno o potrebama odnosno opterećenju od strane potrošača.

U okviru cijene učina elektrana formira sredstva koja su joj potrebna za njeno investiciono uzdržavanje, sredstva amortizacije, kao i dohodak, a u tom okviru i sredstva proširene reprodukcije.

Neposredni proizvođači zaposleni u elektrani ostvaruju svoje pravo samoupravljanja s jedne strane neposredno kroz organe radničkog samoupravljanja same elektrane, a s druge u organima svojih asocijacija. Organ radničkog samoupravljanja elektrane nalazi svoj sadržaj rada u okviru određene tehničke i ekonomske samostalnosti elektrane, koja:

brine se i vrši eksplotaciju postrojenja, i u tu svrhu prevodi tekuće i investiciono uzdržavanje tog postrojenja u okviru utvrđenog programa;

utvrđuje u okviru svojih potreba program zamjene, rekonstrukcije i modernizacije postrojenja i ostvaruje ih iz dijela sredstava amortizacije i fondova s kojima raspolaže u okviru zajednički donesenih programa na nivou pogona;

utvrđuje i formira dohodak na temelju utvrđene tj, ugovorene cijene svog učina i ostvarenih troškova poslovanja;

raspoređuje osobne dohotke na pojedine učesnike proizvodnje;

prima u radni odnos i razrješava radnog odnosa radnike elektrane;

raspolaže sa sredstvima fonda zajedničke potrošnje i rezervnog fonda i drugih fondova koje osnuje, izuzev sredstava poslovnog fonda s kojima raspolaže obavezno koordinirano u okviru svog pogona.

O upotrebi namjenskih sredstava za proširenu reprodukciju u elektroprivredi odluka se donosi zajednički na nivou više asocijacije (elektroprivredno poduzeće).

Osnovna radna jedinica prijenosa

Električna energija u prijenosnoj mreži zajednički je produkt raznih izvora električne energije (elektrana), koje napajaju odnosnu prijenosnu mrežu. Radna jedinica prijenosa u svojoj djelatnosti prijenosa električne energije ne utvrđuje tokove električne energije, niti utječe na količinu, koja se prenosi čas u jednom, čas u drugom pravcu i transformira ovisno o tempu proizvodnje i potrošnje.

Za razliku od elektrane, kod radnih jedinica prijenosa pojavljuje se pitanje veličine područja, koje može biti veće ili manje, ovisno o gustoći mreže, intenzitetu transformacije na mreži, konfiguraciji zemljišta, gustoći i kvaliteti komunikacija i slično.

U ovisnosti od tehničke i tehnološke funkcije radne jedinice prijenosa, obračun učina koji radna jedinica stavlja na raspolaganje višoj asocijaciji, vrši se na temelju cijene tog učina, odnosno u ovom slučaju, bolje rečeno, cijene usluge za prijenos i transformaciju električne energije.

Kroz cijenu usluge radna jedinica prijenosa formira sredstva tekućeg i investicionog uzdržavanja, amortizacije i dohodak, a u tom okviru sredstva proširene reprodukcije elektroprivrede.

Samoupravljanje u radnoj jedinici zasniva se na istim elementima, kao i samoupravljanje u radnim jedinicama proizvodnje. Ono se ostvaruje neposredno u organima radničkog samoupravljanaj radne jedinice, a posredno u organima viših asocijacija.

Organ radničkog samoupravljanja radne jedinice odlučuje o onim istim pitanjima kao i u radnim jedinicama proizvodnje — elektranama.

Osnovna radna jedinica distribucije

Funkcija osnovne radne jedinice distribucije u tehničkom i tehnološkom smislu sastoji se u tome da putem električne mreže i transformatorskih stanica, a to znači svojim sredstvima rada, distribuira preuzetu električnu energiju potrošačima svojeg područja.

Slično kao kod prenosnih radnih jedinica, i kod radnih jedinica distribucije pojavljuje se problem područja koje ta radna jedinica treba da pokriva. Ono može biti veće ili manje u ovisnosti o gustoći električne mreže, intenzitetu i gustoći transformacije električne energije, konfiguraciji zemljišta, gustoći i kvaliteti komunikacija, te o broju potrošača i o gustoći i tipovima naseljenosti potrošača. Broj, gustoća i tipovi naseljenosti potrošača diktiraju da područje koje pokriva radna jedinica distribucije bude, u pravilu, manje od područja prijenosne radne jedinice.

Ekonomski položaj distribucije u okviru elektroprivrede uvjetovan je s dvije činjenice: 1) distribucija preuzima električnu energiju kao zajednički produkt izvora i prijenosa, na određenim primopredajnim mjestima, i 2) distribucija razvodi i prodaje električnu energiju krajnjim potrošačima.

Ekonomika kupovine električne energije na prijenosnom naponu treba da dođe do izražaja u utvrđivanju takvih modaliteta cijene po mjestu, vremenu i načinu potrošnje, koji će odlučnije utjecati na racionalizaciju potrošnje električne energije, za koju su zainteresirane i djelatnosti proizvodnje i prijenosa, a to znači ravnomjernije korištenje postojećih kapaciteta, izvora i prijenosa, sniženje vršnih opterećenja i smanjenje jalovog opterećenja postrojenja.

Djelatnost razvoda i predaje ovisna je u potpunosti od aktivnosti osnovne radne jedinice distribucije i može se ekonomski potpuno odvojiti od momenta preuzimanja električne energije na prijenosnom naponu. U okviru svoje djelatnosti, ova jedinica provodi proširenu reprodukciju zajednički i koordinirano u okviru pogona vodeći računa o potrebama i stavovima potrošača na području na kojem djeluje, koji moraju da dođu do odgovarajućeg izražaja u tom pogledu. Prema tome, ekonomski položaj osnovne radne jedinice distribucije utvrđen je činjenicom, da električnu energiju kupuje na visokom naponu, a da razvod, predaja i proširena reprodukcija distributivne djelatnosti ostaje isključivo u nadležnosti i u okviru distribucije, što ovu upućuje na rentabilnije poslovanje, utvrđivanje takvih cijena energije, koje su odraz stvarnih troškova što ih potrošači na dotičnom području prouzrokuju, kao i na ekonomičnije i racionalnije investiranje u električnu mrežu.

U uvjetima odgovarajuće ekonomske samostalnosti osnovna radna jedinica distribucije, u okviru prodajne cijene potrošačima formira sredstva tekućeg i investicionog održavanja, amortizacije i dohodak, koji sadrži i sredstva potrebna za proširenu reprodukciju.

Samoupravljanje u osnovnoj radnoj jedinici distribucije ostvaruje se u njihovim organima radničkog samoupravljanja, analogno onom u radnim jedinicama proizvodnje i prijenosa.

c) Više radne jedinice u elektroprivredi — pogoni sa samostalnim obračunom

Više radne jedinice elektroprivrede treba da udruže međusobno povezane osnovne radne jedinice elektroprivrede određenog užeg područja, bez obzira da li će imati status pogona sa samostalnim obračunom* ili poduzeća, što među ostalim ovisi i od toga kakvu ćemo asocijaciju formirati za šire područje.

Veličina područja koju bi obuhvatile ove radne jedinice ovisna je o lokaciji i vrsti elektrana (hi-

---

* Naziv »pogon sa samostalnim obračunom« upotrebljava se ovdje s obzirom na današnji uobičajeni naziv za određene radne jedinice privredne organizacije s izvjesnim stepenom samostalnosti. Međutim, pogoni sa samostalnim obračunom u ovom slučaju bi bili bitno drugačijeg karaktera i statusa i odgovarali bi s obzirom na svoja prava i dužnosti u tehničkom, ekonomskom i samoupravnom pogledu današnjim elektroprivrednim proizvodnim poduzećima, štaviše bili bi u odnosu na njih više samostalni. Napominje se, da je proces integracije u našoj privredi i stvaranje većih poduzeća — kombinata — koji imaju svoje pogone ponekad i znatnije udaljene od centra, odnosno jedne od drugih — već nametnuo potrebu i nezavisno od ove situ-

droelektrana i termoelektrana), potrošačkih centara, konfiguraciji prijenosne mreže i saobraćajnim vezama, o stupnju razvoja elektroprivrede i potrošnji na tom području, kao i o potrebi da radni kolektivi što neposrednije učestvuju i odlučuju o problemima elektroprivrede i zajednički koordiniraju aktivnosti svih povezanih osnovnih radnih jedinica.

Formiranjem ovakvih viših radnih jedinica omogućava se, prema potrebi, provođenje direktnije i neposrednije dispečerske službe, jer se ona odvija na znatno manjem području negoli je područje koje treba da obuhvati viša asocijacija, što će svakako rezultirati poznavanjem lokalnih prilika proizvodnje i potrošnje, odnosno ekonomičnijim zahvatima u korištenju izvora i boljim zadovoljenjem potrošača.

U tehničkom pogledu udruživanje osnovnih radnih jedinica u ovakve više radne jedinice omogućava bolje i racionalnije održavanje postrojenja putem formiranja zajedničkih službi uzdržavanja kao što su: grupa za izvođenje remonta, grupa za uzdržavanje mjernih, zaštitnih i visokofrekventnih uređaja, centralni kemijski laboratorij, centralne pomoćne radionice i drugo. Formiranjem i iskorištavanjem zajedničkih službi uzdržavanja, osigurava se kvalitetnije izvođenje radova uzdržavanja, jer se koncentracijom odgovarajućih službi vrši i koncentracija i bolje korištenje tehničkih kadrova. A kvalitet uzdržavanja postrojenja u elektroprivredi ima mnogo veću važnost od uzdržavanja postrojenja u nekim drugim privrednim granama s obzirom da su sekundarne posljedice zastoja u elektroprivredi, tj. posljedice kod krajnjih potrošača, neuporedivo veće od onih primarnih, iako su i ove znatnije u poređenju s drugim privrednim granama zbog visoke vrijednosti i kompleksnosti postrojenja. Koncentraciju tehničkih kadrova omogućava istovremeno bolje iskorištavanje prednosti koje automatizirana proizvodnja pruža u pogledu mogućnosti djelomičnog angažiranja i upotrebe priučene radne snage.

Ekonomski položaj ovakve više radne jedinice u odnosu na osnovne radne jedinice s jedne strane i višu asocijaciju s druge strane utvrđen je time, da ova radna jedinica formira svoj ukupni prihod i dohodak, što joj osigurava određenu samostalnost. Ovo se osobito odnosi na sam dohodak koji se u potrebnim veličinama formira i raspoređuje na ovom nivou.

U ekonomskom pogledu formiranje ovakvih radnih jedinica omogućava poduzimanje zahvata u cilju sniženja troškova poslovanja udruženih osnovnih radnih jedinica, u prvom redu uspostavom odgovarajućih zajedničkih službi, čime se stvaraju mogućnosti za povećanje dohotka.

U okviru viših radnih jedinica može se formirati i zajednička nabavna, skladišna, knjigovodstvena, plansko-analitička i upravna služba, a kroz sve to kvalitetnije analize i informacije za potrebe organa samoupravljanja, i to ne samo organa samoupravljanja ove jedinice, nego i osnovnih radnih jedinica.

Višom radnom jedinicom upravlja organ radničkog samoupravljanja koji se formira od predstavnika radnih kolektiva osnovnih radnih jedinica i to tako da se broj predstavnika svake jedinice utvrđuje po određenim kriterijima, kao što su veličina osnovne radne jedinice (instaliranog kapaciteta), broj radnika i drugih, koji bi omogućavali da se toj jedinici dade ono mjesto u okviru tog organa, koji ona treba da ima s obzirom na njeno učešće i značaj.

Organ radničkog samoupravljanja više radne jedinice raspravlja pitanje i donosi odluke u okviru svog djelokruga rada i to:

utvrđuje ukupni prihod i dohodak na temelju cijene učina osnovnih radnih jedinica i vlastitih troškova upravljanja;
raspoređuje dohodak i čisti prihod i formira vlastite fondove;
utvrđuje prodajne cijene električne energije krajnjim potrošačima na osnovu jedinstvenog tarifnog sistema u suglasnosti s nadležnim organima;
utvrđuje plan razvoja i donosi odluku o upotrebi sredstava za proširenu reprodukciju distributivne mreže na području na kojem djeluje uz suradnju i suglasnost odgovarajućih organa, odnosno samih potrošača;
usklađuje programe uzdržavanja, rekonstrukcije i modernizacije postrojenja i mreže osnovnih radnih jedinica;
učestvuje u donošenju odluka o upotrebi namjenskih sredstava za proširenu reprodukciju u elektroprivredi za proizvodnju i prijenos u okviru više asocijacije (elektroprivrednog poduzeća);
brine se o izvršavanju remonta i uzdržavanju spremnosti postrojenja putem zajedničkih službi održavanja za svoje područje;
brine se o izgradnji i svrsishodnom iskorištenju rukovodnih i visokostručnih kadrova, posebno zajedničkim školovanjem i formiranjem službi za zajedničke poslove;
vrši dispečersku službu i ostale poslove zajedničke za osnovne radne jedinice ukoliko ih ne vrši viša asocijacija.

U pogledu udruživanja osnovnih radnih jedinica u višu radnu jedinicu postoje dvije mogućnosti i to:

1. da viša radna jedinica — pogon sa samostalnim obračunom — obuhvati sve osnovne radne jedinice proizvodnje, prijenosa i distribucije određenog užeg područja i

2. da jedna viša radna jedinica obuhvati osnovne radne jedinice proizvodnje i prenosa, a druga osnovne radne jedinice distribucije.

---

acije u elektroprivredi da se karakter i status pogona, kakove danas imamo, bitnije izmijeni i to u pravcu otvaranja mogućnosti za znatno elastičniju organizaciju i mnogo veću samostalnost pojedinih pogona, koja bi se, vjerojatno, trebala da manifestira i u statusu pravne osobe »sui generis« za takve pogone. Nema prema tome nikakve zapreke da se budućim novim Zakonom o elektroprivredi to ne sprovede upravo u ovoj privrednoj grani, razumije se zavisno i u skladu s njenim uslovima i potrebama. Zato je za nas sam naziv ovakvih radnih jedinica u elektroprivredi irelevantan, a bitno je kakav bi im karakter i položaj, odnosno prava i dužnosti trebalo dati.

d) Viša asocijacija proizvođača u elektroprivredi — elektroprivredno poduzeće

1. Za određivanje veličine područja koje treba da obuhvati viša asocijacija proizvođača u elektroprivredi ne postoje neka određena pravila.

Međutim, s obzirom na današnji stupanj našeg ekonomskog i društvenog razvitka, optimalna veličina ovakvih asocijacija ne može da bude ni suviše velika, ali ni suviše mala i razdrobljena. Ona mora davati mogućnost što punijeg i što neposrednijeg razvoja samoupravljanja u ovoj privrednoj grani, ali istovremeno i korištenje svih prednosti udruživanja, odnosno donošenja zajedničkih odluka i usklađenog funkcioniranja i daljnjeg razvoja.

Bez obzira kakve konkretne forme ovakva jedna asocijacija treba da poprimi, o čemu će biti riječi u nastavku, smatra se da se ona u današnjim prilikama u pravilu treba podudarati s teritorijem republike. U pravilu stoga, što se dopušta mogućnost izvjesnih odstupanja, i to u onim slučajevima ako ih i kada ih diktiraju određeni tehnološki i drugi razlozi.

U prilog ovakve organizacije govore u prvom redu oni razlozi koji su već izneseni u ekonomskom i tehnološkom dijelu ovog materijala. Presudan element pri tome je sam način formiranja cijene elektroenergiji, kao garanta odgovornosti u izgradnji i eksploataciji elektroprivrednih kapaciteta, koja iz određenih ekonomskih razloga ne može biti jedinstvena, ali isto tako ni suviše atomizirana, zatim potreba objedinjavanja i zajedničkog korištenja vlastitih sredstava ove privredne grane u cilju njenog daljnjeg razvoja, kao i drugi tamo navedeni razlozi (položaj rudnika, mogućnost iskorištenja starih centrala, dispečerska služba i sl.), što sve govori u prilog potrebe formiranja većih jedinica. Ovi su svi razlozi tamo detaljnije izneseni i obrazloženi, pa s obzirom da materijal predstavlja jednu cjelinu nema potrebe da se na ovom mjestu ponovo iznose.

Ovdje se detaljnije iznose samo oni drugi također relevantni elementi odnosno razlozi, o kojima je također nužno voditi računa kad se razmatra i odlučuje o tome koje bi i kakvo područje ovakva viša asocijacija u elektroprivredi trebala da pokriva.

Ti ostali razlozi su slijedeći:

a) Organizacija elektroprivrede isključivo po proizvodnim bazenima (kakva je kod nas već postojala s negativnim rezultatima), ne samo da je u načelu pogrešna, nego je i nestabilna, jer se izgradnjom novih energetskih izvora situacija mijenja, pa bi se u tom slučaju morala mijenjati i organizacija elektroprivrede koja bi se zasnivala na principu takvih bazena.

Proizvodnja električne energije nije sama sebi cilj, nego je osnovni zadatak elektroprivrede da snabdijeva električnom energijom određena područja koja su zaokružena u ekonomskom i upravnom smislu, uz optimalne tehničke, ekonomske i organizacione uslove. Zato i govorimo o elektroprivredi kao o jedinstvenoj privrednoj djelatnosti. Provedba ovog načela nailazila je, istina, u kapitalističkim zemljama na ogromne teškoće, ali nema nikakvog opravdanja da načelo racionalne organizacije, funkcioniranja i razvoja elektroprivrede ne bude provedeno u jednoj socijalističkoj zemlji, kao što je naša, i da se ne odvija usklađeno i planski po zaokruženim ekonomsko-upravnim područjima, kao što su to bez sumnje teritoriji naših socijalističkih republika.

Organizacija se stoga može provoditi isključivo po određenim zaokruženim regijama, pri čemu veća ili manja zaokruženost proizvodnih bazena može biti samo jedan od elemenata koje treba uzeti u obzir pri njihovom formiranju, ali nikako ne isključivi. Ovo stoga, što bi se i u čisto elektroprivrednom smislu regijom mogao smatrati jedino onaj uži dio teritorija zemlje, koji je električki tako povezan i kompletiran, da ne postoje neka značajna uska grla prijenosa električne energije među pojedinim mjestima ili područjima te regije, a koja je — s druge strane — s drugim dijelovima zemlje tako slabo povezana, da se iz ostalih dijelova može dobivati samo jedan mali dio potrebne energije, odnosno da se u te ostale dijelove zemlje može prenijeti samo jedan mali dio energije proizvedene u toj regiji. U svim ostalim slučajevima, dakle slučajevima postojanja jačih prijenosnih veza među pojedinim dijelovima zemlje, o regijama u elektroprivrednom smislu ne može se govoriti, što znači da kod formiranja takvih regija treba uvažavati sve one druge, vanelektroprivredne okolnosti i elemente o kojima treba voditi računa kod formiranja odnosno tretiranja privrednih regija općenito, odnosno da ta regija zavisi u krajnjoj liniji od politike i ciljeva koji se žele realizirati njenim formiranjem.

b) Potreban utjecaj republike u odnosu na ovu privrednu granu i vođenje određene politike s te strane u odnosu na poslovanje i ekonomiku ove privredne grane i njen daljnji razvoj teško je osigurati na zadovoljavajući način, ako se formiranju ovih viših asocijacija u elektroprivredi ne priđe uzimajući pri tome u obzir i potrošačko i upravno područje u okviru republike kao jedne zaokružene cjeline, unutar kojeg ona ima određene funkcije i odgovornosti u pogledu daljnjeg razvoja svog područja, kako to određuje novi Ustav*.

* 1) Ustav SFRJ: »Republika je državna socijalistička demokratska zajednica zasnovana na vlasti radnog naroda i samoupravljanju.
U republici radni narod ostvaruje društveno samoupravljanje, uređuje društvene odnose, usmjerava razvitak privrede i društvenih službi, osigurava ostvarivanje prava građana, ustavnosti i zakonitosti, i obavlja sve društvene poslove od zajedničkog interesa za politički, privredni i kulturni život i društveni razvitak u republici, osim onih poslova koji su ovim Ustavom utvrđeni kao prava i dužnosti federacije.
Prava i dužnosti republike utvrđuju se republičkim ustavom u skladu s načelima ovog Ustava« (Član 108).
2) Ustav SR Hrvatske: »Socijalistička Republika Hrvatska: . . . ; osigurava uvjete za što povoljniji privredni i društveni razvitak, kao i uvjete za jačanje socijalističkih društvenih odnosa; usmjerava i usklađuje razvoj privrede i drugih djelatnosti u Republici; . . .« (Član 160).

c) Činjenica je, da se danas kod nas energetska pitanja rješavaju na nivou mikroekonomike, a republika je — kao stabilna društveno-politička zajednica — bez sumnje prirodan put za dizanje tog nivoa. Centralna organizacija cijelom tom kompleksu pitanja i problema nije i neće biti još mnogo godina dorasla, jer centralno upravljanje nije ni moguće sprovesti, nego samo onda kada je broj problema koje treba rješavati malen.

Danas postoje razvijeni republički centri koji su u stanju, ne samo da u značajnoj mjeri doprinesu daljnjem razvitku i efikasnosti društvenog samoupravljanja, nego i da osiguraju znatno veću efikasnost od one koja se može očekivati iz jednog centra. Centar — kako to uostalom i iskustvo pokazuje — nije u stanju da rješava pitanja i probleme prilagođavanja raspoloživih energetskih kapaciteta i sredstava potrebama privrede. A i nezavisno od ovog iskustva, opće je poznato, da su decentralizirane odluke uvijek bliže samim problemima proizvodnje, i da stoga predstavljaju nosioce tehničkog i ekonomskog razvitka, dok su centralne odluke nužno nosioci koordinacije i usmjeravanja.

d) Sredstva udružene elektroprivrede ovakvog šireg područja predstavljaju znatne izvore za proširenu repodukciju ove grane, i zbog toga upotreba ovih sredstava treba da je vezana na zajedničke odluke u organima samoupravljanja ove više asocijacije.

Okupljanjem slobodnih financijskih sredstava u okviru ovakve asocijacije omogućava se formiranje vlastite financijske politike elektroprivrede, i sredstva se mogu upotrebiti onamo i za ono, gdje je to za elektroprivredu i privredu republike, kao i cijele zemlje, najracionalnije i najrentabilnije. Novi ekonomski odnosi omogućavaju pak sa svoje strane i stimuliraju na to, da ta sredstva ne moraju biti uložena na području na kome su stvorena, tj. da mogu biti uložena i na teritoriju drugih republika, ako je to ekonomičnije i svrsishodnije.

e) Pri svemu tome, treba imati u vidu da je jedan od osnovnih principa novog Ustava (koji nema razloga da se ne sprovede i na ovom području), da se republici ne oduzimaju one funkcije (razumijevajući tu svakako i one iz područja privrede) koje ona može s uspjehom samostalno ostvarivati, a da je federacija, naprotiv, pozvana da preuzima samo one, koji se u okviru pojedine republike ne mogu uspješno ostvariti, odnosno kad se njihovim povjeravanjem federaciji mogu bolje zaštititi i unaprijediti interesi radnih ljudi i naroda Jugoslavije. Ovo utoliko prije, što je opće poznato da nije zadovoljavala dosadašnja uloga republike u pogledu planskog usmjeravanja i utjecaja na privredni život i razvitak, i da su sredstva s kojima je ona raspolagala bila neuporedivo manja negoli njena politička odgovornost i funkcije koje su joj bile dodijeljene.

Potrebno je da se istakne, da stav u prilog ovakve organizacije, koja bi se u pravilu pokrivala s teritorijem republika, najmanje predstavlja neki »republički« stav u negativnom smislu, tj., stav koji bi vodio samo računa o problemima i potrebama svake pojedine republike zanemarujući probleme i potrebe zemlje u cjelini. Naprotiv, organizacija provedena na bazi ovakvog stava jedina je u stanju da u danoj situaciji osigura takav razvoj i funkcioniranje elektroprivrede, koji će biti u skladu s interesom cijele zemlje.

Ovo stoga, što će u buduće svaka od ovih viših asocijacija proizvođača u elektroprivredi za svoje postupke ekonomski odgovarati, i neće ih neodgovorno utapati u zamagljenim odnosima u zajedničkom jugoslavenskom obračunu. A poznato je, da su slabosti dosadašnjeg sistema u elektroprivredi bile korištene upravo s tih strana, i da je u toj elektroprivredi uglavnom samo na papiru, egzistirao jedinstveni jugoslavenski elektroprivredni sistem, dok je u stvari postojao samo sistem ovakvih ili onakvih kompromisa pojedinih republika odnosno njihovih elektroprivrednih zajednica.

S druge strane, zajedničko i jedinstveno vršenje određenih funkcija i poslova, kako se u ovom materijalu predlaže, garantira u sasvim dovoljnoj mjeri nesmetano i usklađeno funkcioniranje sistema u cjelini, i osigurava da se na nivou federacije rješavaju sva ona (ali samo ona) pitanja i problemi, koje na nižim nivoima nije moguće svrsishodno i uspješno rješavati.

2. Samo pitanje kakvu bi formu viša asocijacija u elektroprivredi trebala da poprimi je od drugostepenog interesa.

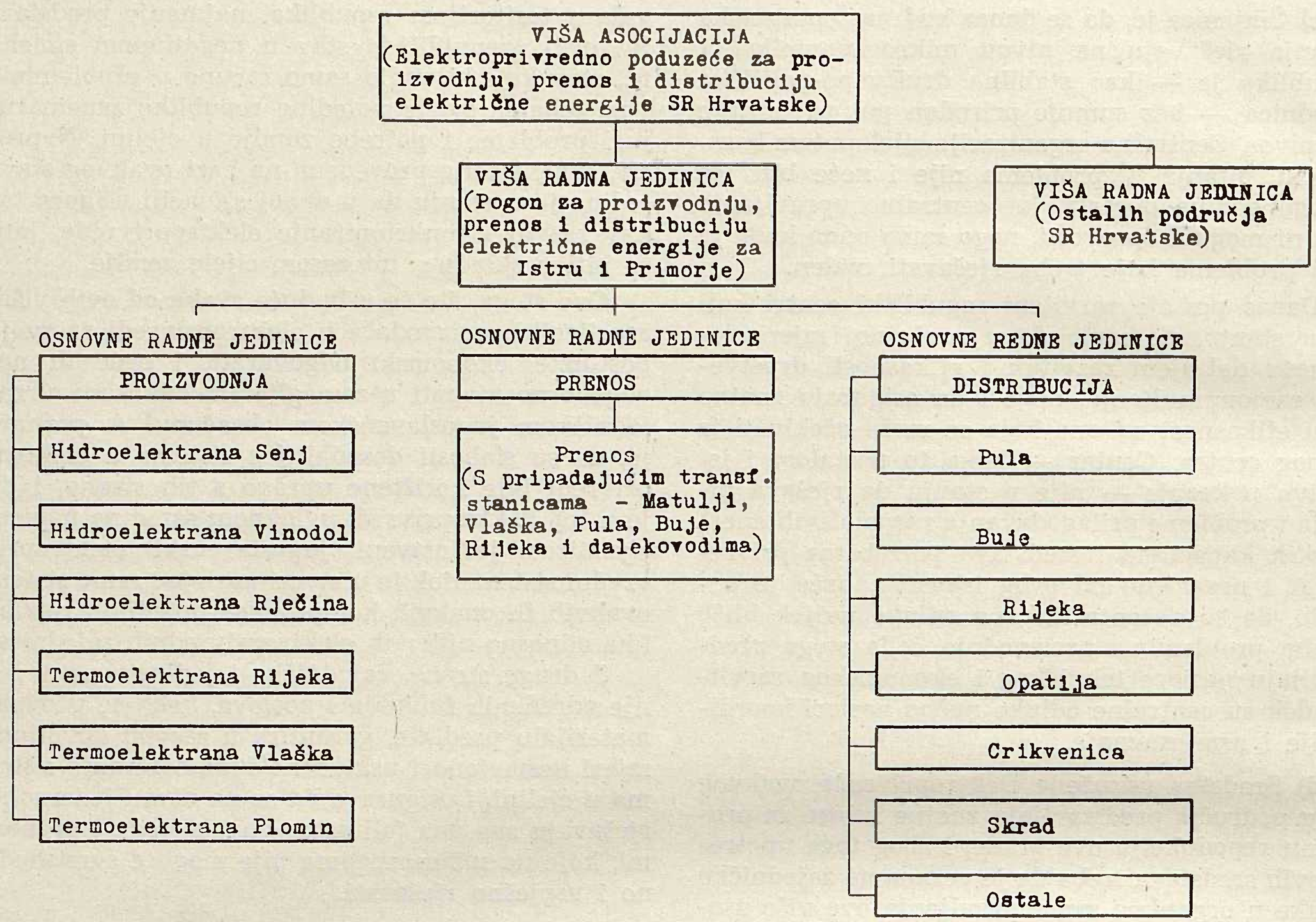
Ona bi na svaki način trebala da vrši niz određenih zajedničkih poslova i osnovno je da se to osigura, a da li će ta asocijacija poprimiti formu poduzeća ili zajednice poduzeća je u krajnjoj liniji irelevantno.

U prvom slučaju predviđene više radne jedinice na određenim užim područjima bile bi pogoni sa samostalnim obračunom. U drugom to bi bila poduzeća.

Međutim, naše je mišljenje, da asocijacija na nivou republike, s funkcijama kako se u ovom materijalu predviđaju (a njih bi ovoj asocijaciji — kako je već rečeno — svakako trebalo pridržati) ima sve bitne karakteristike jednog poduzeća, tj. zajednički učin, zajedničku realizaciju i zajedničku proširenu reprodukciju, dok naprotiv druge radne jedinice te karakteristike nemaju i neće ih zadobiti pa ma kako ih nazvali.

Ako se ovo ima u vidu, a želi se istovremeno respektirati i položaj i funkcije radne organizacije kako ih zacrtava novi Ustav, pitanje je da li bi bilo moguće uspostaviti zajednicu sa svim njenim funkcijama, koje ona mora da ima, ukoliko se želi da se osigura onakvo funkcioniranje i razvoj kako su zamišljeni u ovom elaboratu. Obrnuto, predstavljalo bi samo verbalno priznavanje statusa poduzeća jedinicama koje to nisu i oduzimanje takvog statusa zajednicama koje su po svemu to i danas.

Zbog toga se i predlaže da ove asocijacije imaju status poduzeća.



Sl. 1. Prikaz organizacije — Osnovne radne jedinice proizvodnje, prijenosa i distribucije udružene u višu radnu jedinicu — pogon

S druge strane, dozvoljava se da može biti razloga da se ne posvećuje tolika pažnja samim ovim elementima, nego da se konkretne forme organizacije prilagode više praktičnim potrebama i okolnostima. S te strane, organizacija u obliku zajednica ima izvjesnih prednosti, naročito s obzirom na zatečeno stanje. Ovo utoliko prije, što će ovakva ili onakva forma organizacije sa svoje strane imati također ne malog utjecaja na stvaran razvoj odnosa unutar jedne takve više asocijacije, posebno u oblasti samoupravljanja.

3. Viša asocijacija republičke elektroprivrede imala bi svoje organe samoupravljanja, i to društvenog samoupravljanja, u kojima bi (za razliku od organa samoupravljanja u drugim radnim jedinicama elektroprivrede, a iz razloga koji su naprijed izneseni) trebale biti zastupane zainteresirane privredne organizacije, u prvom redu veliki potrošači i ostala privreda.

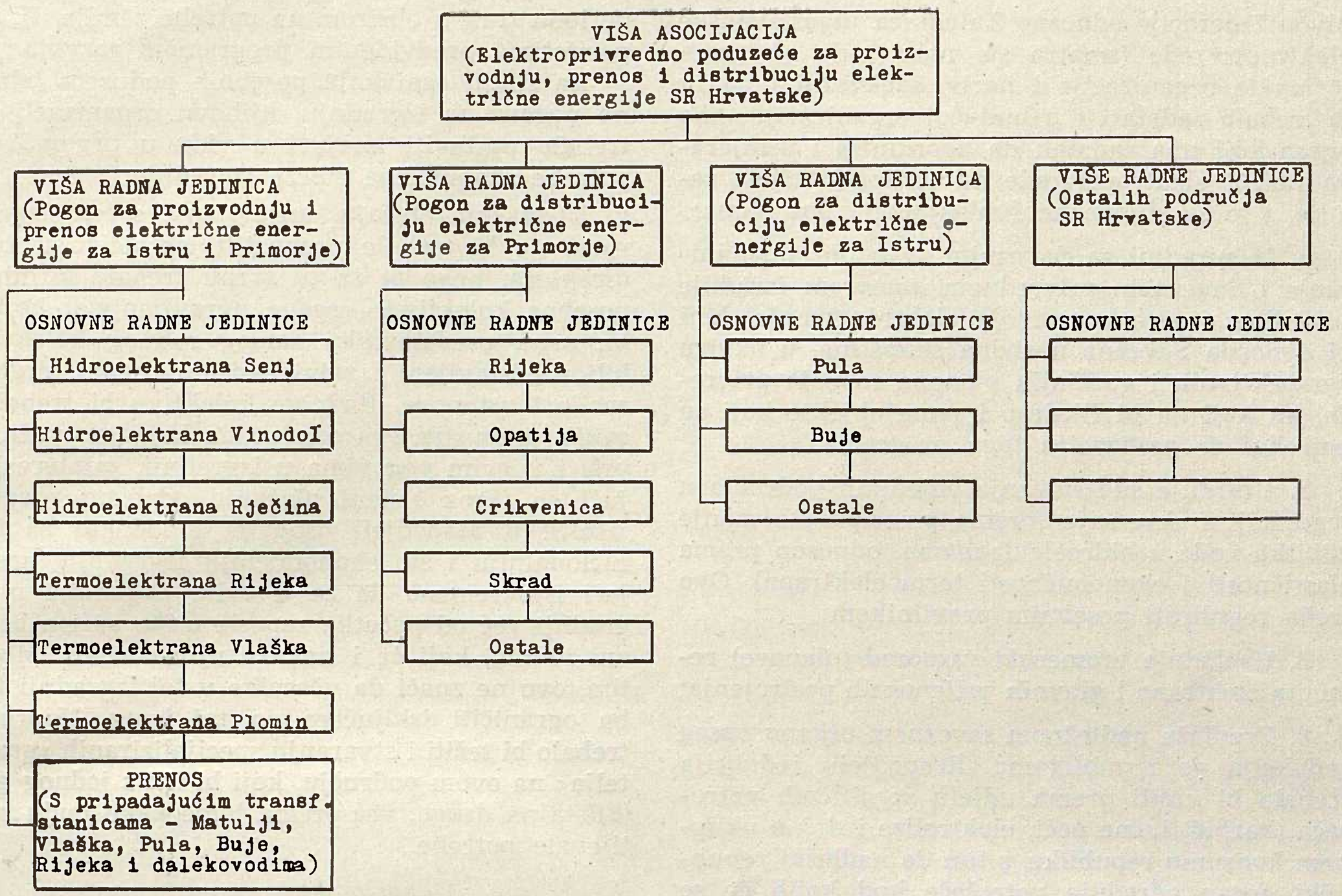
Na svaki način broj ovih predstavnika trebalo bi odrediti tako, da ni na koji način oni ne budu u stanju da vode odlučujuću riječ u organu upravljanja, a trebalo bi također statutom odnosne organizacije precizirati o kojim pitanjima oni ne bi imali pravo odlučivanja, vodeći pri tome računa o odgovarajućim ustavnim odredbama u tom pogledu (po odredbama Ustava to su pitanja organizacije rada i raspodjele dohotka).

Drugo je pitanje samog izbora zainteresiranih organizacija i predstavnika tih organizacija i društvene zajednice u organe samoupravljanja odnosno pitanje sastava tih organa, koji bi trebao da osigura da se njihovo učešće u tim organima ne svede samo na simboliku naročito s obzirom na neka dosadašnja iskustva, a još manje da bude eventualna zapreka za njene tehnički i ekonomski najsvrsishodnije funkcioniranje i daljnji razvoj, uslijed ovakvih ili onakvih uskih interesa.

Republika bi trebala da ima određene ingerencije i u pogledu postavljanja glavnog direktora ove više asocijacije, bilo na taj način što bi ga odgovarajući njen organ (Izvršno vijeće) postavljao ili samo učestvovao u njegovom izboru, jednako kao i u pogledu potvrde statuta i nekih drugih općih akata ove organizacije za koje to propisima bude predviđeno.

U okviru ustupljenih prava i sredstava, organ samoupravljanja ove više asocijacije bi trebao da — kao reprezentant zajedničkih interesa udruženih radnih jedinica — odlučuje o slijedećim pitanjima i problemima koje treba isključivo zajednički rješavati bez obzira kakav će status ova viša asocijacija imati:

da utvrđuje i donosi plan proizvodnje i prodaje električne energije na osnovu saveznog i republičkog društvenog plana u suglasnosti s odgovarajućim višim asocijacijama elektroprivrede drugih republika;



Sl. 2. Prikaz organizacije — Radne jedinice proizvodnje i prijenosa udružene u jednu, radne jedinice distribucije u drugu višu radnu jedinicu — pogon

da utvrđuje prodajnu cijenu električne energije na visokom naponu uz odobrenje republičkih organa;

da vrši razmjenu električne energije među republikama;

da utvrđuje individualne cijene učina radnih jedinica elektroprivrede;

da formira i raspoređuje dohodak i čisti prihod asocijacije, i u okviru raspodjele čistog prihoda da formira svoje fondove, a posebno za pokriće rizika uslijed nepovoljnih hidroloških prilika;

da utvrđuje program izgradnje novih objekata u skladu s planom razvoja elektroprivrede, i donosi odluke o upotrebi sredstava za proširenu reprodukciju, koja se namjenski formiraju u osnovnim radnim jedinicama;

da vrši dispečersku službu za cijelu republiku i da organizira neophodne zajedničke službe i ostale zajedničke poslove.

Kako bi izgledala konkretna organizacija prema ovom prijedlogu vidi se na slikama 1 i 2 na na kojima je dan prikaz organizacije na području Hrvatskog Primorja i Istre, ne prejudicirajući time i buduću stvarnu organizaciju na tom području.

4. U slučaju postojanja ovakvih viših asocijacija republičke elektroprivrede, s odgovarajućim ekonomskim odnosima kakve bi među njima trebalo uspostaviti, i koji su obrađeni u ekonomskom dijelu elaborata, jednostavnije i uspješnije bi se mogla rješavati pitanja organizacije u slučajevima postojanja tješnje tehnološke povezanosti između pojedinih radnih jedinica elektroprivrede smještenih na teritoriju dviju ili više republika.

Naime, ako radne jedinice ne mogu biti djelomično između odgovarajućih viših asocijacija dviju ili više graničnih republika, zbog toga što ne mogu odvojeno funkcionirati, onda bi se zainteresirane elektroprivredne organizacije trebale sporazumijevati kome će takve jedinice pripasti. Ako se one ne sporazume, te radne jedinice bi bile — bez obzira na kojem se području nalaze — u sastavu one više asocijacije odnosno one više radne jedinice elektroprivrede, na čijem području je uložen veći dio sredstava za njihovu izgradnju (bez obzira tko je ta sredstva uložio), uzimajući pri tome u obzir i ostale važne elemente za normalno funkcioniranje radne jedinice, ako su oni na jednom području osigurani a na drugom nisu.

Podjela proizvodnje i troškova poslovanja i dohotka u ovakvim slučajevima vršila bi se na način kako je predloženo u dijelu »Odnosi između viših asocijacija elektroprivrede — elektroprivrednih poduzeća«.

e) Zajednica jugoslavenske elektroprivrede

U okviru izložene organizacije elektroprivrede svoje odgovarajuće mjesto ima i asocijacija na

nivou federacije odnosno Zajednica jugoslavenske elektroprivrede (smatra se, naime, da su sama forma te organizacije i naziv adekvatni i da bi ih trebalo zadržati i u budućoj organizaciji), kao organ koji ima zadatak da koordinira i usmjerava razvoj elektroprivrede na teritoriju cijele zemlje, i to sa slijedećim funkcijama i poslovima:

1. U suradnji sa Saveznim zavodom za planiranje i Saveznom privrednom komorom izrađuje prijedlog programa razvoja elektroprivrede, koji bi donosila Savezna narodna skupština, u okviru perspektivnih i godišnjih planova razvoja privrede, ali koji ne bi fiksirao i same objekte koji su potrebni za realizaciju toga programa;

2. Utvrđuje sudjelovanje pojedinih područja u regulaciji frekvencije (prema principu što manje gubitka vode u hidroelektranama, odnosno prema elastičnosti i ekonomičnosti termoelektrana). Ovo treba regulirati posebnim pravilnikom;

3. Usklađuje vremenski raspored (planove) remonta elektrana i glavnih prijenosnih postrojenja;

4. Predlaže nadležnom saveznom organu opseg redukcija po republikama. Raspodjelu redukcija trebalo bi vršiti prema udjelu specifičnih potrošača (karbid, lučne peći, elektrolize i dr.) u ukupnom konzumu republike, s tim da nadležni republički organ određuje potrošače kod kojih će se provesti redukcija;

5. Određuje smjernice korištenja većih akumulacija;

6. Usklađuje razmjenu električne energije i održavanje napona među područnim elektroprivrednim organizacijama, ako ove ne postignu suglasnost u direktnim kontaktima;

7. Prikuplja podatke o neiskorištenim kapacitetima u svrhu razmjene među područjima;

8. Vodi evidenciju o proizvodnji, opterećenjima, međurepubličkoj razmjeni i razmjeni s inozemstvom;

9. Predstavlja jugoslavensku elektroprivredu u inozemstvu i vrši poslove uvoza i izvoza električne energije, na principima koji su navedeni u poglavlju »Odnosi između viših asocijacija elektroprivrede (elektroprivrednih poduzeća)«;

10. Proučava principe tarifiranja električne energije i predlaže nadležnim organima donošenje odgovarajućih smjernica, i

11. Predlaže nadležnim organima donošenje tehničkih propisa i jugoslavenskih standarda.

C. Izgradnja u elektroprivredi

Sredstva za izgradnju novih elektroprivrednih kapaciteta trebalo bi davati isključivo elektroprivrednim organizacijama (razumijevajući ovdje sve organizacije u elektroprivredi koje imaju samostalan status), i to onima koje pružaju optimalne uslove i najbolje garancije za tu izgradnju, razumljivo u skladu s onim što se u određenom periodu traži s obzirom na potrebe zemlje, tj. kapacitetima predviđenim programom razvoja.

Za slučaj osnivanja posebnih poduzeća odnosno pogona za izgradnju, njihovu organizaciju bi trebalo postaviti imajući u vidu u prvom redu potrebe ekonomične i brze izgradnje.

U svakom slučaju, upravljanje s tom izgradnjom ne bi trebalo prepustiti isključivo u ruke direktora, nego bi za tu svrhu trebalo formirati posebne kolektivne organe upravljanja u kojima bi, osim predstavnika samog radnog kolektiva, bili predstavljeni i zainteresirani organi, organizacije i ustanove. Radnom kolektivu bi trebalo i ovdje prepustiti sva ona prava koja on može da vrši i u ovim pogonima u izgradnji, zainteresirajući se (kroz sistem plaćanja odnosno njegovo učešće u raspodjeli osobnih dohodaka) za što racionalniju i što ekonomičniju izgradnju, nastojeći istovremeno da se u ovim pogonima u izgradnji već od početka zaposle u što većem broju oni radnici koji će i sutra u njima ostati. Međutim, ovo ne znači da učesnike u toj izgradnji treba ograničiti isključivo na taj krug. Naprotiv, trebalo bi težiti i stvaranju specijaliziranih »graditelja« na ovom području, koji bi išli s jednog gradilišta na drugo, već prema tome kako budu zahtijevale potrebe.

D. Odnosi s ostalom privredom

Što se tiče međusobnih odnosa i suradnje elektroprivrede i ostale privrede, osim već spomenute obavezne zastupanosti privrede u organima samoupravljanja određenim asocijacijama elektroprivrede, pojedine elektroprivredne organizacije trebale bi da budu učlanjene u odgovarajuće privredne komore (kotarske, republičke i Saveznu privrednu komoru), u okviru kojih bi imale pravo odnosno mogućnost da sudjeluju u organima upravljanja tim komorama odnosno drugim njihovim radnim tijelima, čime bi se također osigurao odgovarajući potreban i međuzavisan kontakt i utjecaj, tj. utjecaj komora na poslovanje i daljnji razvoj elektroprivrede i obratno.

Smatra se, da bi u organu upravljanja republičke privredne banke trebala biti zastupana i elektroprivreda.

Zaključne napomene

Pri razmatranju ekonomskih odnosa u elektroprivredi i na području proširene reprodukcije, pokušalo se voditi računa o slijedećem:

1. O racionalizaciji proizvodnje i investiranja u elektroprivredi, da se dugoročno osigurava što niža prosječna cijena električne energije, ali takva cijena koja uključuje u sebi i razvoj, tj. sredstva ne samo za jednostavnu, već i proširenu reprodukciju;

2. O racionalizaciji potrošnje električne energije i utjecaju na racionalan razvoj proizvodnje;

3. O ulozi elektroprivrede u jačanju razvojnog potencijala zemlje u ukupnoj energetskoj politi-

ci, u iskorištenju njezinih prirodnih izvora, u uspješnom uključivanju u međunarodnu podjelu rada i razmjenu, i

4. O povezanosti tehnologije, ekonomije, te organizacije i samoupravljanja i njihovom takvom postavljanju da se omogući i stimulira što veća efikasnost i razvoj elektroprivrede, te razvoj društvenih odnosa.

U tom smislu ističe se problem deetatizacije grane kroz samoupravljanje proizvođača i dijelom potrošača, zatim formiranje cijena i raspodjela koja će tome odgovarati.

Potrebno je naglasiti da ovaj pokušaj sagledavanja ekonomskih odnosa i posebno proširene reprodukcije u elektroprivredi u vezi s našim društvenim odnosima i potrebom efikasnijeg privređivanja polazi od mišljenja da je elektroprivreda po nivou tehničkog razvoja i međuzavisnosti baš grana u kojoj se može najprije izvršiti deetatizacija privrede i neposrednije povezati radničko i društveno samoupravljanje.

Da bi se mogle konkretnije i detaljnije sagledati sve posljedice ovakvog prijedloga, potrebno je prije donošenja konkretnih odluka (vrste i dimenzije instrumenata raspodjele, te cijene) izvršiti daljnja istraživanja i provjeravanja kako kvantitativno-ekonomski, tako i društveno, u stavovima i odnosima proizvođača koji će iz toga rezultirati.

Naslovi pisaca: Simo Cvjetičanin, dr Frano Čučuković, dipl. prav. i ekon., prof. Drago Gorupić, dipl. ekon., Franjo Kovač, dipl. ekon., Ivan Medvedec, dipl. ekon., Zvonimir Milonja, dipl. ekon., prof. dr ing. Hrvoje Požar — Zagreb

SEDMO STRUČNO SAVJETOVANJE ELEKTROENERGETIČARA

I. Program i organizacija

Od 27. septembra do 3. oktobra 1964. održano je na Bledu sedmo stručno Savjetovanje elektroenergetičara, koje je organizirao Jugoslavenski Nacionalni Komitet CIGRÉ.

Program rada ovog Savjetovanja sadržavao je radni dio u toku kojeg su prodiskutirani ranije podijeljeni referati u stručnim sekcijama, stručne ekskurzije u toku i na kraju radnog dijela, te godišnju skupštinu Jugoslavenskog Nacionalnog Komiteta CIGRE.

Svečano otvorenje Savjetovanja održano je u prisutnosti predstavnika republičke uprave i komune, privrednih organizacija, fakulteta, instituta i velikog broja učesnika, 27. septembra u 18 sati u Festivalskoj dvorani na Bledu. U ime državnog sekretara za industriju Saveznog Izvršnog Vijeća Filipa Bajkovića Savjetovanje je pozdravio sekretar za industriju I. S Slovenije drug Drago Dolinšek. Savjetovanje su također pozdravili Radivoje Marković, dipl. inž., generalni direktor Zajednice jugoslavenskih elektroprivrednih poduzeća, prof. Mirjan Gruden, predsjednik Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Slovenije. Od strane domaćina, komune Radovljica — Bled, Savjetovanje je pozdravio potpredsjednik Ferdo Dem. Poslije svečanog otvaranja priredio je Jugoslavenski Nacionalni Komitet CIGRÉ za sve uzvanike prijem.

Radni dio Savjetovanja održan je u okviru stručnih sekcija 28, 29. i 30. septembra prije i poslije podne u dvoranama zgrade Festivalne Sale i Gozdnog gospodarstva. U toku radnog dijela priredio je organizacioni odbor 28. septembra na večer umjetnički program uz sudjelovanje ljubljanske opere. Na večer 30. septembra priredila je za učesnike prijem sa zakuskom Elektroprivreda Slovenije.

U toku Savjetovanja održana je 1. oktobra za učesnike stručna ekskurzija, u toku koje je razgledana brana HE Moste, novi pogoni Željezarne Jesenice, muzej NOV i spomenik taocima u Begunju, te planinarski dom u dolini Draga. Po završetku Savjetovanja organizirane su 2. i 3. oktobra posebnim autobusima dvije ekskurzije u toku kojih su razgledana razna elektroenergetska postrojenja i prirodne ljepote Slovenije. Jedna ekskurzija krenula je poslije podne 2. oktobra iz Bleda u Velenje, gdje su razgledani Novo Velenje i TE Šoštanj. Drugi dan razgledane su elektrane na Dravi Ožbalt i Fala, kao i gradilišta Srednja Drava. Tom prilikom dan je iscrpan prikaz i tumačenje novih hidroenergetskih projekata na Dravi. Druga ekskurzija krenula je iz Bleda 3. oktobra ujutro preko Kranjske Gore i Vršiča u Bovec da razgleda branu HE Trnovo, a odavle preko Tolmina, Mosta na Soči, Nove Gorice i Postojne u Ljubljanu, razgledavši HE Doblar i Plave. Na ovim ekskurzijama priredili su učesnicima vrlo srdačan prijem i gostoprimstvo poduzeća TE Soštanj, Savske, Dravske i Soške hidroelektrane. Uz ove ekskurzije priredio je organizacioni odbor za pratioce učesnika poludnevne izlete u Bohinj i Vogel, Vintgar i Blejski grad, te na Pokljuku.

U svom stručnom radu Jugoslavenski Nacionalni Komitet CIGRÉ oslanja se na program i način organizacije rada Međunarodne organizacije za velike električne mreže (Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques — skraćeno CIGRÉ), te djeluje kao ogranak ove organizacije u našoj zemlji u okviru Saveza mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Jugoslavije. Po uzoru na međunarodna zasjedanja CIGRÉ u Parizu, koja se održavaju svake druge godine, JUNAKO CIGRÉ održava u nacionalnom okviru svake druge godine savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije. Ovo savjetovanje, sedmo po redu, nije značajno samo po velikom broju učesnika i referata, nego i po kvalitetu referata i visokom stručnom nivou diskusija. Od svog osnivanja (Osnivačka skupština, 3. XII 1951. u Zagrebu) Jugoslavenski Nacionalni Komitet CIGRÉ održao je slijedeća Savjetovanja elektroenergetičara:

Savjetovanje	Mjesto	Godina	Broj	
			učesnika	referata
prvo	Ljubljana	1953	100	19
drugo	Sarajevo	1954	135	23
treće	Niška Banja	1956	205	35
četvrto	Opatija	1958	253	30
peto	Ohrid	1960	291	46
šesto	Budva	1962	350	77
sedmo	Bled	1964	550	93

Kako se vidi, ovo sedmo Savjetovanje, koje se nakon jedanaest godina ponovo održava u Sloveniji, pokazuje daljnji porast učesnika i broja referata.

Kako je ranije navedeno, program i organizacija JUNAKO CIGRÉ oslanja se na onaj međunarodne organizacije CIGRÉ, pa je iz tog razloga rad organiziran preko stručnih sekcija i studijskih komiteta. Međutim iz aspekta stanja razvoja elektroenergetike u Jugoslaviji modificiran je program CIGRÉ našim specifičnim uslovima. Međunarodna organizacija CIGRÉ svrstala je problematiku u četiri sekcije i to: *proizvodnja, transformacija i prekidanje električne struje; konstrukcija, izolacija i održavanje zračnih i podzemnih vodova; eksploatacija i interkoneksija mreža i napona iznad 220 kV* s odgovarajućim brojem stručnih grupa u svakoj sekciji, dok je program JUNAKO CIGRÉ obuhvaćen u sedam stručnih sekcija i to:

Prva sekcija: *Električna oprema, s grupama:*
Grupa 11 — Generatori,
Grupa 12 — Transformatori,
Grupa 13 — Aparature i
Grupa 14 — Izolacioni materijali;

Druga sekcija: *Električna postrojenja;*

Treća sekcija: *Vodovi;*

Četvrta sekcija: *Električne mreže;*

Peta sekcija: *Telekomunikacije;*

Šesta sekcija: *Naponi iznad 110 kV;*

Sedma sekcija: *Ekonomska pitanja elektroenergetike.*

Jugoslavenski Nacionalni Komitet CIGRÉ smatrao je također korisnim, da u skladu s međunarodnim studijskim komitetima osnuje odgovarajuće studijske komitete u nacionalnom okviru. Studijski komiteti u okviru CIGRÉ su grupe najeminentnijih eksperata, koji na svojim sastancima, putem pismenih elaborata i diskusije, razmatraju razvoj i dostignuća iz pojedinih užih specijalnih područja, te putem izvještaja o tome obavještavaju široki krug stručnjaka, dajući svoje prijedloge za daljnje unapređenje i proučavanje. Studijski komiteti se osnivaju u okviru i na inicijativu pojedinih sekcija, na njihovim plenarnim sastancima u toku Savjetovanja, te se tamo podnose i usvajaju izvještaji. U okviru međunarodne organizacije CIGRÉ do sada je osnovano devetnaest međunarodnih studijskih komiteta, dok su u okviru Jugoslavenskog Nacionalnog Komiteta do sada osnovana tri i to u okviru:

IV sekcije — *Studijski komitet za zaštitu i releje,*
V sekcije — *Studijski komitet za perturbacije i smetnje, i*
VI sekcije — *Studijski komitet za jugoslavenske mreže najviših napona.*

II. Rad stručnih sekcija

Na sedmom Savjetovanju elektroenergetičara na Bledu, kako je uvodno navedeno, predložena su za diskusiju 93 referata. Ovi referati su bili raspoređeni u sedam stručnih sekcija, gdje su na osnovu referata i diskusija doneseni zaključci u formi preporuka, u cilju daljnjeg unapređenja rada u odgovarajućim upravnim, privrednim i naučnim organizacijama, te s pojedinim stručnjacima.

Rad na plenarnim sastancima sekcija, na kojima prisustvuju svi učesnici zainteresirani za tu problematiku, odvijao se u skladu sa procedurom na međunarodnim zasjedanjima. Predsjednik otvara rad kratkim uvodom u problematiku sekcije. Zatim stručni izvjestilac daje svoj izvještaj kojim predlaže teme za diskusiju na osnovu materijala iz referata, te grupira referate po pojedinim temama, postavljajući i pitanja koja smatra da treba u diskusiji razmatrati (izvještaji stručnih izvjestilaca dostavljeni su učesnicima s referatima prije Savjetovanja). Na kraju diskusije o pojedinim temama stručni izvjestilac predlaže zaključke i teme koje treba obraditi u referatima za iduće Savjetovanje.

Prije prelaska na iznošenje zaključaka o stručnim pitanjima donesenim u pojedinim sekcijama, daju se neki opći zaključci koji su prihvaćeni na završnom plenarnom sastanku Savjetovanja, održanom 2. oktobra prije podne i to:

1. REFERATI I INFORMACIJE

Diskutirajući o materijalima koji se kao referati raspravljaju na Savjetovanjima na plenarnom sastanku prve sekcije je utvrđeno, da postoji uočljiva razlika i to u tome što jedni predstavljaju originalne stručne i naučne radove autora s vlastitim doprinosom tehnici i nauci, dok su drugi dragocjene informacije iz prakse i interesantne novosti o tehničkim dostignućima u zemlji i inostranstvu. Kako bi materijali koji se podnose kao referati na Savjetovanjima morali biti adekvatni samostalnom radu i trebali predstavljati od-

ređenu afirmaciju autora, to se prema tome svi materijali podneseni za Savjetovanje ne bi mogli prihvatiti kao referati. Međutim, utvrđeno je također da su i ostali materijali dragocjen doprinos za rad sekcija, pa se predlaže da se pismeni prilozi za iduća Savjetovanja podijele na: *a)* referate i *b)* informacije.

Ovaj prijedlog je prihvaćen time, da će klasifikaciju rukopisa vršiti sekcija na prijedlog stručnih recenzenata. Na taj se način očekuje da će se stimulirati stručnjaci iz prakse i mlađi kadrovi u dostavljanju svojih pismenih doprinosa.

2. INTEGRACIJA PROIZVODNJE I ISTRAŽIVANJA

Utvrđeno je da unatoč sugestijama s prošlih Savjetovanja i nadalje postoji nesređeno stanje u pogledu raspodjele asortimana, suradnje među proizvođačima električne opreme i koordinacije naučno-istraživačkog rada.

Iz toga je razloga prihvaćen prijedlog prve sekcije, da se putem Savezne privredne komore preporuči elektroindustriji, koja proizvodi opremu za elektroenergetska postrojenja, da brže ostvari integraciona kretanja u cilju racionalnije proizvodnje i uspješnijeg naučno-istraživačkog i razvojnog rada. Ovo je tim akutnije s obzirom na potrebna visoka ulaganja na današnju modernu opremu velikih energetskih postrojenja i na skupocjene laboratorijske uređaje za ispitivanja sa visokim naponima i velikim snagama.

Prva sekcija — ELEKTRIČNA OPREMA

Radom ove sekcije rukovodili su predsjednik prof. Antun Dolenc, dipl. inž. Zagreb i stručni izvjestioci prof. dr inž. Berislav Jurković, Zagreb (za grupu 11), Velimir Cihlar, dipl. inž. (za grupu 12), Boris Belin, dipl. inž. (za grupu 13), Vladimir Bek, dipl. inž. (za grupu 14) svi iz Zagreba.

Na ovom Savjetovanju odsutnog stručnog izvjestioca grupe 11 prof. dra inž. Tomu Bosanca zamijenio je prof. dr inž. Berislav Jurković. Na sekciji iznesena su 23 referata, te su na osnovu diskusije u pojedinim grupama, koje su održale sastanke 28. IX prije podne i 29. IX poslije podne, doneseni zaključci i preporuke. Svim sastancima grupe rukovodio je predsjednik sekcije i stručni izvjestilac grupe.

Grupa 11 — Generatori

Na diskusiji u ovoj grupi izneseno je osam referata i to:

Br. 11—1 *Turbogeneratori hlađeni vodonikom* — autor Radmilo Ivanković, dipl. inž., TE Kolubara

Br. 11—2 *Karakteristike velikih turbogeneratora i zahtjevi sistema za pobuđivanje* — autori Velimir Nikolić, dipl. inž. i Milan Čalović, dipl. inž., Beograd

Br. 11—3 *Samosinhronizacija u pogonu elektrana* — autor Ožbolt Gros, dipl. inž., Ljubljana

Br. 11—4 *Novi način hlađenja i korisnog turbogeneratora* — autor Radenko Wolf, prof. dr dipl. inž. Zagreb

Br. 11—5 *Uzbuda generatora ispravljačima* — autor Božidar Frančić, dipl. inž., Zagreb

Br. 11—6 *Konstrukcija turbogeneratora hlađenih vodikom* — autor Zvonko Sirotić, dipl. inž., Zagreb

Br. 11—7 *O tehničkom uravnotežavanju rotora turbogeneratora* — autori Vladimir Jarić, dipl. inž. Predoje Zubović, dipl. inž., Zagreb

Br. 11—10 *Vanjsko upuštanje turbogeneratora u rad faznog kompenzatora* — autor Muhamed Tafro, Sarajevo

Na osnovu navedenih referata stručni izvjestilac je predložio u svom izvještaju da se diskutira problematika o niže navedenim temama i to:

1. Problemi korisnosti turbogeneratora hlađenih vodikom i izbor njihovih parametara (ref. br. 11—2, 14—4).
2. Konstruktivni i mehanički problemi turbogeneratora hlađenih vodikom (ref. br. 11—6, 11—7).
3. Problemi eksploatacije velikih generatora (ref. br. 11—1, 11—3 i 11—10).
4. Problemi uzbude velikih generatora (ref. br. 11—2, 11—5).

Na osnovu diskusije o ovim temama doneseni su slijedeći zaključci i preporuke:

1. Naša se zemlja nalazi neposredno pred uvođenjem prvih krupnih turboagregata, čemu će slijediti daljnji razvoj mreže krupnim jedinicama. To će u cijelosti izmijeniti prilike u energetskom sistemu te naša buduća nastojanja moraju biti usmjerena u pravcu izbora onakvih parametara strojeva, koji će doprinijeti najpovoljnijim karakteristikama sistema. Na osnovu referata i diskusije ovogodišnje savjetovanje je pokazalo da je potrebno s najvećom pažnjom obraditi ove veličine i odnose kod velikih turbogeneratora:

a) kratkospojni omjer i sinhrona reaktancija,
b) nazivni faktor snage, posebno s obzirom na ekonomski prijenos jalove snage na daljinu,
c) subtranzientna i tranzientna reaktancija,
d) korisnost generatora, posebno u vezi sa cijenom čitavog postrojenja i ekonomičnosti izgradnje,
e) specifična opterećenja generatora u svjetlu vrijednosti korisnosti i cijene kWh, posebno u vezi s izborom novih sistema hlađenja,
f) vremenska konstanta stroja u vezi s pitanjem regulacije uzbude i
g) konstanta tromosti u vezi s pitanjima stabilnosti.

Kako referati, tako i diskusija ovogodišnjeg savjetovanja pokazali su pravac daljnjih istraživanja.

Zaključuje se da se osnuje studijski komitet za gornja pitanja od 6 do 10 članova sa zadatkom da izradi prijedloge u pogledu normativnih preporuka za izbor pojedinih parametara u sistemu.

2. Savjetovanje je uočilo vrlo široki i mnogostruki razvoj uzbudnih sistema u svijetu koji je tim širi čim je veća primjena krupnih jedinica, bilo turboagregata bilo hidroagregata. Kod primjene na naše prilike ovom pitanju treba posvetiti najveću pažnju, pogotovo zbog toga što svjetske tendencije razvoja na tom području nisu jednoznačne, a niti sasvim raščišćene. To posebno vrijedi u pogledu osnovnog stava prema potrebnoj brzini uzbude u vezi sa cjelokupnim

prilikama u sistemu. Postoji opasnost stihijskog prilaženja ovom pitanju kod nas i pojedinačnog nekritičkog prihvaćanja stranih rješenja nastalih u neadekvatnim uslovima. Da se u budućnosti ne bi stvorili loši uslovi ni za eksploataciju ni za proizvođače smatra se da treba stvoriti određene preporuke i jedinstvene kriterije za buduću jugoslavensku mrežu. Potiču se članovi sekcije da za iduće savjetovanje izrade priloge za rješenje ovog pitanja. Ujedno se ovaj zadatak povjerava tek imenovanom studijskom komitetu, koji će u tu svrhu okupiti potrebne stručnjake.

3. Savjetovanje je prihvatilo i usvojilo niz stručnih saopćenja i stavova iz područja samosinhronizacije generatora, hlađenja i sistema hlađenja te mehaničkog hoda generatora, kao i niz prikazanih pogonskih iskustava. Posebno se upozorava na potrebu daljnjeg studija i ispitivanja samosinhronizacije u suradnji svih stručnih faktora, kako bi što prije sazreli uslovi za njenu primjenu kao normalnog pogonskog postupka.

Savjetovanje je prihvatilo saopćenje iz naše industrije o radovima na razvoju izgradnje krupnih jedinica turbogeneratora hlađenih vodikom u našoj zemlji.

Grupa 12 — Transformatori

Na diskusiju u ovoj grupi izneseno je šest referata i to:

Br. 12—1 *Raspodjela udarnog napona u namotima malih distributivnih transformatora* — autor Petar Jereb, dipl. inž., Ljubljana

Br. 12—2 *Tehničko-ekonomski problemi projektovanja energetskih transformatora* — autori Nikola Lj. Nikolić, dipl. inž., Nihad Dilberović, dipl. inž., Đorđe Trbić, dipl. inž., Sarajevo

Br. 12—3 *Neka zapažanja kod mjerenja buke transformatora u transformatorskim stanicama SRH* — autor Stjepan Gašparić, dipl. inž., Zagreb

Br. 12—4 *Optimiranje transformatora na digitalnim računskim strojevima* — autor dr Bogdan Zelenko, dipl. inž., Zagreb

Br. 12—5 *Neke pravilnosti kod nastajanja kvarova na transformatorima zračne mreže 10 kV* — autor dr Mario Padelin, dipl. inž., Zagreb

Br. 12—6 *Kvarovi na transformatorima i njihovo otkrivanje pomoću »Uređaja za ispitivanje plina«* — autor Tomislav Pavlović, dipl. inž., Zagreb

Osim toga je na prijedlog stručnog izvjestioca razmatran na sastanku i referat br. 409 *Struje i naponi u tronamotnim transformatorima za vrijeme kvara na mreži,* jer je ovaj referat po svom sadržaju interesantan i za ovu grupu.

Na osnovu izvještaja stručnog izvjestioca problematika postavljena u referatima ove grupe prodiskutirana je o slijedećim temama:

1. Problemi projektiranja transformatora (ref. br. 12—1, 12—2, 12—4 i 409).
2. Pogonski problemi (ref. br. 12—3, 12—5 i 12—6).

Na osnovu diskusije koja se vodila o gore navedenim referatima i temama doneseni su slijedeći zaključci i preporuke:

1. Konstatira se da još uvijek nisu određeni ekonomski elementi (stopa amortizacije, cijene godišnjih gubitaka) potrebni za projektiranje ekonomičnog električkog stroja i transformatora. Budući da s obzirom na sve veću razgranatost jugoslavenskih mreža ovakova situacija više nije dopustiva, to se upozorava na potrebu što hitnijeg rješenja ovog problema. U tu svrhu se zaključuje konstituiranje posebnog studijskog komiteta sa zadatkom da prikupi sve potrebne podatke te da predloži elemente koji bi omogućavali proračunavanje i projektiranje najekonomičnijeg električkog stroja i transformatora. Studijski komitet treba da se sastoji od predstavnika elektroindustrije, elektroprivrede i naučnih ustanova. Osim toga zatražit će se suradnja društvenih organizacija ekonomista.

2. Za sada se u našoj zemlji pojavljuju samo pojedini slučajevi, gdje zbog neprikladnog smještaja buka transformatora nepovoljno utječe na okolinu. Predlaže se, da se u takvim slučajevima rješenje traži prvenstveno u prikladnoj lokaciji, a samo ako to ne bi bilo moguće, onda prigušenje buke vršiti vanjskim sredstvima (ogradni zidovi, zvučna izolacija ćelije, prigušivači šuma ventilacionog zraka itd.). Tek u krajnjem slučaju prigušenje vršiti specijalnom izvedbom transformatora. Kod izbora koncepcije svakako je potrebno uzeti u obzir ekonomičnost rješenja. Preporučuje se elektroindustriji da nastoji graditi transformatore čija će buka biti u okviru uobičajenih normi.

3. Smatra se potrebnim da elektroprivredna poduzeća organiziraju statističku evidenciju kvarova električne opreme. Ovakva evidencija bi mogla poslužiti ne samo za prognoziranje učestalosti kvarova u svrhu potrebne rezerve, već bi koristila i proizvođačima za otklanjanje tipičnih grešaka. Zato se predlaže da se za slijedeće savjetovanje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRÉ pripreme referati u kojima će biti razmotreno, koji bi način evidencije bio najsvrsishodniji.

Grupa 13 — Aparature

Na diskusiji u ovoj grupi izneseno je sedam referata i to:

Br. 13—1 *Novi malouljni visokonaponski prekidači 10 i 15 kV u proizvodnji »Elektrosrbije«* — autori Damir Pavić, dipl. inž., Karlo Pap, dipl. inž. Milan Feruh, dipl. inž., Ripanj

Br. 13—2 *Ponašanje autopneumatskih aparata pri prekidanju električnih kola i njihovo ispitivanje na udarne i trajne struje kratkog spoja* — autor Pavle Jovanović, dipl. inž. Sarajevo

Br. 13—3 *Rad prekidača snage u zavisnosti od struje i broja isključenja* — autor Branislav Gligorijević, dipl. inž., Beograd

Br. 13—4 *Novi proizvodi »Elektrosrbije« — Kondenzatori za popravku faktora snage, sistem »Micafil«* — autor M. Jokić, Ripanj

Br. 13—5 *Prilog studiju prekidanja kratkog spoja na kritičnoj udaljenosti* — autor Boris Belin, dipl. inž., Zagreb

Br. 13—6 *Osvrt na kratkospojna ispitivanja u laboratoriju instituta »Rade Končar«* — autori Boris Belin, dipl. inž., Tomislav Kelemen, dipl. inž., Vladislav Sokolaj, dipl. inž., Zagreb

Br. 13—7 *Nove tendencije u gradnji pneumatskih prekidača za najviše napone* — autor Vojislav Narančić, dipl. inž., Zagreb

Na osnovu izvještaja stručnog izvjestioca prihvaćene su slijedeće teme za diskusiju:

1. Novi aparati domaće proizvodnje za srednje napone (ref. br. 13—1, 13—2, 13—4 i 13—6),

2. Razvoj prekidača za visoke i najviše napone (ref. br. 13—7),
3. Daljinski kratki spoj (ref. br. 13—5) i
4. Kontrola i održavanje lučnih komora u prekidačima (ref. br. 13—3).

Na osnovu diskusije o navedenim referatima ove grupe doneseni su na prijedlog stručnog izvjestioca ovi zaključci:

1. Utvrđeno je da unatoč sugestijama s prošlih savjetovanja i nadalje postoji nesređeno stanje u pogledu raspodjele asortimana i suradnje među proizvođačima električne opreme.

2. Predlaže se Studijskom komitetu za zaštitu i releje da za slijedeće savjetovanje Jugosl. nac. komiteta CIGRÉ pripremi referate na osnovu kojih će se definirati vremena beznaponske pauze ponovnog uklapanja za mreže do 38 kV. Pri tome treba voditi računa o utjecaju kratkotrajnog prekida energije na industrijska postrojenja.

3. Ponovno se konstatira da pored slobodnih proizvodnih kapaciteta u tvornicama kondenzatora i realnih potreba za kompenzacijom jalove energije, investitori ne ugrađuju kondenzatore. Zato treba nadležnim faktorima predložiti da donesu odgovarajuće propise koji će ekonomski stimulirati primjenu kondenzatora za kompenzaciju faze.

Grupa 14 — Izolacioni materijali

Na diskusiji u ovoj grupi iznesena su dva referata i to:

Br. 14—1 *Kontrola izolacije sinhronih generatora pomoću jednosmernog napona* — autor Edvard Höfler, dipl. inž., Ljubljana

Br. 14—2 *Prilog diskusiji o ispitivanju izolacije generatora u eksploataciji* — autor Vladimir Bek, dipl. inž., Zagreb

Na osnovu diskusije o ovim referatima doneseni su na prijedlog stručnog izvjestioca ovi zaključci:

1. U okviru grupe 14 sekcija prihvaća izvještaje podnesene u vezi sa nedestruktivnim metodama ispitivanja generatora te preporučuje njihovu masovniju i sistematičniju primjenu na generatorima i transformatorima u našim elektranama odnosno transformatorskim stanicama.

2. U svrhu utvrđivanja jedinstvenog programa tekućih ispitivanja u pogonu, izbora metode i opreme za ispitivanje, smatra se potrebnom najuža koordinacija između zainteresiranih korisnika, proizvođača i instituta koji na tom području rade. U tom smislu preporučuje se Zajednici jugoslavenske elektroprivrede da sazove zajednički sastanak predstavnika navedenih organizacija. Sa strane I sekcije takvom sastanku bi prisustvovao predsjednik te sekcije prof. inž. Anton Dolenc.

Druga sekcija — ELEKTRIČNA POSTROJENJA

Radom ove sekcije rukovodili su: predsjednik: Valter Krivanek, dipl. inž., Sarajevo i stručni izvjestioci Vučeta Miletić, dipl. inž. i Sead Softić, dipl. inž., Sarajevo. Sekcija je održala svoj sastanak 29. IX prije podne. U ovoj je sekciji stavljeno na diskusiju ukupno četrnaest referata i to:

Br. 201 *Pomoćne sabirnice u rasklopnim postrojenjima 110 kV* — autor Božidar Radmilović, dipl. inž. Slavonski Brod

Br. 202 *Unutrašnja ili spoljna gradnja postrojenja 35 kV* — autori Siniša Vuletić, dipl. inž. i Miodrag Božinović, dipl. inž., Beograd

Br. 203 *Program izgradnje Jugoslavenskog dispečerskog centra i sistema za automatsku regulaciju učestanosti i snage razmene* — autor Dragutin Obradović, dipl, inž., Beograd

Br. 204 *Električne sheme velikih termoelekrana* — autor Branko Škarica, dipl. inž. Sarajevo

Br. 205 *Povećanje pogonske sigurnosti N. N. transformatorskih stanica uproštenom koordinacijom osigurača i prekostrujne zaštite* — autor doc. inž. Albert Čebulj, Ljubljana

Br. 206 *Pojednostavnjena električna shema transformatorskih stanica* — autor doc. inž. Albert Čebulj, Ljubljana

Br. 207 *Predlog osnovnih parametara budućih postrojenja 380 kV naše mreže* — autor Miodrag Božinović, dipl. inž., Beograd

Br. 208 *Aluminijumske sabirnice u razvodnim postrojenjima niskog i srednjeg napona unutrašnje montaže* — autor Zdravko Petaković, dipl. inž. Sarajevo

Br. 209 *Problemi integracije nuklearnih elektrana u mešovite elektroenergetske sisteme* — autor Zdenko Rupnik, dipl. inž., Ljubljana

Br. 210 *Tipizacija gradskih distributivnih transformatorskih stanica* — autor Ante Primožić, dipl. inž. Rijeka

Br. 211 *Problematika automatskog uklapanja i isklapanja paralelno priključenih transformatora kod automatizacije transformatorskih stanica* — autori Majda Kramar, dipl. inž., Ljubljana i Albin Kurnik, dipl. inž., Ljubljana

Br. 212 *Frekventni releji u zaštiti i automatskom frekventnom rasterećenju* — autor Franc Ilar, dipl. inž., Ljubljana

Br. 213 *Automatska regulacija napona* — autor Franc Gosar, dipl. inž., Ljubljana

Br. 214 *Ispitivanje postrojenja i strojeva HE Split* — autori Branko Prpić, dipl. inž., Branko Velzek, dipl. inž., Predoje Zubović, dipl. inž., Zagreb

Referati su bili svrstani prema svojoj tematici u četiri grupe te su tim redom i diskutirani:

1. Razvodna postrojenja do 35 kV (ref. br. 210, 205, 206, 202 i 208),
2. Razvodna postrojenja iznad 35 kV (ref. br. 201 i 207).
3. Elektrane (ref. br. 209, 214 i 204).
4. Regulacija, automatizacija i daljinsko upravljanje (ref. br. 203, 213, 212 i 211).

Na osnovu diskusije o referatima i temama doneseni su slijedeći zaključci ove sekcije:

I Razvodna postrojenja do 35 kV

1. Utvrđuje se da se kod domaćih distributivnih poduzeća javlja težnja za izgradnjom tipskih distributivnih podstanica koje karakteriziraju pojednostavnjene sheme i jeftinija oprema.

2. Ovu tendenciju treba prihvatiti domaća elektroindustrija te osigurati odgovarajuću opremu.

3. Potrebno je angažirati studijski komitet za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta

ČIGRÉ zbog proučavanja i rješavanja zaštite koju na niskonaponskoj strani traže ovako pojednostavnjene sheme podstanica.

4. Udruženje jugoslavenskih elektrodistributivnih poduzeća treba da bude nosilac studija tipizacije shema, konstrukcija i snaga naših distributivnih stanica. Sa svoje strane II sekcija je spremna surađivati sa spomenutim udruženjem zbog rješavanja ovih pitanja.

5. Potrebno je orijentirati projektante, izvođače i investitore na primjenu aluminijskih sabirnica u razvodnim postrojenjima s obzirom na to da buduće potrebe domaće elektroindustrije premašuju mogućnosti snabdijevanja bakrom s domaćeg tržišta. U istom cilju treba razmotriti pitanje izrade i upotrebe aluminijskih kabela. Spojni materijal za aluminijske sabirnice također treba osigurati u domaćoj industriji za razvodna postrojenja srednjeg i niskog napona.

II Razvodna postrojenja iznad 100 kV

1. U pogledu izbora broja i tipa sabirnica za razvodna postrojenja visokog napona sekcija smatra da u principu treba graditi postrojenja prijenosne mreže s jednom glavnom i jednom pomoćnom sabirnicom.

2. Za postrojenja za koja se očekuje znatnije buduće proširenje preporučuje se izgradnja dvije glavne i jedne pomoćne sabirnice, s tim da se u prvoj fazi postave samo jedna glavna i jedna pomoćna sabirnica.

3. Treba i dalje nastaviti s proučavanjem postrojenja 380 kV, budući da se ovaj napon približio našim granicama pa je vrlo vjerojatno da će biti upotrebljen u jugoslavenskoj prijenosnoj mreži.

4. Konstatira se da se brojna loša i dobra iskustva stečena izgradnjom i eksploatacijom razvodnih postrojenja ne saopćavaju u dovoljnoj mjeri domaćim stručnjacima zbog raznih razloga. Smatra se da bi trebalo uvesti praksu informiranja užeg kruga naših stručnjaka kako bismo se ovim iskustvima mogli služiti u daljnjem radu i time izbjeći razne moguće propuste. (Informacije bi se mogle davati kao interni cirkulari elektroprivrede i sl.).

Treća sekcija — VODOVI

Radom ove sekcije rukovodili su predsjednik Henrik Sebaher, dipl. inž., Ljubljana i stručni izvjestilac prof. dr inž. Marijan Plaper, Ljubljana. Sekcija je održala svoj sastanak 29. IX prije i poslije podne. Na ovom savjetovanju, na zasjedanju sekcije stavljeno je na diskusiju trinaest referata i to:

Br. 301 *Uloga zaštitnog užeta kod dozemnog spoja na dalekovodima 110 kV i 220 kV* — autor Boris Markovčić, dipl. inž., Zagreb

Br. 302 *Montaža vodiča savremenom mehanizacijom* — autor Ranko Škarica, Zagreb

Br. 303 *Objektivno određivanje maksimalno dozvoljenog strujnog opterećenja u položenim kabelima* — autor Branko Misiuda, dipl. inž., Zagreb

Br. 304 *Oblikovanje uzemljivača dalekovodnih stupova* — autor Jože Mencin, Ljubljana

Br. 305 *Provodnici dalekovoda u svjetlu IEC preporuka* — autor prof. dr inž. Marijan Plaper, Ljubljana

Br. 306 *Dodatna opterećenja nadzemnih vodova* — autori Hakija Turajlić, dipl. inž., Fuad Cerić, dipl. inž., Ismet Ovčina, dipl. inž., Sarajevo

Br. 307 *Visokonaponska izolacija u uslovima jake atmosferske zagađenosti* — problematika eksploatacije mreže u oblasti Zenice — autori Petar Hemon, dipl. inž., Jovo Mandić, dipl. inž., Sarajevo

Br. 308 *Kritički osvrt na primenu raznih sredstava u rešavanju problema zagađenja izolacije* — autor Miloš Abadžić, dipl. inž., Sarajevo

Br. 309 *Preskok kroz strani sloj i problem koordinacije izolacije u zagađenim oblastima* — autor Miloš Abadžić, dipl. inž., Sarajevo

Br. 310 *Ekonomski izbor stubova za dalekovode 220 kV* — autor Živojin Timić, Sarajevo

Br. 311 *Korozija u zemlji i zaštita od nje* — autor Stana Muren, Ljubljana

Br. 312 *Oštećenja na olovnim kablovima koje prouzrokuju insekti* — autor Fedor Gregorić, dipl. inž., Ljubljana

Br. 313 *Opterećenja alučelične užadi, još dozvoljena kod oštećenih aluminijskih plašteva* — autor Fedor Gregorić, dipl. inž., Ljubljana

Referati su bili svrstani po svojoj tematici u pet grupa, te su tim redom i diskutirani:

1. Provodnici dalekovoda (ref. br. 302, 305 i 313),
2. Zaštita užeta i uzemljenje dalekovoda (ref. br. 301 i 311),
3. Stupovi dalekovoda (304, 306 i 310),
4. Izolatori (307, 308 i 309),
5. Kabeli (ref. br. 303 i 312).

Na osnovu diskusije o referatima i temama doneseni su slijedeći zaključci sekcije:

1. Prijedloge za standardne presjeke alučeličnih vodiča treba prema našim prilikama nešto popuniti. U tu svrhu se predlažu izvjesni dodatni presjeci takvih vodiča.

2. Preporučuje se sistematsko proučavanje svrsishodnosti upotrebe zaštitnih užeta na dalekovodima uopće, a isto tako i proučavanje problema najpogodnije izvedbe tih užeta.

3. Za određene lokalne uslove treba ublažiti propise sigurnosti u pogledu napona dodira i koraka.

4. S obzirom na koroziju i na maksimalni efekt uzemljenja treba dalje izučavati najpovoljniji materijal i oblik uzemljenja dalekovoda.

5. S obzirom na važan utjecaj dodatnog opterećenja na projektiranje dalekovoda treba sistematski prikupljati podatke o meteorološkim uslovima na pojedinim područjima i izraditi odgovarajuću kartu Jugoslavije.

6. Preporučuje se da se pitanje standardizacije dalekovodnih stupova dalje obrađuje, s tim da se i na idućem savjetovanju Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRÉ iznesu prijedlozi s konkretnom dokumentacijom.

7. Problematika zagađivanja atmosfere i time izolatora postaje i u našoj zemlji sve aktuelnija. Treba sistematski i koordinirano proučavati te pojave i odgovarajuće zaštitne mjere. Također treba pristupiti izradi prijedloga za norme o zagađivanju koje bi se upotrijebile za izdavanje eventualnih propisa.

8. Treba dalje raditi na proučavanju zagrijavanja kablova u različitim uslovima njihovog polaganja. Na osnovu laboratorijskih ispitivanja preporučuje se izrada tabela o dozvoljenim strujnim opterećenjima kablova za praksu.

Četvrta sekcija — ELEKTRIČNE MREŽE

Radom ove sekcije rukovodili su predsjednik Mihajlo Golubović, dipl. inž. Beograd i stručni izvjestilac, prof. dr. inž. Gojko Muždeka, Beograd. Sekcija je održala svoj sastanak 28. IX prije i poslije podne. Na ovom Savjetovanju podneseno je sekciji na diskusiju dvadesetpet referata i to:

Br. 401 *Iskustva iz pogona 220 kV mreže na području Srbije i Crne Gore* — autor Miloš Đurić, dipl. inž., Beograd

Br. 402 *Metodologija proučavanja kratkog spoja u mrežama 110 kV i više, Jugoslavije* — autor Miroslav Jung, dipl. inž., Zagreb

Br. 403 *Rad lokatora jednopolnih kvarova na paralelnim i nehomogenim vodovima* — autor Miroslav Jung, dipl. inž., Zagreb

Br. 404 *Studija struja kratkih veza na računskim digitalnim mašinama* — autor dr inž. Slobodan Despotović, Beograd

Br. 405 *Uticaj potrošača sa jako promjenljivim dijagramom opterećenja na energetski sistem* — autor Radoslav Bulajić, dipl. inž., Nikšić

Br. 406 *Jednosmjerni mrežni analizator »Elektroinštituta« u Ljubljani* — autor Franc Mlakar, dipl. inž., Ljubljana

Br. 407 *Elektrifikacija željeznica u SR Srbiji* — autori Mirko Skulić, dipl. inž. i Bogdan Bogičević, dipl. inž., Beograd

Br. 408 *Analiza primjene i ponašanja odvodnika prenapona u prenosnim i distributivnim mrežama SR Hrvatske* — autor Ivo Hrs, dipl. inž., Zagreb

Br. 409 *Struje i naponi u tronamotnim transformatorima za vrijeme kvara na mreži* — autor Josip Vuletić, dipl. inž., Zagreb

Br. 410 *Stabilnost 220 kV elektroenergetskog sistema Jugoslavije za godine 1965. i 1967.* — autori dr inž. Slobodan Despotović, Joka Vučković, dipl. inž., Dušan Radulović, dipl. inž. Beograd

Br. 411 *Pogonska administracija i statistika* — autor Slobodan Tubić, dipl. inž., Beograd

Br. 412 *Analiza kvarova i ispada u postrojenjima prenosne mreže SR Srbije* — autor Đorđe Vidaković, Beograd

Br. 413 *Analiza kvarova i ispada na vodovima 110 i 220 kV u SRS* — autor Sreten Miljanić, Beograd

Br. 414 *Mogućnost priprema mrežnog analizatora na jednosmjernu struju za utvrđivanje tokova snaga u električnim mrežama* — autor Jovan Nahman, dipl. inž., Beograd

Br. 415 *Dosadašnja obrada problema stabilnosti u elektro-energetskom sistemu Jugoslavije* — autori dr inž. Gojko Muždeka, Jovan Nahman, dipl. inž., Beograd, Jovan Štarklj dipl. inž., Beograd

Br. 416 *Zaštita elektrana efektivno uzemljenog sistema od rada pod režimom zemljospoja u mreži s izoliranim zvjezdištem* — autor Franjo Božuta, dipl. inž. Sarajevo

Br. 417 *Zaštita 35/30 kV distributivne mreže u uslovima uzemljenja zvjezdišta preko malog otpora* — autor Velimir Hangi, dipl. inž., Zagreb

Br. 418 *O uzemljenju srednjenaponskih mreža preko djelatnog i induktivnog otpora* — autori Srđan Babić dipl. inž., Željko Zlatar, dipl. inž., Mirjana Urbiha-Feuerbach, dipl. inž., Zagreb

Br. 419 *Uslovi paralelnog rada elektrovučnih podstanica u sistemu elektrifikacije pruga 25 kV, 50 Hz* — autor Ružica Andrić, dipl. inž., Sarajevo

Br. 420 *Konfiguracija mreže visokog napona teretnih luka* — autor Nusret Mutapčić, dipl. inž., Sarajevo

Br. 421 *Razvitak konzuma električne energije mreže 110 kV i transformacije 110/10 kV u Ljubljani* — autor Branko Fatur, dipl. inž., Ljubljana

Br. 422 *Određivanje stupnja ugroženosti od udara groma u svetlu statistike* — autor Tine Zorič, dipl. inž., Maribor

Br. 423 *Izgradnja dispečerskog centra distributivnog preduzeća »Elektrokombinat«* — autori Miodrag Savić, dipl. inž., Beograd i Branislav Tanasijević, dipl. inž., Kraljevo

Br. 424 *Pogledi na pitanje kompenzacije reaktivnih snaga u tačkama interkoneksije mreža 220 i 110 kV* — dr inž., Gojko Muždeka, Beograd

Br. 425 *Upliv visokonaponske mreže na rad motora i zaštitnih uređaja hemijske industrije Pančevo* — autori Mihailo Golubović, dipl. inž., Beograd

Po svojoj tematici i srodnosti problema referati su bili podijeljeni u pet grupa i to:

1. Projektiranje i eksploatacija visokonaponskih mreža (ref. br. 401, 415, 411, 412, 413, 424, 405, 402, 403, 404, 409, 410, 425, 414, 406).
2. Relejna zaštita (ref. br. 416, 417).
3. Zaštita od prenapona i groma (ref. br. 408 i 422).
4. Problematika distributivnih mreža (ref. br. 417, 418, 420, 421, 423).
5. Problematika elektrifikacije željeznica (ref. br. 407, 419).

Na osnovu diskusije o gore navedenim referatima IV sekcije doneseni su slijedeći zaključci:

A. Projektiranje i eksploatacija visokonaponskih mreža

1. Mada u jednom prijelaznom periodu razvitka mreža najviših napona može, u izvjesnim slučajevima, korisno poslužiti poprečna regulacija napona, ipak dobro planirani sistem ne bi trebao sadržavati i takvu regulaciju. Stoga eventualnu odluku o primjeni poprečne regulacije napona treba razmotriti s tehničko-ekonomskog stanovišta.

2. Preporučuje se da mjerenja i ispitivanja izvršena na samom elektroenergetskom sistemu budu prikazana na budućim savjetovanjima jugoslavenskih elektroenergetičara.

3. Treba težiti da se što prije priđe jedinstvenom vođenju statistike o postrojenjima i kvarovima, a eventualno i jedinstvenoj obradi podataka. Nadležni organi elektroprivrede trebali bi se postarati da se detaljno razmotri terminologija, kriteriji i podaci koje treba voditi i da se usvoje najbolja rješenja.

4. Potrebno je i dalje proučavati pitanje lokacije sredstava za kompenzaciju reaktivnih snaga kao i razloge dosadašnje spore primjene baterija kondenzatora u distributivnim mrežama.

5. Prije donošenja preporuka i mjera za ublaživanje utjecaja potrošača s jako promjenljivim dijagramom opterećenja na električnu mrežu preporučuje se da odgovarajuće elektroprivredne organizacije, u suradnji s potrošačima koji mogu izazvati teškoće uslijed svojih promjenljivih opterećenja, kao i ostalim organizacijama koje se tim problemom bave, prouče intenzitet i štetnost tih utjecaja i dadu potrebne smjernice.

6. Pitanja što tačnijeg utvrđivanja lokacija jednopolnih i eventualno višepolnih prolaznih kratkih spojeva treba i dalje studirati, provjeravajući računske metode iskustvima i mjerenjima iz prakse.

7. Metodologija proučavanja kratkih spojeva treba se, pored ostalog, zasnivati na rezultatima dobijenim direktnim ispitivanjima na postojećoj mreži. Detalje

metodologije treba usvojiti prilikom revizije odgovarajuće studije na meritornom stručnom skupu u organizaciji jugoslavenske elektroprivrede.

8. Unaprijed i nadalje, uz pomoć mjerno-računske tehnike, proučavati normalna i izuzetna stanja pogona u pogledu stabilnosti elektroenergetskog sistema i pojedinih njegovih dijelova, s obzirom na velike štete koje prouzrokuju prekidi u isporuci električne energije, naročito u industriji. Proširiti studijska ispitivanja stabilnosti i na velike elektromotore u industriji.

9. Primjena ove ili one mjerno-računske tehnike prilikom studija pojedinih problema zavisit će od usvojene metodologije prema zahtjevima u pogledu potrebne tačnosti, raspoloživosti slobodnih kapaciteta pojedinih vrsti mrežnih modela odnosno računskih strojeva, razrađenosti programa rada, potreba određene brzine rješavanja, broja varijanti koje treba ispitivati kao i od ekonomije rješavanja.

10. Treba podupirati proučavanje problema mreža uz pomoć modernih računskih strojeva s obzirom na široke mogućnosti koje ovakvi strojevi već danas pružaju.

11. Preporučuje se da se po mogućnosti što više iskorištavaju mjerenja pojava na samom sistemu, kako bi modeliranje sistema što bolje odgovaralo pojavama u originalu. Radi omogućavanja direktnih ispitivanja na mreži nužno je da elektroprivredne organizacije nabave potrebni instrumentarij.

B. Relejna zaštita

Uslijed nedovoljne diskusije zaključci nisu mogli biti doneseni.

C. Zaštita od prenapona i groma

1. Za ventilne odvodnike prenapona 35 (30) kV dosadašnja iskustva ukazuju na ekonomsko opravdanje primjene isključivo tipa nominalne strujne odvodnosti 10 kA.

2. Poželjno je da se posveti više pažnje kvalitetu izrade ventilnih odvodnika prenapona u pogledu mehaničke izdržljivosti, naročito za mreže 10, 20 i 110 kV.

3. Preporučuje se da se što prije donesu jugoslavenski standardi za odvodnike prenapona.

D. Distributivne mreže

1. I dalje treba proučavati koja specifična opterećenja u velegradskim mrežama opravdavaju u našim uslovima eliminiranje jednog naponskog nivoa, uzimajući u obzir etapnost u rješavanju ovog pitanja, utjecaj velikih snaga kratkog spoja na sve elemente mreže, kao i pitanje rezerve i neprekidnosti snabdijevanja kod ispada velikih transformatorskih jedinica.

2. Prilikom razmatranja oblika specifičnih srednjenaponskih mreža (npr. za napajanje velikih luka) treba uzeti u obzir i savremene tendencije oblikovanja ovih mreža kao radijalnih uz primjenu lokalne automatike.

3. Ekonomska ulaganja u distributivne mreže ukazuju na opravdanost posvećivanja veće pažnje ovim mrežama te se preporučuje da Jugoslavenski nacionalni komitet CIGRÉ razmotri mogućnost osnivanja posebne podgrupe za distributivne mreže u IV sekciji.

E. Elektrifikacija željeznica

1. Treba težiti paralelnom radu elektrovučnih podstanica s obzirom na prednosti koje ovakav rad pruža.

Za svaki konkretni slučaj treba ispitati eventualne tehničke teškoće i usporediti ih sa dopunskim ekonomskim ulaganjima koja bi bila potrebna za njihovo rješenje.

2. Elektroprivreda treba da vodi računa da priključenje monofazne željezničke električne vuče na elektroenergetski sistem ne smanji sigurnost pogona sistema.

U tom smislu se preporučuje produbljenje dosadašnje saradnje organa elektroprivrede i željeznica na saveznom i republičkim nivoima. Posebno se preporučuje da studijski komitet za zaštitu i releje uzme u razmatranje i ova pitanja.

3. Pitanje svrsishodnosti eventualne primjene sabirnica i transformatora monofazne željezničke električne vuče i za napajanja izolacionih malih neelektrificiranih područja treba dalje proučavati.

Peta sekcija — TELEKOMUNIKACIJE

Radom ove sekcije rukovodili su predsjednik prof. dr inž. Vladimir Matković, Zagreb i stručni izvjestilac Miljenko Krešić, dipl. inž. Zagreb. Sekcija je održala svoj sastanak 30. IX prije podne. Na ovom Savjetovanju podnesena su na diskusiju u sekciji tri referata i to:

Br. 501 *Premise za izbor i standardizaciju sistema telemerenja u elektroenergetskoj mreži Jugoslavije* — autor Miodrag Savić, dipl. inž., Beograd

Br. 502 *Šeme veze za uspostavljanje nultnih komponenata struja pri eksperimentalnom utvrđivanju uticaja za prenos na TT vodove* — autor Branko Milosavljević, dipl. inž., Sarajevo

Br. 503 *Koegzistencija vučnih i telekomunikacionih vodova u svjetlu modernizovanja vuče na jugoslavenskim željeznicama* — autor Slobodan Božinović, dipl. inž., Sarajevo

Na osnovu diskusije o referatima doneseni su zaključci koji su obuhvatili problematiku prijenosa informacija i perturbacija.

A. Prijenos informacija

1. Preporučuje se standardizacija širine telegrafskog kanala od 120 Hz.

2. Preporučuje se usvajanje većih brzina od 50 Bd, s tim da se pitanje standardizacije za potrebe elektroprivrede razmotri na stručnoj komisiji za telekomunikacije Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

3. Predlaže se da se usvoji struja na ulazu i izlazu kao pomoćna veličina kod daljinskog prijenosa mjerenja.

Kasnijim razmatranjima će se utvrditi da li će se prilikom prijenosa upotrebljavati decimalni ili binarni sustav, a s time u vezi i veličina struje.

4. Predlaže se da se razmotri pitanje pokazivanja mjerenih vrijednosti prenesenih putem VF-kanala, tj. da li analogno ili digitalno pokazivanje.

5. Predlaže se zauzeti stav u pitanjima tačnosti prijenosa podataka za potrebe elektroprivrede.

6. Predlaže se da se razmotre pitanja iskorištenja NF-kanala kod povezivanja različitih sistema veza.

B. Perturbacije

1. Predlaže se da se prilikom mjerenja utjecaja vodova visokog napona na tt-linije upotrebljava shema IV predložena u referatu 502.

2. Treba aktivirati studijski komitet za perturbacije i čim prije održati sastanak radi izrade novog programa rada.

3. Predlaže se da se u propise o uvođenju tt-kabela u visokonaponska postrojenja uvede kao dodatak uvođenje kabela na terenima izloženim atmosferskim pražnjenjima.

Šesta sekcija — VRLO VISOKI NAPONI

Radom ove sekcije rukovodili su predsjednik prof. dr inž. Božidar Stefanini, Zagreb i stručni izvjestilac Boris Markovčić, dipl. inž., Zagreb. Sekcija je održala svoj sastanak 30. IX poslije podne. Na ovom Savjetovanju izneseno je na diskusiju sekcije pet referata i to:

Br. 601 *Optimalni režim napona u mreži 110 i 220 kV* — autori Nebojša Ivošević, dipl. inž. i Tomislav Vijatov, dipl. inž., Beograd

Br. 602 *Opravdanost uvođenja napona 400 kV u elektroenergetski sistem Jugoslavije* — autor Nebojša Ivošević, dipl. inž., Beograd

Br. 603 *Koncepcija uzemljenja spojnih vodova 220 kV sistema HE Trebišnjica* — autori Branko Milosavljević, dipl. inž. i Živojin Timić, dipl. inž., Sarajevo

Br. 604 *Projektiranje dalekovoda najviših napona* — autor Đorđe Dukanac, dipl. inž., Beograd

Br. 605 *Koordinacija izolacije u svetlu racionalizacije pri najvišim naponima elektroprivrednih sistema* — autor Franc Kranjc, dipl. inž., Ljubljana

U diskusiju ove sekcije uvršteni su i referati 207 iz druge sekcije, referati 301 i 310 iz treće sekcije, te referati 401, 402, 410, 415 i 424 iz četvrte sekcije.

Referati su razvrstani u sedam grupa te su tim redom stavljeni na diskusiju:

1. Iskustva iz pogona mreže napona iznad 110 kV (ref. br. 401).
2. Režim napona i kompenzacija (ref. br. 601 i 424).
3. Stabilnost (ref. br. 410 i 415).
4. Koordinacija izolacije (ref. br. 605).
5. Problematika kratkog spoja (ref. br. 402).
6. Izgradnja vodova 220 kV (ref. br. 310, 301 i 603).
7. Napon reda 400 kV (ref. br. 602, 604 i 207).

Na osnovu diskusije o navedenim referatima u VI sekciji doneseni su ovi zaključci:

1. Treba utvrditi mogućnosti i načine mjerenja i kriterije mjerenja na živoj mreži. Osim toga treba na jednom mjestu organizirati grupu i sakupiti instrumentarij za takva mjerenja.

2. Trebalo bi za naše prilike utvrditi metodologiju i uslove za računanje statičke i dinamičke stabilnosti. Naročito bi trebalo osvijetliti iz uslova rada mreže o mogućnosti aparata slijedeća pitanja:

a) Dužinu vremena isključenja kvara;
b) Dužinu beznaponske pauze kod ponovnog uključivanja;
c) Uslovna mjesta kratkog spoja;
d) Simultano iskapčanje, tj. rad s jednom fazom kroz zemlju.

3. Treba efikasnije pristupiti rješavanju problema koordinacije izolacije u našoj mreži. Naročito treba ubrzati objavljivanje JUS-standarda za odvodnike prenapona. Rješavanju ove problematike mnogo bi pomogla nabavka tranzientnog analognog analizatora.

4. Potrebno je za naše prilike usvojiti metodu računanja vjerojatnosti kvara na dalekovodima u slučaju udara groma, a zatim primijeniti takav račun na svaki novoprojektirani vod.

5. Pri planiranju i projektiranju jugoslavenske elektroenergetske mreže neophodno je imati u vidu uvođenje napona višeg reda u budućnosti.

Kod daljnjih radova na projektiranju mreže treba također obraditi varijante primjenjujući napone iznad 220 kV i učiniti usporedbe s rješenjima s naponom 220 kV. Odluku o konfiguraciji naše mreže najvišeg napona i njenih parametara treba donijeti što prije.

Posebno treba odlučiti o budućem standardiziranom višem naponu, razmatrajući problem s više gledišta, a naročito s gledišta uklapanja u mreže susjednih zemalja.

Ovaj skup smatra da prema današnjem gledanju tome najbolje odgovara napon 400 kV (najviši pogonski napon 420 kV).

6. Zajednici Jugoslavenske elektroprivrede treba sugerirati da stimulira rad na problemima vrlo visokih napona, budući da se na tome do sada vrlo malo radilo.

7. Upravnom odboru Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRÉ treba predložiti da VI sekcija promijeni naziv u: »VI. sekcija — vrlo visoki naponi«.

8. Prednje probleme razmotrit će Studijski komitet za najviše napone Jugoslavije.

Sedma sekcija — EKONOMSKA PITANJA

Radom ove sekcije rukovodili su predsjednik prof. dr inž. Hrvoje Požar, Zagreb i stručni izvjestilac Milan Šodan, dipl. inž., Zagreb. Sekcija je održala svoj sastanak 30. IX prije i poslije podne. Na ovom Savjetovanju izneseno je ukupno deset referata za diskusiju u sekciji i to:

Br. 701 *Tačnost prognoziranja potrošnje i obim izgradnje elektrana* — autor Dušan Sajović, dipl. inž., Ljubljana

Br. 702 *Vrijednost gubitaka u nekim vodovima elektroenergetskog sistema Jugoslavije* — autor Božo Udovičić, Zagreb

Br. 703 *Energetsko-dispečerske i hidrometeorološke karakteristike zimskog perioda 1963/1964. u SFRJ* — autor Miloje Nikolić, dipl. inž., Beograd

Br. 704 *Nekorištene snage i neke mogućnosti povećanja korištenja proizvodnih kapaciteta u elektroenergetskom sistemu Jugoslavije* — autor prof. dr inž. Hrvoje Požar, Zagreb

Br. 705 *Uporedba kriterija za korištenje akumulacionih bazena hidroelektrana* — autor Juraj Keglević, dipl. inž. Zagreb

Br. 706 *Pokrivanje dnevnih dijagrama opterećenja protočnim elektranama u lancu na Dravi* — autor Mirko Polak, Maribor

Br. 707 *Procesna elektronska računala omogućuju racionalniji pogon termoelektrana* — autor Željko Cener, dipl. inž., Ljubljana

Br. 708 *Upotreba elektronskih računala za tehničke proračune u centralama* — autor Željko Cener, dipl. inž., Ljubljana

Br. 709 *Ekonomičnost upotrebe tronamotnih transformatora u električnim postrojenjima visokog napona* — autor Zlatko Frühwirt, dipl. inž., Zagreb

Br. 710 *Ekonomsko optimalno opterećenje vodiča s obzirom na metod roka rekuperacije* — autor Jurij Mrzel, dipl. inž., Ljubljana

Većina referata razmatra probleme koji se odnose na planiranje i ekonomično oblikovanje elektroenergetskog sistema, dok drugi tretiraju probleme eksploatacije. Time u vezi vodila se i diskusija u sekciji, te su doneseni ovi zaključci:

1. Potrebno je veću pažnju posvetiti metodama predviđanja potrošnje električne energije, bilanciranja i planiranja izgradnje novih objekata. Preporučuje se da se na idućem savjetovanju ovome posveti veći broj referata.

2. Nestašica električne energije u Jugoslaviji protekle zime i ove godine nalaže da se ubuduće posveti daleko veća pažnja mjerama kojima se mogu spriječiti pojave u sličnoj situaciji. U tu svrhu potrebno je elastičnije planirati izgradnju elektroenergetskih izvora, odlučnije pristupiti potrebnim zahvatima i osigurati pravovremno ulaženje u pogon objekata koji se grade.

3. Kod razmatranja o stimulaciji pojedinih kategorija potrošača za bolje korištenje elektroenergetskih kapaciteta (tarife) treba voditi računa o stvarnim prilikama u našem sistemu uključujući proizvodnju, prijenos i distribuciju.

Budući da se slijedećih nekoliko godina predviđa nestašica električne energije, potrebno je daleko više voditi računa o realnosti i ne pogoršavati ionako tešku situaciju.

4. Vrijednost gubitaka ovisi o položaju i ulozi razmatranog elementa u sistemu pa je potrebno u svakom konkretnom slučaju utvrditi vrijednost gubitaka. Podaci konkretnih slučajeva pokazuju da bi npr. kod dalekovoda trebalo proširiti izbor uobičajenih presjeka i to prema području većih presjeka.

S tim u vezi se preporučuje da Zajednica jugoslavenske elektroprivrede izradi elektroprivredni priručnik koji bi između ostalog sadržavao i podatke iz ovog područja.

5. Kod dimenzioniranja elektroenergetskih postrojenja treba voditi računa i o investicijama i o godišnjim troškovima. Pri tome treba uvažavati financijske mogućnosti zemlje. Metoda rekuperacije je jedan od praktičnih metoda čija primjena dolazi u obzir. Izbor metode treba izvršiti studijski komitet, čije osnivanje predlaže I sekcija, tačka 1. zaključaka grupe 12: Transformatori i VII sekcija, tačka 9 zaključaka.

6. Konstatira se da pitanju prognoziranja protoka na glavnim vodotocima treba pokloniti odgovarajuću pažnju. Treba i dalje studirati razne metode kratkoročnog i srednjeročnog prognoziranja i kontrolirati ih u praksi.

7. Treba nastaviti i dalje proučavanjem najboljih načina korištenja akumulacije, kako za svrhe projektiranja, tako i za potrebe eksploatacije.

8. Nuklearne elektrane će svakako u budućnosti odigrati odlučujuću ulogu u energetici. Stoga je potrebno da elektroprivreda jednom detaljnom studijom što prije prouči i utvrdi, s raznih aspekata, optimalni rok integracije nuklearnih elektrana u jugoslavenski elektroenergetski sistem. Isto tako treba proučiti promjene, koje se mogu očekivati u našem sistemu zbog ulaska u pogon većeg broja nuklearnih elektrana.

9. Prijedlog I sekcije da se osnuje posebni studijski komitet, koji bi proučavao i utvrdio energetsko-ekonomske podloge za projektiranje strojeva i transformatora, ova sekcija prihvaća s tim da se zadatak tog komiteta proširi na sva postrojenja elektroprivrede. Predlaže se skupštini osnivanje navedenog komiteta s tim da njegove članove imenuje Upravni odbor.

III Rad studijskih komiteta

O radu studijskih komiteta podnesen je ovom Savjetovanju poseban izvještaj. Od do sada oformljena tri studijska komiteta (vidi pod *I Program i organizacija)* dva su u proteklom periodu pokazala uspješan rad o čemu se ovdje donosi kratak pregled.

1. Studijski komitet za zaštitu i releje

Radom ovog Studijskog komiteta rukovode predsjednik Edvard Höfler, dipl. inž., Ljubljana i sekretar dr inž. Anton Ogorelec, Ljubljana. Komitet je u proteklom periodu od VI Savjetovanja održao dva sastanka i to 11. i 12. juna 1963. u Sarajevu i 29. i 30. juna 1964. u Beogradu.

Na sastanku u Sarajevu, na kojem je prisustvovalo 19 stručnjaka, razmotreni su problemi statistike, zaštite vodova i opći problemi. O problematici statistike diskutiralo se o kvalitetu rada zaštite mreže 110 i 220 kV, generatora i transformatora, te uređaja za ponovno uključivanje u godini 1961. Komitet je zaključio da će obraditi statističke podatke o radu ovih uređaja i za 1962. O pitanju zaštite vodova podnio je referat V. Hangi o zaštiti s nultačkom uzemljenom preko malog otpornika, koji je prihvaćen kao aktuelan i interesantan. Pod općim problemima bilo je zaključeno na osnovu referata A. Kurnika, da se sakupe podaci o uzdržavanju inostranih releja, a tvornici »Iskra«, Kranj, preporučeno je da organizira tečaj za uzdržavanje zaštitnih releja domaće proizvodnje. U vezi suradnje s komisijom JUGEL-a ukazala se potreba da se utvrdi podjela rada između komisije i studijskog komiteta. Komitet je također preuzeo zadatak da studira probleme lokalne automatizacije transformatorskih stanica.

Na sastanku u Beogradu juna 1964., na kojem je bilo prisutno 16 stručnjaka, razmatrana su pitanja statistike o radu zaštitnih uređaja i uređaja za ponovno uključenje, te su obrađeni pojedini referati podneseni sastanku.

U vezi statistike podnesen je članovima Studijskog komiteta opširan izvještaj o radu zaštitnih uređaja u 1962., te je zaključeno da se do 15. oktobra 1964. objave statistički podaci i za 1963.

Na sastanku u Beogradu podnijeli su pojedini stručnjaci referate (ukupno sedam) iz područja zaštite, automatskog uklapanja, automatske regulacije i koordinacije izolacije. Na osnovu diskusije o tim referatima doneseni su slijedeći zaključci:

1. Uzemljenje nultačke srednjenaponskih mreža preko otpora niske vrijednosti veoma je aktualno i dalje će se studirati. Budući da se u pojedinim republikama već prišlo konkretnim rješenjima, umoljavaju se obrađivači da na slijedećim sastancima iznesu svoja iskustva i rezultate eventualnih ispitivanja. S tim u vezi članovi komiteta će primiti upute francuske elektroprivrede, a prihvaćena je i obaveza da će se pripremiti prijedlog za izbor potrebnog otpora.

2. U vezi zaštite elektrana u efektivno uzemljenim sistemima preporuča se da se primijeni zemljospojna zaštita u svim slučajevima gdje u postrojenju ostane samo jedan transformator uzemljen. Ukoliko to struje zemljospoja dopuštaju, poželjno je, da su uzemljena sva zvjezdišta transformatora na strani 110 kV.

3. U sadašnjem stanju naše mreže ugradnja frekventnih releja je korisna, naročito ako rade na promjenu frekvencije.

4. Zavod za automatizaciju u Ljubljani će obavijestiti sve zainteresirane organizacije o mogućnosti ispitivanja distantnih i drugih releja na novom ispitnom uređaju.

5. Članovi komiteta pokazali su veliki interes da se nabavi automatski regulator napona za transformatore, ukoliko bi se mogao nabaviti u doglednom roku. Tvornica »Iskra« će nastojati da skrati dobavni rok prve serije ovakovih regulatora.

6. Jedan od problema koordinacije izolacije je ispitivanje transformatora s udarnim naponom. Tvornica »Rade Končar« će u tom pitanju dati informativno obavještenje.

7. Za studij internih prenapona u našim mrežama potreban je poseban tranzijentni analizator i komitet smatra, da bi izgradnja ovakvog analizatora bila potrebna.

Ovaj studijski komitet usko sarađuje s istoimenim međunarodnim studijskim Komitetom CIGRÉ. Član tog komiteta M. Golubović postao je na prijedlog našeg nacionalnog komiteta, članom tog međunarodnog studijskog komiteta, te je zajedno sa sekretarom A. Ogorelcem prisustvovao sastanku mjeseca maja 1963. u Varšavi. M. Golubović je prisustvovao također sastanku u junu 1964. u Parizu, koji je održan u toku XX zasjedanja CIGRÉ.

2. Studijski komitet za mrežu 220 kV Jugoslavije

Radom ovog Studijskog komiteta rukovode predsjednik prof. dr inž. Božidar Stefanini i sekretar Boris Markovčić, dipl. inž. oba iz Zagreba. Komitet je između VI i VII Savjetovanja održao jedan sastanak i to 27. VI 1964. u Zagrebu u Institutu za elektroprivredu. Na sastanku je prisustvovalo 13 stručnjaka članova komiteta i 5 gostiju.

Pošto je sekretar komiteta izvijestio o djelatnosti studijskog komiteta u razdoblju od posljednjeg zasjedanja i o promjeni u sastavu članstva, prelazi se na razmatranje pojedinih aktuelnih pitanja mreže 220 kV Jugoslavije. Vladimir Ljubojević, dipl. inž., izvještava o stavljanju u pogon i ispitivanju dalekovoda Titograd—Srbobran. Utvrđena je neobična korisnost ovakovih mjerenja, ali i velike teškoće koje su nastale radi pomanjkanja odgovarajućih mjernih uređaja u zemlji, pa su s time u vezi donijeti slijedeći zaključci i preporuke:

a) Preporučuje se da za slijedeće zasjedanje CIGRÉ 1964. stručnjaci iz ZEPS-a napišu referate o mjerenjima na vodu, a stručnjaci iz Instituta »Rade Končar« o potrebi takvih mjerenja u vezi razvoja visokonaponskih aparata;
b) Da se u okviru komiteta razradi promemorija u kojoj bi se iznijele poteškoće koje su nastale prilikom mjerenja i popis potrebne aparature (inž. Ljubojević);
c) Da se zajednički nastupi kod JUGEL-a i potraže sredstva za nabavu opreme na bazi spomenute promemorije.

U vezi s izvještajem dra Plapera o rezultatima studije mreže 220 kV Jugoslavije pojavili su se slijedeći problemi, koje treba riješiti i to: određivanje odgovarajućeg presjeka vodiča vodova 220 kV, granično strujno opterećenje vodiča i naponski režim u mreži 220 kV. Utvrđeno je da ovu problematiku treba rješavati putem elaborata koje treba da dade u izradu Zajednica jugoslavenske elektroprivrede institutima, kao i obraditi u referatima na Savjetovanju JUNAKO CIGRÉ.

U vezi prelaska jugoslavenske mreže na napone iznad 220 kV podnio je osnovni referat dr Slobodan Despotović. Nakon diskusije o ovom pitanju proizašlo je da bi za jugoslavensku mrežu najviše odgovarao napon od 400 do 500 kV. Konačni izbor napona ovisit će u prvom redu o budućim vezama preko dalekovoda najviših napona sa susjednim zemljama istoka i zapada. U vezi rješavanja ove problematike zaključeno je

a) da se izneseni prijedlozi mreže najvišeg napona obuhvate jedinstveno u jednom referatu za JUNAKO CIGRÉ te da to bude osnovna dokumentacija za mjerodavne organe za potrebu studija ovog problema;
b) da se ukaže na hitnost problema zbog eventualne potrebe gradnje konvertibilnih dalekovoda 220/400 kV;
c) da se preko odgovarajućih organa međunarodne organizacije CIGRÉ informira o predviđenim najvišim naponima susjednih država;
d) da se problem prijelaza na više napone iznese na slijedećem zasjedanju CIGRÉ;
e) da ovaj komitet na slijedećem savjetovanju JUNAKO CIGRÉ predloži elaborat o izboru napona iznad 220 kV za naše prilike.

Studijskom komitetu podneseni su također izvještaji o radovima i problematici koja se rješava u pojedinim institutima. Miroslav Jung, dipl. inž., iznio

je najnovije studije o kratkom spoju koje su rađene u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu. Dr Despotović iznio je najnovija dostignuća Instituta »Nikola Tesla« u Beogradu u metodi računanja kratkog spoja digitalnim računskim strojevima. Inž. Markovčić potaknuo je ponovo pitanje standardizacije opreme za vodove 220 kV, pa je zaključeno da se formira radna grupa i o tome upozna Zajednica jugoslavenske elektroprivrede s time da se osiguraju potrebna financijska sredstva za rad. Inž. Markovčić je nadalje izvijestio o najnovijem elaboratu Instituta za elektroprivredu u Zagrebu u kojem je obrađen problem upotrebe zaštitnih užeta od dobro vodljivog materijala naročito sa stanovišta redukcije struje kvara u stupu i u uzemljenju. Zaključeno je da se ovaj problem iznese putem referata na Savjetovanje JUNAKO CIGRÉ.

3. Osnivanje novih studijskih komiteta

U cilju da se bolje razmotre i nađu rješenja za pojedine specifične probleme i u tom radu osigura kontinuitet između Savjetovanja, pojedine sekcije u toku diskusije predložile su formiranje novih studijskih komiteta. Iznosimo naziv, sadržaj rada i sastav tih komiteta, kako ih je na osnovu zaključaka VII savjetovanja donio Upravni odbor JUNAKO CIGRÉ (15. XII 1964. u Zagrebu).

Studijski komitet za velike turbogeneratore. Ovaj komitet se osniva na prijedlog prve sekcije, sa zadatkom proučavanja velikih turbogeneratora, kako sa stanovišta konstrukcije tako i sa stanovišta parametara u odnosu na mrežu. Na prijedlog sekcije za predsjednika je imenovan prof. dr inž. Radenko Wolf, Zagreb, a članovi su Božidar Frančić, dipl. inž., Zagreb, Ožbolt Gros, dipl. inž., Ljubljana, Stanimir Jovanovski, dipl. inž., Skopje i prof. dr inž. Gojko Muždeka, Beograd.

Studijski komitet za ekonomsko-tehničke podloge za projektiranje elektroenergetskih postrojenja. Ovaj studijski komitet predložen je zajednički od prve i sedme sekcije. Njegov osnovni zadatak sastoji se u pronalaženju tehničkih i ekonomskih elemenata, u cilju projektiranja električnih strojeva i uređaja koji će zadovoljavati optimalne ekonomske uslove. Na prijedlog prve i sedme sekcije imenovan je za predsjednika sekcije prof. dr inž. Hrvoje Požar, Zagreb, a za članove Velimir Cihlar, dipl. inž., Zagreb, prof. Anton Dolenc, dipl. inž., Zagreb, Avram Jovanović, dipl. inž., Beograd, Ivo Moretti, dipl. inž., Rijeka, Jurij Mrzelj, dipl. inž., Ljubljana i Nikola Nikolić, dipl. inž., Beograd. U komitet će se pozvati na saradnju i ekonomisti koji se bave ovom materijom.

Studijski komitet za standardizaciju distributivnih transformatorskih stanica. Ovaj studijski komitet se osniva na prijedlog druge sekcije. Osnovni se njegov zadatak sastoji u saradnji s Udruženjem jugoslavenskih distributivnih poduzeća na rješavanju problematike tipizacije shema, konstrukcija i snaga naših distributivnih stanica. Za predsjednika ovog studijskog komiteta imenovao je Upravni odbor Valtera Krivaneka, dipl. inž., Sarajevo, predsjednika druge sekcije, koji će u dogovoru s Udruženjem jugoslavenskih distributivnih poduzeća predložiti ostale članove.

IV Redovna skupština

Posljednjeg dana Savjetovanja 2. oktobra u 11 sati održana je VII Redovna skupština Jugoslavenskog Nacionalnog Komiteta CIGRÉ u Festivalskoj dvorani na Bledu. Redovna skupština održava se svake druge godine i zasjeda u vrijeme održavanja Savjetovanja.

Sedmu redovnu skupštinu otvorio je umjesto odsutnog izabranog predsjednika prof. inž. Vladimira Ljubojevića, koji se nalazi na službenoj dužnosti u inozemstvu, v. d. predsjednika Božidar Ribić, dipl. inž., uvodnim govorom u kojem je dan značaj i kratki historijat CIGRÉ. Minutom šutnje odana je počast preminulom dugogodišnjem predsjedniku i osnivaču Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRÉ, profesoru dru Milanu Vidmaru, i ostalim preminulim članovima. Generalni sekretar JUNAKO CIGRÉ podnio je izvještaj o radu Komiteta.

Nakon izvještaja nadzornog odbora i diskusije dana je razrješnica starom Upravnom i Nadzornom odboru i izabrani novi organi upravljanja u slijedećem sastavu:

Upravni odbor. Predsjednik Vjekoslav Korošec, dipl. inž. direktor Instituta za električko gospodarstvo Ljubljana, potpredsjednici prof. dr inž., Hrvoje Požar, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, Vladimir Langhofer, dipl. inž., direktor HE Trebišnjica, Trebinje i Mihajlo Golubović, dipl. inž., savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Srbije, generalni sekretar Herman Mattes, dipl. inž., direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb, te članovi Mirko Bajagić, dipl. inž., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Crne Gore, Titograd, Velimir Cihlar, dipl. inž., šef sektora za transformatore Instituta »Rade Končar«, Zagreb, Dragutin Obradović, dipl. inž., direktor sektora za investicije Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, prof. dr inž., Marijan Plaper, Elektrotehnički fakultet, Ljubljana, Urfet Vejzagić, dipl. inž., tehnički direktor Elektroprivrednog distributivnog poduzeća Tuzla i Aleksandar Veličkovski, dipl. inž., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Titograd.

Nadzorni odbor. Predsjednik Božidar Ribić, dipl. inž., viši savjetnik elektroenergetske inspekcije Sekretarijata za industriju SR Hrvatske, Zagreb, Avdo Džumrukčić, dipl. inž., elektroenergetski inspektor u Sekretarijatu za industriju SR BiH, Sarajevo i Vasko Petruševski, dipl. inž., tehnički direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Makedonije, Skopje.

Godišnja skupština potvrdila je zaključke i preporuke Savjetovanja, te je ovlastila Upravni odbor da izvrši potrebne dopune i izmjene u sastavu stručnih sekcija i studijskih komiteta.

Na kraju je zaključeno da se iduće VIII Savjetovanje održi krajem mjeseca septembra 1966. u SR Bosni i Hercegovini. Tačan datum i mjesto odredit će Upravni Odbor u dogovoru s domaćinom-organizatorom.

Herman Mattes, dipl. ing., generalni sekretar JUNAKO CIGRE

Savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE

U Beogradu je 29. i 30. srpnja 1964. održano savjetovanje Studijskog komiteta za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE. Savjetovanju je prisustvovalo 16 predstavnika zainteresiranih organizacija elektroprivrede, fakulteta, samostalnih instituta, elektroindustrije i projektnih organizacija. Savjetovanje je otvorio predsjednik inž. Edvard Höfler. Na njegov prijedlog prihvaćen je slijedeći

Dnevni red

A. Problemi zaštite

1. Zaštita elektrana efektivno uzemljenog sistema od rada pod režimom zemljospoja u mreži sa izoliranim zvjezdištem. (Referat inž. F. Božuta).

2. Zaštita 35/30 kV distributivne mreže u uslovima uzemljenja zvjezdišta preko malog otpora. (Referat inž. V. Hangi).

3. Frekventni releji u zaštiti i automatskom frekventnom rasterećenju. (Referat inž. F. Ilar).

B. Lokalna automatizacija postrojenja

1. Problematika automatskog uklapanja i isklapanja paralelno priključenih transformatora (Referat inž. A. Kurnik, inž. M. Kramar).

2. Automatska regulacija napona. (Referat inž. F. Gosar).

C. Izvještaji

1. Izvještaj: Ponašanje relejne zaštite 1961—1962.

2. Izvještaj o zasjedanju CIGRE i Studijskog komiteta za zaštitu i releje CIGRE 1964. U Parizu.

3. Izvještaj Studijskog komiteta za VII stručno savjetovanje JUNAKO CIGRE (Sept. 1964. na Bledu).

D. Ostala pitanja

1. Koordinacija izolacije u svjetlu racionalizacije pri najvišim naponima elektroprivrednih sistema (Referat inž. F. Kranjc).

2. Domaći laboratorijski uređaji za određivanje karakteristika distantnih releja. (Referat inž. A. Kurnik).

3. Formuliranje odgovora na upitnik Studijskog komiteta br. 4 CIGRE — Paris.

4. Smjernice za daljnji rad, termin i mjesto za slijedeći sastanak Studijskog komiteta.

Konstatacije i zaključci

A. Problemi zaštite

1. *Zaštita elektrana efektivno uzemljenog sistema od rada pod režimom zemljospoja u mreži s izoliranim zvjezdištem.* U ovom referatu dan je slučaj iz prakse, kada je u elektrani ispao kruto uzemljen transformator 110/35 kV, a blok-transformatori nisu bili uzemljeni na strani 110 kV. Osim toga sa strane elektrane ostali su ukopčani neki vodovi 110, te je u takvom sistemu s izoliranim zvjezdištem 110 kV došlo do prenaponskih pojava. Nakon provedene analize doneseni su slijedeći zaključci:

Poželjno je da su u postrojenjima kruto uzemljena sva zvjezdišta strane 110 kV kako mrežnih tako i blok-transformatora. Ukoliko su struje jednopolnog kratkog spoja nedopustivo visoke, potrebno je smanjiti struju jednopolnog kratkog spoja do dozvoljene vrijednosti otvaranjem nekih od zvjezdišta.

U slučaju da u postrojenju ostane uzemljen samo jedan transformator, rješenje treba potražiti u primjeni zemljospojne zaštite koja bi isključivala vodove 110 kV.

Ukoliko neke elektroprivredne organizacije sprovedu daljnja ispitivanja ovog problema, dostavit će dobivene rezultate ovom Studijskom komitetu za slijedeći sastanak.

Preporučuje se članovima komiteta da razmotre zaštitu od zemljospoja preko otpora visokonaponske vrijednosti.

2. *Zaštita distributivne mreže 35/30 kV u uslovima uzemljenja zvjezdišta preko malog otpora.* Uzemljivanje zvjezdišta sistema 35 kV preko otpora malog iznosa vrlo je aktuelno, pa će se i dalje studirati, kao i odgovarajuća zaštita u ovoj mreži. Članovi Studijskog komiteta primit će zbog toga postojeće upute francuske elektroprivrede. Prihvaćena je obaveza da će se pripremiti prijedlog za izbor otpora.

3. *Frekventni releji u zaštiti i automatskom frekventnom rasterećenju.* Ugradnja podfrekventnih releja u našoj visokonaponskoj mreži postala je nužno potrebna, a dosadašnji rezultati vrlo dobri. Sa zadovoljstvom je primljena obavijest da je domaća industrija izradila prototip releja s karakteristikama koje odgovaraju postavljenim zahtjevima.

Preuzeta je obaveza, da se do narednog sastanka ovog komiteta ispita svrsishodnost upotrebe nadfrekventnih releja za zaštitu generatora.

B. Lokalna automatizacija postrojenja

1. *Problematika automatskog uklapanja i isklapanja paralelno priključenih transformatora.* Prisutni misle da ova automatika ne dolazi u obzir kod transformatorskih stanica sa smjenskom službom, kao i čuvanih, pa se predlaže da ova automatika ukapča drugi transformator kada jedan ispadne djelovanjem zaštite od unutarnjih kvarova (diferencijalna, kotlovska, Buchholz).

2. *Automatska regulacija napona.* Za automatsku regulaciju napona regulacionih transformatora vlada interes u okviru provođenja automatizacije transformatorskih stanica. Karakteristike regulatora domaće

proizvodnje odgovaraju sadašnjim zahtjevima elektroprivrede. Tvornica »Iskra« obavijestit će o mogućim rokovima isporuke prve serije regulatora napona.

C. Izvještaji

1. Izvještaj relejne zaštite 1961—1962. Članovima komiteta iznesen je opširan izvještaj o djelovanju zaštitnih uređaja vodova za 1962., te djelovanje uređaja za ponovo ukopčanje i zaštitnih uređaja generatora i transformatora za 1961. i 1962.. Konstatirano je da je broj proračivanja zaštitnih uređaja razmjerno vrlo velik, naročito ako se uspoređuje sa sličnim analizama djelovanja zaštitnih uređaja u drugim zemljama (podatke obradio ing. Golubović). Podaci su interesantni pa se iznose na kraju ove tačke tabelarno.

Dogovoreno je da treba bolje analizirati rad svih preventivnih zaštitnih uređaja, koji bitno utječu na kvalitet rada zaštitnih uređaja. O nejasnim pitanjima u pogledu kriterija ocjenjivanja rada zaštite treba konzultirati sekretarijat Studijskog komiteta. Zbirne statističke podake o radu zašitnih uređaja davat će se odvojeno za generatore i transformatore.

Statističke podatke o djelovanju zaštitnih uređaja po republičkim elektroprivrednim organizacijama preporuča se voditi na jedinstven način i to kako je prihvatio ovaj Studijski komitet, a koji je prilagođen međunarodnim preporukama. To bi dakako olakšalo i ubrzalo rad po republikama, te bi se lakše i brže sastavljale sumarne analize za cijelu zemlju.

Sekretarijat Studijskog komiteta sakupit će i objaviti statističke podatke i analizu rada zaštite i za 1963, kod čega se i ovaj puta očekuje materijalna pomoć Zajednice jugoslavenske elektroprivrede.

Usporedbena tablica djelovanja zaštitnih uređaja u 1962.

Područje	Broj uređaja	Djelovanja	Ispravna djelovanja	3/2	4/2	6/5
1	2	3	4	5	6	7
Mreže 110 kV 1962.						
Srbija	76	528	370	7,9	5,5	0,7
BiH	38	556	294	9,4	7,7	0,82
Hrvatska	53	507	443	9,6	8,4	0,87
Slovenija	58	172	117	2,96	2,02	0,68
Makedonija	12	100	70	8,3	5.8	0,7
Crna Gora	11	81	53	7,3	4,8	0,66
Jugosl. 110 kV 1962.	239	1744	1347	7,3	5,6	0,77
Jugosl. 220 kV 1962.	6	114	87	19	14,5	0,76
Ostale zemlje						
Njemačka 1961.	253	381	345	1,51	1,36	0,9
Francuska 1961	655	5391	4969	8,24	7,60	0,92
Francuska 1962	774	4948	4560	6,68	5,90	0,882
Poljska 1961.	570	2477	1996	4,34	4,16	0,958
Poljska 1962.	613	2392	1755	3,9	3,76	0,965

2. Izvještaj o zasjedanju CIGRE i Studijskog komiteta za zaštitu i releje CIGRE 1964. u Parizu. Izvještaj je podnio ing. M. Golubović i to o referatima i diskusijama po pitanjima relejne zaštite, kao i o sastanku Studijskog komiteta br. 4 za zaštitu i releje.

3. Izvještaj Studijskog komiteta za VII stručno savjetovanje JUNAKO CIGRE na Bledu. Sekretarijat je dao obavezu da će za savjetovanje na Bledu pripremiti izvještaj o aktivnosti komiteta od savjetovanja u Budvi 1962.

D. Ostala pitanja

1. Koordinacija izolacije u svjetlu racionalizacije, pri najvišim naponima elektroprivrednih sistema. Referat je pobudio interes zbog teškoća koje ima naša elektroprivreda u vezi prenaponske zaštite.

Za slijedeći sastanak ovog komiteta predstavnik tvornice »Rade Končar« iznijet će stav tvornice u vezi ispitivanja transformatora s udarnim naponima, a komitet smatra da bi ovakovo ispitivanje bilo opravdano i to zbog koordinacije napona.

U vezi izgradnje analizatora za prijelazne pojave komitet smatra, da bi jedan ovakav analizator bio svakako potreban u našoj zemlji.

Do slijedećeg sastanka komiteta autor referata će pripremiti referat o ispitivanju prenaponskih pojava direktno na samoj mreži.

2. Domaći laboratorijski uređaj za određivanje karakteristika distantnih releja. Referat daje informacije o karakteristikama novog laboratorijskog uređaja tvornice »Iskra«.

Zavod za automatizaciju u Ljubljani obavijestit će Zajednice elektroprivrednih poduzeća o mogućnostima ispitivanja svih karakteristika distantnih kao i drugih releja na ovom ispitnom stolu, te ih upoznati s uslovima pod kojima će se takova ispitivanja vršiti. U ispitivanjima će moći učestvovati i predstavnik naručioca.

3. Formuliranje odgovora na upitnik Studijskog komiteta br. 4 CIGRE — Paris. U posljednje vrijeme pojačana je suradnja našeg Studijskog komiteta sa Studijskim komitetom br. 4 međunarodne organizacije CIGRE.

Na ovom sastanku pregledani su upitnici i formulari za komitet br. 4, te formuliran veći dio odgovora. Elektroprivredne organizacije dostavit će naknadno ostale odgovore ing. Goluboviću, jugoslavenskom članu ovog komiteta. Upitnici se odnose na niz pitanja s područja zaštitnih uređaja, tako npr. zaštite sabirnica, statističke podatke o kvarovima, probleme tranzistorizacije zaštitnih releja itd.

4. Smjernice za daljnji rad, termin i mjesto za slijedeći sastanak Studijskog komiteta. Budući rad komiteta bit će usmjeren donesenim zaključcima. U vezi prijedloga inž. Kranjca, o formiranju posebnog studijskog komiteta za koordinaciju izolacije, ovaj komitet utvrđuje, da je za osnivanje novih studijskih komiteta nadležan upravni odbor JUNAKO CIGRE. Do osnivanja novog studijskog komiteta, Studijski komitet za zaštitu i releje smatra korisnim da obuhvaća i ovu problematiku.

U pogledu mjesta i datuma slijedećeg sastanka Studijskog komiteta za zaštitu i releje, jednoglasno je prihvaćen prijedlog predstavnika Elektrostopanske zajednice Makedonije, da se sastanak održi u Skopju. Ovaj sastanak se predviđa sredinom marta 1965.

V. Hangi, dipl. ing.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

DK 621.314.21
Developments in the design of large power transformers
Razvoj u projektiranju transformatora velike snage
H. W. Kerr
Proc. IEE Power Record 3 (1964), lipanj, 823—832

DK 621.314.21
Calculation of transient voltages in a transformer connected to a transmission line
Proračun prijelaznih napona u transformatoru priključenom na prijenosni vod
V. Lovass
Proc. IEE 3 (1964), lipanj, 1133—1136

DK 621.314.2
Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden an Transformatoren und Wandlern in Mittelspannungsnetzen
Mjere za izbjegavanje šteta na energetskim i mjernim transformatorima u mrežama srednjih napona
S. Schurig
Energietechnik 14 (1964), br. 6, 255—260

DK 621.314.63
Neue Bauformen für stromstarke Siliziumgleichrichteranlagen
Novi tipovi silicijskih ispravljačkih uređaja za velike struje
Siemens—Z. 38 (1964), br. 6, 442—450

DK 621.315.172
Die Ketten-Anschlußarmaturen elektrischer Freileitungen
Lančaste priključne armature električnih nadzemnih vodova
F. Knill
ÖZE 17 (1964), br. 5, 210—224

DK 621.315.61
Elektrische Zeitfestigkeiten der Isolierstoffe gegen Feuchtigkeit und Lichtbögen
Vremenska električna čvrstoća izolacionih materijala prema vlagi i električnom luku
N. Horst
ETZ—A 85 (1964), br. 12, 361—370

DK 621.315.145
Alterungsschäden an Seilen, Klemmen und Verbindern
Štete od starenja na užetima, stezaljkama i spojnicama
K. Oehmichen
Energietecnik 14 (1964), br. 6, 261—266

DK 621.315
Perspektivy osuščestvlenija vysokočastotnoj svjazi po linijam 750 kV
Perspektive otvaranja visokofrekventnih veza na vodovima 750 kV
Ja. L. Buhovskij
Električeskie stancii 35 (1964), br. 6, 63—65

DK 621.315.177
Opredelenie mest povreždenija na linijah elektroperedači 500 kV
Određivanje mjesta kvara na vodovima 500 kV
V. A. Verškov
Električeskie stancii 35 (1964), br. 6, 51—54

DK 621.315.17
Izmerenie parametrov molnii na oporah dvuhcepnyh linij elektroperedači 220 kV
Mjerenje parametra munje na stupovima dvostrukih vodova mreže 220 kV
B. B. Bočkvskij
Električeskie stancii 35 (1964), br. 6, 47—51

DK 621.315.2
Effects of High Temperatures on P. V. C. Componds for Cables
Utjecaj visokih temperatura na kabelske kompaund smjese od polivinil-klorida
V. Rodman
Electrical Rewiew 174 (1964), br. 21, 786—790

DK 621.316.1.004.6
Die Entwicklung des Störungs- und Schadengeschehens in elektrischen Netzen der öffentlichen Energieversorgung der DDR (Nennspannung 1 bis 60 kV)
Razvoj smetnji i šteta u električnim mrežama javne opskrbe energijom DR Njemačke (nazivni napon 1 do 60 kV)
G. Runge
Energiteyhnik 14 (1964), br. 6, 242—252

DK 621.316.54:537—73
Einsatz und Wartung von Mittelspannungsschaltegeräten
Upotreba i uzdržavanje srednjenaponskih rasklopnih aparata
H. Friedrich
Energiteyhnik 14 (1964), br. 252—255

DK 621.316.933
Ventiljnye razrjadniki dlja zaščity ot prenaprjaženij razzemlennyh nejtralej transformatov 110—220 kV
Ventilski odvodnici za zaštitu od prenapona uzemljenih transformatora 110—220 kV s uzemljenom neutralom
D. V. Šišman
Električeskie stancii 35 (1964), br. 6, 38—40

DK 621.54—213.44
Explosionsgeschützte Schaltgeräte und Niederspannungs-Verteilungen
Rasklopni uređaji zaštićeni od eksplozije za niskonaponsku razdiobu
L. Botz
BBC Nachrichten 46 (1964), br. 6/7, 339—343

DK 621.316.57.064.1
Die transienten Einschwingvorgänge bei dreiphasigen Abstandskurzschlüssen
Prijelazno utitravanje kod trofaznih distantnih kratkih spojeva
A. Eidinger
BBC Mitt. 51 (1964), br. 5, 303—319

DK 621.365.4
Die elektrische Raumheizung 1964
Električno grijanje prostorija
P. Borstelmann
Elektrowärme 22 (1964), br. 4, 118—124

DK 621.365.4
Elektrische Heißwasserbereiter
Električni aparat za pripremu tople vode
J. Schwarz
Elektrowärme 22 (1964), br. 4, 116—118

DK 621.362
Die direkte Umwandlung von Wärme in elektrische Energie mittels thermionischer Konverter
Direktno pretvaranje topline u električnu energiju pomoću termionskog pretvarača
Atomkern Energie 9 (1964), br. 5/6, 219—225

DK 621.398
Die Fernwirktechnik in Stromversorgungsnetzen
Daljinsko djelovanje u mrežama jake struje
W. Hening
ETZ-A 85 (1964), br. 11, 321—325

DK 681.14—523
Datenverarbeitungslage mit Mikroelektronik
Uređaj za preradu podataka pomoću mikroelektronike
S. Pruskil
Elektronik 13 (1964), br. 6, 181—182

DK 697.27
Erfahrung mit der elektrischen Speicherheizung in Deutschland
Iskustva s električnim akumulacionim grijanjem u Njemačkoj
P. Borstelmannn
Energie 16 (1964), br. 5, 190—192

DK 33 : 621.315.1 : 624.041
Rechtsgrundlagen der Vorlage und Prüfung von Standsicherheitsnachweisen für Freileitungsanlagen
Pravne podloge zakonskih prijedloga i ispitivanja statičke sigurnosti dalekovoda
G. Butze
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 18, 648—651

DK 338.40 : 621.3
Nektorye voprosy primenenija verojatnostnyh i statističeskih metodov v energetike
Neka pitanja primjene metode vjerojatnosti i statistike u energetici
I. A. Syromjatnikov
Električestvo 84 (1964), br. 8, 45—47

DK 534.831—7 : 621.314.2
Über Oberschwingungen in der Schallabstrahlung von Transformatoren
Viši harmonički titraji u zvučnom zračenju transformatora
R. Ruhlmann
ETZ-A 85 (1964), br. 14, 430—434

DK 620.9
Verluste: Von der Energiequelle bis zum Verbraucher
Gubici: Od izvora energije do potrošača
A. Kroms
Bull. SEV 55 (1964), br. 15, 767—775.

DK 621.126.933.6
Der Schutz gegen elektrische Unfälle in Abnehmeanlage des Ortsnetzs
Zaštita od nesreće u potrošačkim postrojenjima mjesnih mreža
O. Mai
Institut f. Energetik Mitt. (1964), br. 632, 91—101.

DK 621.224(047.1)
Wasserturbinen, Speicherpumpen und Wasserturbinen--Regler
Vodne turbine, akumulacione pumpe i regulatori vodnih turbina
G. Hutarew
VDI—Z. 106 (1964), br. 22, 1127—1132.

DK 621.3.064.4
Über die Wanderung von Hochstromlichtbögen in engen Spalten
O kretanju lukova velike jakosti struje u uskim procjepima
J. Salge
ETZ—A 85 (1964), br. 14, 417—425.

DK 621.3.064.185.4 : 621.316.992
Erdseile als Mittel zur Verbesserung der einpoligen Schnellwiedereinschaltung von langen Höchstspannungsleitungen
Dozemna užeta kao sredstva za poboljšanje jednopolnog ponovnog brzog uklapanja dugačkih vodova vrlo visokog napona
D. Jahn
Energietechnik 14 (1964), br. 7, 321—325.

DK 621.3.051.2
Ob avarii na linii elektroperedači 110 kV
O kvaru na vodu 110 kV
A. Ja. Lepilin
Energetik 12 (1964), br. 7, 32—33.

DK 621.3.053
Rasčet složnyh zazemlitelej v neodnorodnyh gruntah
Proračun složenih uzemljivača u nehomogenim zemljištima
V. V. Burgsdorf
Električestvo 84 (1964), br. 9, 7—11.

DK 621.3.011.1
Obščie uravnenija dlja rasčeta električeskih cepej s pomoćju grafov
Opće jednadžbe za proračunavanje električnih mreža pomoću grafova
P. A. Ionkin
Električestvo 84 (1964), br. 8, 27—31.

DK 621.3.016.2
Uproščenie rasčetnyh vyraženij dlja častičnyh ydeljnyh potery moščnosti
Pojednostavnjenje proračunskih izraza za određivanje djelomičnih specifičnih gubitaka snaga
V. V. Kantan
Električestvo 84 (1964), br. 8, 38—39.

DK 621.31.003 (43) : 657.47 : 338.932
Die Zukunft der Stromerzeugung und das unternehmerische Risiko der Elektrizitätswirtschaft
Budućnost proizvodnje električne energije i poduzetnički riziko elektroprivrede
P. G. Kulp
VDI—Z. 106 (1964), br. 24, str. 1206.

DK 621.311.42 (436.14—12)
Das Umspannwerk Wien-Südost der Verbundgesellschaft
Transformatorska stanica Beč-jugoistok poduzeća »Verbundgesellschaft«
K. Moraw
E. u. M. 81 (1964), br. 13, 329—336.

DK 621.311 (430)
Tagesfragen der Elektrizitätswirtschaft
Dnevna pitanja elektroprivrede
W. Strahringer
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 14, 481—485.

DK 621.311.154
Berechnungsverfahren für die Bestimmung der Versorgungssicherheit in elektrischen Energienetzen
Metode računanja za određivanje sigurnosti opskrbe u elektroenergetskim mrežama
F. W. Kloeppel
Energietechnik 14 (1964), br. 7, 289—296.

DK 621.313.32 : 621.3.016.025
Über die Eignung elektrischer Schenkelpol-Synchronmaschinen für Abgabe und Aufnahme von Blindleistung
O pogodnosti električnih sinhronih strojeva s istaknutim polovima za davanje i uzimanje jalove snage
G. Hagedorn
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 18, 640—644.

DK 621.313.322—81 : 621.316.925
K voprosy o zaščite moščnyh turbogeneratorov ot tokov obratnoj posledovateljnosti
O pitanjima zaštite velikih turbogeneratora od struja inverznog sistema
N. T. Smertin
Električeskie stancii 35 (1964), br. 8, 45—49.

DK 621.314.21
Ein Transformator-Prototyp für 750 kV
Prototip transformatora za 750 kV
H. Lutz
Bull. Oerlikon (1964), br. 357—358, 13—18.

DK 621.314.2 : 621.317.384.015.532
Koronamessungen an Transformatoren
Mjerenja korone na transformatorima
R. Thyen
Siemens-Z. 38 (1964), br. 7, 541—548.

DK 621.314.2.027.8
Die 110-kV-Einspeisung in das Mittelspannungsnetz
Napajanje srednjenaponske mreže sa 110 kV
W. Hillig
Energietechnik 14 (1964), br. 7, 301—308.

DK 621.314.214.332.062.8
Die Lastumschaltung bei Stufentransformatoren mit Hilfe von stromsteuernden Transduktoren
Preklapanje opterećenja kod stepenastih transformatora pomoću transduktora koji reguliraju struju
W. Stein
ETZ—A 85 (1964), br. 16, 484—490.

DK 621.314.212
O profilaktičeskih ispytanijah izoljacii transformatorov
O profilaktičnom ispitivanju izolacije transformatora
V. V. Pučkovskij
Električeskie stancii 35 (1964), br. 6, 36—38.

DK 621.314.223
Povyšenie moščnosti avtotransformatornoj grupy
Povišenje snage grupe autotransformatora
G. I. Kurcvajlj
Električeskie stancii 35 (1964), br. 8, 49—53.

DK 621.315.624.5
Störungen und Schäden an Langstabisolatoren im Jahre 1962
Smetnje i štete na dugačkim štapnim izolatorima u 1962.
G. Bäsel
Institut f. Energetik Mitt. (1964), br. 62, 76—81.

DK 621.315.2.013.7
Beeinflussung von Mess- und Steuerkabeln durch Starkstromkabel
Utjecaj energetskih kabela na mjerne i upravljačke kabele
D. Schaller
Institut f. Energetik Mitt. (1964), br. 60, 611—616.

DK 621.315.17
Montaž provodov linii elektroperedači 35 kV pod naprjaženijem
Montaža vodiča vodova 35 kV pod naponom
V. F. Saveljev
Energetik 12 (1964), br. 8, 15—16

DK 621.315.177
Opredelenie mest povreždenija na linijah elektroperedači 500 kV
Određivanje mjesta kvarova na zračnim vodovima 500 kV
V. A. Verškov
Električeskie stancii 35 (1964), br. 6, 51—54.

DK 621.315.17+551.4
Izmerenie parametrov molnii na oporah dvuhcepnyh linii elektroperedači 220 kV

Određivanje parametara munja na stupovima dvostrukih prijenosa vodova 220 kV
B. B. Bočkovskij
Električeskie stancii 35 (1964) br. 6, 47—51.

DK 621.315.668.3
Zakreplenie železobetonnyh opor linij 110—330 kV
Učvršćivanje armirano-betonskih stupova vodova 110—330 kV
D. E. Vinogradov
Električeskie stancii 35 (1964), br. 7, 41—45.

DK 621.315.62
Vlijanie očistki izoljatorov atmosfernoj vlagoj na ih razrjadnye harakteristiki
Utjecaj čišćenja izolatora atmosferskom vlagom na njihove karakteristike preskoka
E. V. Korbut
Električeskie stancii 35 (1964), br. 8, 58—62.

DK 621.315.177 : 621.319.5
Izmerenia zatuhanija dvuhcepnoj linii 110 kV pri različnyh vidah korotkih zamykanij
Mjerenja prigušenja dvostrukih vodova 110 kV pri raznim slučajevima kratkih spojeva
.G V. Mikuckij
Električeskie stancii 35 (1964), br. 7, 74—77.

DK 621.316.54.064.2 : 621.3.024
Ausschalten von Gleichstrom
Isklapanje istosmjerne struje
D. Reul
Siemens—Z. 38 (1964), br. 7, 534—541.

DK 621.316.54.064 : 621.315.1
Schaltvorgänge auf Leitung und zweidimensionale Laplace—Transformation
Prijelazne pojave na vodovima i dvodimenzionalne Laplaceove transformacije
R. Brüderlink
ETZ—A 85 (1964), br. 15, 458—463.

DK 621.316.1
Rückwirkungen von Lichtbogenöfen auf die Betriebsverhältnisse von Verteilnetzen
Povratno djelovanje lučnih peći na pogonske prilike u razdjelnim mrežama
P. Senn
Bull. SEV 55 (1964), br. 14, 683—685.

DK 621.316.11.027.5
Aufbau und Gestaltung von Mittel- und Niederspannungsnetzen
Izgradnja i oblikovanje srednjenaponskih i niskonaponskih mreža
M. Drobisch
Energietechnik 14 (1964), br. 7, 297—301.

DK 621.316.933.4
Beinflussung der Stossansprechspannung eines Ableiters durch den Momentanwert der Betriebsspannung
Utjecaj momentane vrijednosti pogonskog napona na proradni udarni napon odvodnika
E. Sarbach
BBC Mitt. 51 (1964), br. 6, 358—362

DK 621.316.344.004
Ob ekspluatacii komplektnyh raspredeliteljnyh ustrojstv naprjaženiem 3—10 kV
O eksploataciji kompletnih razvodnih postrojenja 3—10 kV
M. L. Rabinovič
Energetik 12 (1964), br. 7, 25—27.

DK 621.316.933
Ventiljnye razrjadniki dlja zaščity ot perenaprjaženij razzemlennyh neitralej transformatorov 110—220 kV
Ventilni odvodnici prenapona u zaštiti neutralne tačke transformatora 110—220 kV
D. V. Šišman
Električeskie stancii 35 (1964), br. 6, 38—40.

DK 621.316.98
O metodah rasčeta molniezaščitnyh ustrojstv
O metodama proračuna uređaja za zaštitu od atmosferskih prenapona
V. V. Žuravlev
Električeskie stancii 35 (1964), br. 7, 61—65.

DK 621.316.925.45
Trehstupenčataja distancionnaja zaščita na poluprovodnikovyh priborah
Trostepena distancna zaštita pomoću uređaja s poluvodičima
V. A. Aljštuller
Električeskie stancii 35 (1964), br. 8, 63—68.

DK 621.317.333.6
Vergleich verschiedener Prüfverfahren zum Bestimmen der Kriechstromfestigkeit
Usporedba različitih ispitnih postupaka za određivanje čvrstoće na površinsku struju
M. Voss
ETZ—B 16 (1964), br. 18, 548—551.

DK 621.317.2.027.3.001.1
Bemessungsgleichungen zur Projektierung von Hochspannungsprüfanlagen
Jednadžbe za dimenzioniranje kod projektiranja visokonaponskih ispitnih uređaja
K. Wenzel
ETZ—A 85 (1964), br. 15, 469—470.

DK 621.327.534.15.077
Konstruktionsprinzipien und Schaltungen moderner Vorschaltgeräte
Principi konstruiranja i spojevi modernih predspojnih aparata
J. Wunderli
Bull. SEV 55 (1964), br. 14, 671—675.

DK 654 : 621.315
Perspektivy osuščestvlenija vysokočastotnoj svjazi po linijam 750 kV
Perspektive ostvarenja visokofrekventnih veza na vodovima 750 kV
Ja. L. Byhovskij
Električeskie stancii 35 (1964), br. 6, 63—65.

DK 658.26 : 621.3.015.2
Ob optimaljnom raspredelenii kondesatorov v setjah promyšlennyh predprijatij

O optimalnom raspoređivanju kondenzatora u industrijskim pogonskim mrežama
S. I. Zuhovickij
Električestvo 84 (1964), br. 7, 35—38.

DK 678.742 : 620.193.918.6
Ein Beitrag zur Messung der Alterung von Polyäthylen-Folien unter dem Einfluss einer 50-Hz-Gasentladung
Prilog mjerenju stvaranja polietilenskih folija pod utjecajem izbijanja u plinu kod frekvencije 50 Hz
H. Edelmann
ETZ—A 85 (1964), br. 14, 434—439.

DK 061.3 : 697.9
Klimatechnik im Hoch- und Wohnungsbau
Tehnika klimatizacije u visokogradnjama i stambenim zgradama
G. Schlee
Heiz. — Lüft. — Haustechn. 15 (1964), br. 7, 261—262.

DK 697.27
Technische und wirtschaftliche Möglichkeiten der elektrischen Raumheizung
Tehničke i ekonomske mogućnosti električnog prostornog grijanja
B. Stoy
Energie 16 (1964), br. 8, 301—307.

DK 681.142.8—523.8—181.4
Elektronische Kleinrechenanlagen. Anforderungen, Leistung und wirtschaftliche Bedeutung
Mali elektronski računski uređaji. Zahtjevi, snaga i ekonomsko značenje
O. W. Eggerdinger
E. u. M. 81 (1964), br. 13, 336—338.

DK 31 : 621.311
Wohnungen, Haushalte und Haushaltabnehmer
Stanovi, kućanstva i kućanski potrošači
F. Sardemann
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 6, 214—217

DK 621.11-53
Leistungsregelung bei Dampfkraftblöcken
Regulacija snage kod parnih blokova
W. Teichmann
Energietechnik 14 (1964), br. 8, 368—369

DK 621.165-53
Einheitsregelung für mittlere und grosse Dampfturbinen
Tipna regulacija za srednje i velike parne turbine
K. Speicher
Energietechnik 14 (1964), br. 8, 350—357

DK 621.165-7
Vereinfachung von Bedienung und Überwachung bei Dampfturbinen kleiner Leistung
Pojednostavnjenje posluživanja i čuvanja parnih turbina male snage
D. Murbe
Energietechnik 14 (1964), br. 8, 343—348

DK 621.3 : 64
Der Verbrauch elektrischer Energie österreichischer Haushalte 1961
Potrošnja električne energije austrijskih kućanstava 1961.
H. Grimm
ÖZE 17 (1964), b r.8, 466—472

DK 621.3.018.5
O predstavlenii asinhrono rabotajuščih generatorov v shemah zameščenija električeskih sistem pri približennom opredelenii parametrov asinhronnyh režimov
O prikazivanju generatora u nadomjesnim shemama električnih sistema, ako generatori rade asinhrono, uzimajući u obzir približno parametre asinhronog rada.
L. A. Žukov
Električestvo 84 (1964), br. 7, 1—7

DK 621.3.027 : 537.528 : 621.983
Hochspannungs-Explosionsverformung
Deformacije kod visokonaponske eksplozije
H. J. Mürtz
ETZ-B 16 (1964), br. 18, 529—535

DK 621.3.072. 2. 016.35 : 621.313.322
Stabilität der Spannungsregelung eines Schenkelpolgenerators im Selbsterregungsbereich
Stabilnost regulacije napona generatora s istaknutim polovima u području samoregulacije
K. Bloedt
ETZ-A 85 (1964), br. 18, 561-568

DK 621.31
Primenenie metoda otnositeljnyh prirostov pri rasčete optimaljnogo raspredelenija moščnostej v energosistemah s učetom ograničenij režima
Primjena metode relativnih prirasta kod proračuna optimalnog raspoređaja snaga u energetskim sistemima uzimajući u obzir ograničenost radnih uslova
K. A. Smirnov
Električestvo 84 (1964), br. 7, 18—23.

DK 621.31 : 621.9.03
Über elektrische Verfahren zur Hochleistungsumformung
O električnim postrojenjima kod pretvaranja velike snage
G. Pfestorf
ETZ-A 85 (1964), br. 18, 575—577.

DK 621.31
Numerical techniques in solution of powersystem load-flow problems
Numerička tehnika u rješavanju problema protjecanja tereta u elektroenergetskom sistemu
M. A. Laughton
Power Record 111 (1964), br. 7, 1575—1588.

DK 621.311.4
Impianti di terra per cabine di distribuzione: un nuovo sistema economico
Uzemljenje za transformatorske stanice, nova jeftina izvedba
E. Coppi
L'Energia Elettrica 49 (1964), br. 7, 531—534.

DK 621.311.1
O vozmožnostjah OAPV na elektroperedačah 500 kV dlinoj do 500 km s šuntirujuščim reaktorom
O mogućnostima OAPV (automatsko ponovno ukapčanje) na prijenosnim vodovima 500 kV do 500 km udaljenosti s paralelno priključenim reaktorima
A. S. Majkopar
Električestvo 84 (1964), br. 7, 32—34.

DK 621.311.1
Investigating Transmission Problems Up to 800 kV
Istraživanje problema prijenosa do 800 kV
Electrical Export Review 3 (1964), br. 3, P. 77.

DK 621.311 : 621.396
Fernwirktechnik und Elektrizitätsversorgung
Daljinsko djelovanje i elektroopskrba
W. Hennig
ETZ-B 16 (1964), br. 17, 497—499.

DK 621.311 (494)
Biskerige Elektrizitätswirtschaft der Schweiz und Ausblick in die Zukunft
Dosadašnja elektroprivreda Švicarske i pogled u budućnost
Ch. Aeschimann
Wasser u. Energiewirtschaft 56 (1964), br. 9-10, 279—283.

DK 621.311.4.027.5 : 621.316.9
Schutzprobleme in Mittelspannungsnetzen
Problemi zaštite u srednjenaponskim mrežama
R. Ulbricht
Energietechnik 14 (1964), br. 7, 314—321.

DK 621.311 (430) : 31
Die Belastungsentwicklung in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung der Bundesrepublik
Razvoj opterećenja u općoj elektroopskrbi SR Njemačke
K. D. Fischer
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 18, 633—637.

DK 621.311.1.004.68 (430.2-2.1)
Rekonstruktion und zukünftige Gestaltung des Berliner Verteilungsnetzes
Obnova i budući razvoj berlinske razdjelne mreže
G. Bach
Energietechnik 14 (1964), br. 7, 308—313.

DK 621.311.21.003.1
Die Ausbaugrösse von Wasserkraftwerken
Izgradna veličina hidroelektrana
G. Lottes
Siemens-Z. 38 (1964), br. 8, 601—607.

DK 621.311.22
Das Fernheizkraftwerk Pinkafeld
Toplana Pinkafeld
K. Müller
Energie Wirtschaft 5 (1964), br. 18, 30—43.

DK 621.311.21.003.1 : 621.221.4
Das Pumpspeicherwerk, ein Mittel zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Verbundbetriebs
Elektrana s pumpnom akumulacijom, sredstvo za povećanje ekonomičnosti vezanog pogona
K. Schäfer
Siemens-Z. 38 (1964), br. 8, 607—613.

DK 621.311.24
Betriebserfahrungen mit einer Windkraftanlage von 100 kV
Pogonska iskustva s elektranom na vjetar od 100 kV
BWK 16 (1964), br. 7, 333—340.

DK 621.311 : 621.398
Kritische Betrachtungen zur Fernsteuerung und Fernmessung
Kritičko razmatranje daljinskog upravljanja i mjerenja
M. Erich
Elektrizitätswirtschaft 63 (1964), br. 17, 609—613.

DK 621.314.21
Construction of Low-Loss Power Transformer Cores
Konstrukcija jezgri za učinske transformatore s malim gubicima
D. A. Bennett
Electrical Review 175 (1964), br. 5, 168—171.

DK 621.315.1
Non-Magnetic Suspensions Clamps for Overhead Power Lines
Nemagnetske ovjesne stezaljke za nadzemne vodove
V. T. Morgan
Electrical Review 175 (1964), br. 9, 314—317.

DK 621.315.1
Power Transmission at 750 kV Engineering in Russia
Prijenos energije sa 750 kV u SSSR-u
Electrical Review 175 (1964), br. 9, 321—322.

DK 621.315.1.027.8.011.2/.4 618.14-523.8
Symetrische Kenndaten von Hochspannungs-Freileitungen
Simetrične karakteristike visokonaponskih nadzemnih vodova
G. Weise
Institut f. Energetik Mitt. (1964), br. 60, 599—610.

DK 621.315.1 (047.1)
Freileitungen
Nadzemni vodovi
W. Philipps
ETZ-A 85 (1964) br. 16, 507—509.

DK 621.315.1
L'assestamento dei conduttori delle linee elettriche aeree
Povezivanje vodiča u visokonaponskim nadzemnim vodovima
E. Comellini
L'Energia Elettrica 49 (1964), br. 7, 515.530.

DK 621.315.2
400 kV Cables under Southampton water
Podvodni kabeli 400 kV u Southamptonu
Electrical Export Review 3 (1964), br. 3, P. 74.

Ivan Šimurina

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SRPANJ I KOLOVOZ 1964. GODINE

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. 1963.	193.928	37.457	966	16.734	194.894	54.191	46.169	– 57.806	17.365	254.813
10. 1963.	199.165	56.871	1.145	25.384	200.310	82.255	10.701	– 11.459	5.864	287.671
11. 1963.	112.658	61.789	967	21.261	113.625	83.050	80.705	2.345	– 5.264	274.461
12. 1963.	220.022	51.148	1.580	15.762	221.602	66.910	6.227	42.570	– 8.304	316.551
Ukupno 1963.	2,194.993	579.964	16.416	190.207	2,211.409	770.171	197.909	149.990	– 62.718	3,266.761
1. 1964.	196.057	65.926	1.220	13.278	197.277	79.204	– 48.376	92.259	– 140	320.224
2. 1964.	144.860	74.022	1.472	14.970	146.332	88.992	7.178	24.343	– 306	266.539
3. 1964.	212.955	58.396	2.236	17.598	215.191	75.994	– 17.846	26.199	– 4.249	295.289
4. 1964.	216.089	36.113	2.042	16.238	218.131	52.351	– 24.455	49.506	– 13.840	281.693
5. 1964.	188.812	41.432	1.265	16.688	190.077	58.100	17.377	10.986	413	276.953
6. 1964.	126.411	39.154	880	18.948	127.291	58.102	53.744	21.306	– 180	260.263
7. 1964.	66.991	63.541	908	17.522	67.899	80.063	69.788	42.810	+ 61	260.621
8. 1964.	80.253	73.476	679	17.403	80.932	90.879	69.682	26.566	+ 12	268.071
Ukupno 1 – 8. 1964.	1,232.528	452.060	10.702	132.645	1,243.130	583.685	127.092	293.975	– 18.229	2,229.653

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece srpanj i kolovoz 1964.

Obilježje		Naziv elektrane	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	Vinodol - Fužine	78,9	3.089	1.303	55.595	123,0	26,2	91,2	6,0	2,3	–	–
		Gojak	48,0	9.361	9.432	94.935	5,4	176,0	81,3	26,0	26,2	–	–
		Ozalj	5,1	–	–	11.530	–	–	72,0	–	–	–	–
		Kraljevac	67,0	2.178	723	48.073	81,2	185,6	49,0	4,4	2,0	–	–
		Peruća	42,0	5.248	7.506	68.540	39,4	52,7	61,5	17,3	25,0	–	–
		Split	108,0	40.875	56.114	850.444	55,8	65,6	90,7	24,4	34,9	–	–
		Manojlovac	20,5	6.240	5.175	82.304	80,5	82,5	87,1	34,0	29,0	–	–
		Jaruga	5,5	–	–	21.007	–	–	–	–	–	–	–
	TE	Zagreb TO	64,0	40.484	45.749	268.902	81,9	99,2	115,1	75,50	85,00	3.280	3.078
		Zagreb	17,0	–	945	9.199	–	–	187,0	–	7,06	–	6.942
		Jertovec	36,0	15.799	20.010	118.899	70,4	103,1	105,1	39,62	65,57	4.476	4.414
		Vlaška	8,0	3.753	3.209	26.952	133,8	81,0	175,0	72,00	61,61	5.475	5.217
		Rijeka	7,2	3.504	3.563	25.182	–	–	56,6	...	...	...	...
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	17,4	2.784	1.279	21.164	161,8	63,8	164,7	21,5	9,8	...	...
		Sladorana — Županja	3,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Jug. kombinat - Borovo	6,0	1.042	2.495	14.036	265,8	122,3	91,1	23,3	55,8	...	...
		Željezara — Sisak	5,5	3.118	2.757	24.555	87,1	75,9	95,7	76,2	67,3	...	...

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim, iskazan je u odnosu na 1963 g. = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta.

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece srpanj i kolovoz 1964

Elementi energetske bilance	Srpanj		Kolovoz		Od početka god.		Indeks 1963 = 100		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	130.547	47,0	150.166	51,8	1,645.630	64,0	74,0	78,9	89,0
Proizvodnja industrijskih elektrana	18.430	6,6	18.082	6,2	144.347	5,5	109,0	108,3	117,0
Ukupna proizvodnja u generatoru	148.977	53,6	168.248	58,0	1,789.977	69,5	78,0	81,1	90,5
Nabava elektr. energije od susjed. zaj.	129.305	46,4	120.640	42,0	743.173	29,1	130,0	123,4	121,3
Nabava elektr. energ. iz inozemstva	249	—	—	—	3.482	1,4	8,0	—	57,3
Ukupno raspoloživa elektr. energija	278.531	100,0	288.888	100,0	2,536.632	100,0	95,0	93,8	92,4
Vlastiti potrošak elektrana u sistemu	5 438	1,9	8.046	2,7	55.640	2,3	67,0	98,4	110,3
Vlastiti potrošak industr. elektrana	1.843	0,6	1.808	0,6	14.433	0,6	119,0	108,2	116,8
Ukupno raspolož., na pragu elektrana	271.250	97,5	279.034	96,7	2,466.559	97,1	95,0	93,6	96,8
(Dobava industr. elektrana u sistemu)	(1.203)	—	—	—	(1.203)	(0,4)	—	—	27,4
(Prag elektrana u sistemu)	(252.135)	(90,5)	(266.446)	(92,2)	(2,323.623)	(90,3)	(88,0)	(93,9)	(96,0)
Gubici prijenosa u sistemu	7.891	2,8	12.934	4,5	127.163	5,3	46,0	56,0	79,9
Gubici razvoda u sistemu	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna predaja el. en. potrošačima	263.359	94,7	266.100	92,2	2,339.396	91,8	99,0	96,7	103,0
Od toga:									
Predano susjednim zajednicama	16.707	6,0	24.330	8,3	321.409	86,6	50,0	58,5	86,5
Predano inozemstvu	88	0,3	12	—	19.681	25,0	—	0,3	25,6
Industrija vlastita opskrba	16.587	6,0	16.274	5,5	129.914	117,1	122,0	108,6	117,0
Potrošači u sistemu	229.977	82,4	225.484	78,4	1,868.392	109,6	111,0	104,4	108,0
Struktura potrošnje u sistemu ukupne prodaje potrošačima u sistemu									
Kućanstva (domaćinstva)	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Rasvjeta poslov. prostorija	...	..	...	...	...	...	...	...	...
Rasvjeta društv. prostorija	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Motori i aparati	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Poljoprivredni motori	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Javna rasvjeta	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Preprodavaoci	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna potrošnja na malo	...	...	...	...	..	...	...	...	...
Vodovod	...	...	..	...	...	...	...	...	...
Gradska električna vuča	...	...	...	..	...	...	...	...	...
Ukupna komunalna potrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ugljenokopi	..	...	..	...	...	...	...	...	...
Tvornica cementa	...	...	...	...	..	...	...	...	..
Ostala veća potrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
kod elektrokemije	...	...	...	...	...	...	...	...	...
kod elektrometalurgije	...	...	...	...	...	...	...	...	...
kod ostalih	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ukupna ostala velepotrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Karbid	11.048	3,9	8.126	2,8	81.603	3,2	—	—	—
Aluminij	9.437	3,4	9.400	3,3	83.613	3,2	67,0	52,0	87,3
Ostala elektrokemija	8.381	3,0	7.083	2,5	36.640	1,4	57,0	57,1	64,7
(Ukupno elektrokemija)	(28.866)	(10,3)	(24.609)	(8,6)	(201.856)	(7.8)	24,0	212,0	134,5
Ferolegure el. metalurgije	3.778	1,4	2.219	0,8	51.502	2,0	(66,0)	(69,4)	(80,8)
Elektrotoplina	2.408	0,8	2.703	0,9	20.236	0,9	38,0	21,8	51,5
Željez. elek. vuča	—	—	—	—	—	—	104,0	105,0	78,5
Melioracije	—	—	—	—	—	—	—	—	72,8
Ukupna specijalna velepotrošnja	35.052	12,5	29.531	(10,3)	(237.594)	10,7	69,0	61,0	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1964.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po narodnim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		B i H		Makedonija		Crna Gora	
		UKUPNO	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	7. 1964.	921	413	508	66	66	71	187	152	104	63	144	39	6	21	1
	8. 1964.	938	391	547	81	75	83	185	122	134	56	143	43	9	6	—
Indeks na bazi	7. 1963.	94	79	112	63	89	81	116	82	88	89	152	78	91	82	135
	8. 1963.	96	61	111	68	106	68	106	69	98	93	140	102	368	65	—

Proizvodnja ugljena za mjesece srpanj i kolovoz 1964.
Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — Sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1963 = 100		
		Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi Raša	58.680	62.860	511.900	87,0	80,5	89,3
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovački ugljen. Golubovec	4.826	4.606	38.728	85,4	80,7	87,1
	Rudnik — Pregrada	5.865	6.475	53.150	96,3	94,3	104,2
	Ostali	5.071	6.164	46.468	103,0	103,3	117,7
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	13.445	13.693	112.290	100,9	93,4	104,8
	Dalmacija: Rudnik Siverić	8.078	9.336	64.503	92,7	94,6	90,7
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.451	1.721	16.664	60,0	67,8	72,1
	Svega mrki	38.736	41.995	331.803	93,4	91,2	97.5
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-Ladanjski ugljen., Ivanec	30.299	29.571	237.817	98,3	87,3	93,5
	Zagorski rudnici, Konjšćina	9.501	10.472	82.553	97,6	93,6	90,5
	Rudnik lignita Poljanica	5.168	5.306	39.377	90,5	75.3	84,8
	Ostali	1.484	1.586	14.202	86,5	88,2	89,7
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica	7.670	7.753	59.796	102,3	89,5	81,3
	Ostali	5.923	6.269	45.674	164,9	157,2	132,2
	Ostala područja	923	1.573	9.543	167,8	329.1	140,5
	Svega lignita	60.962	62.530	488.962	102,3	93,3	93,5
	Ukupno sve vrste ugljena	158.378	167.385	1,332.665	94,0	87,6	92,8

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1964.

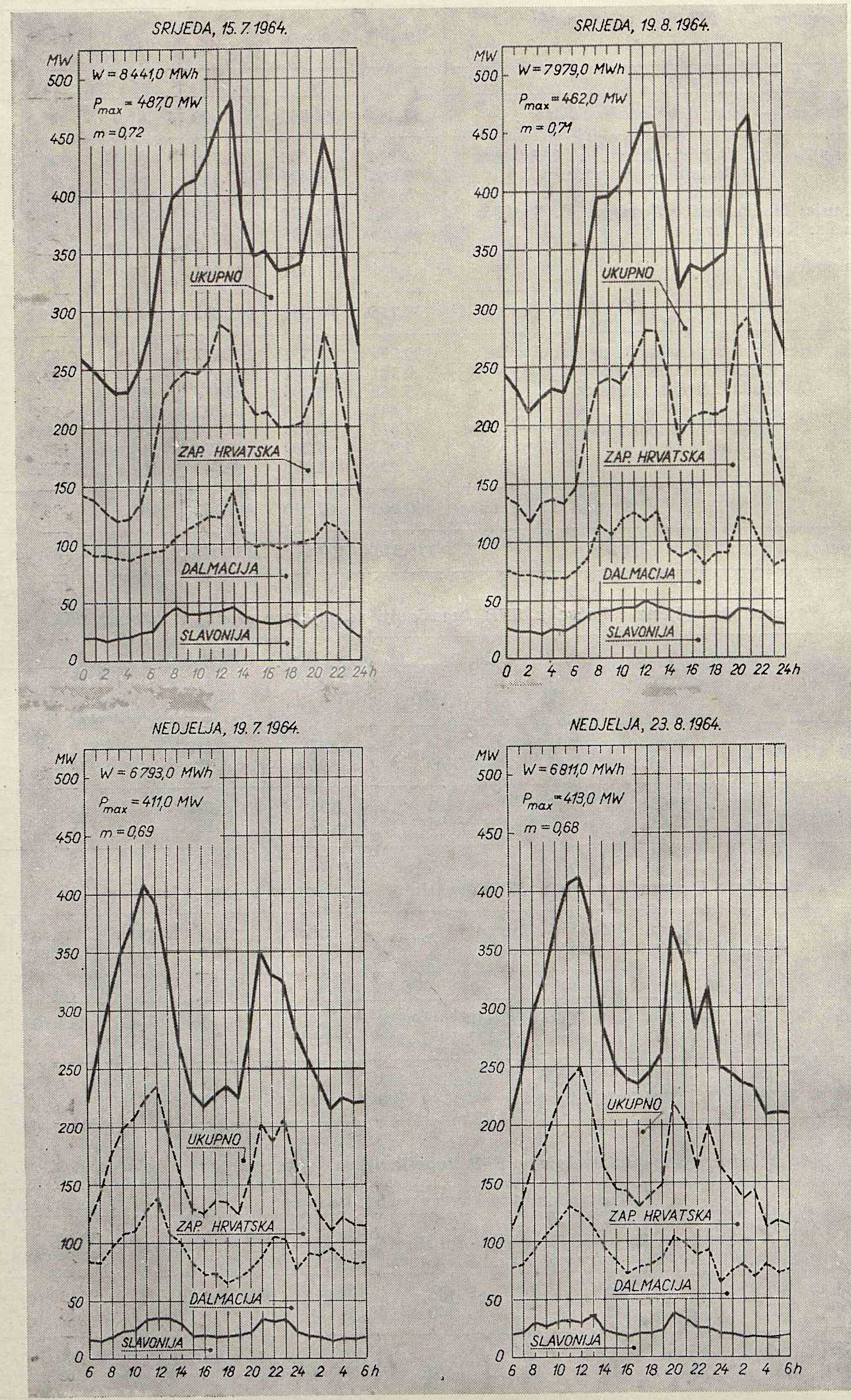
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kalorija)	Koks
Proizvodnja u 1000 t	7. 1964.	2.385	104	843	1.438	1.862	104
	8. 1964.	2.533	109	896	1.528	1.977	107
Indeks na bazi	7. 1963.	102	103	106	101	103	107
	8. 1963.	99	95	103	102	103	111

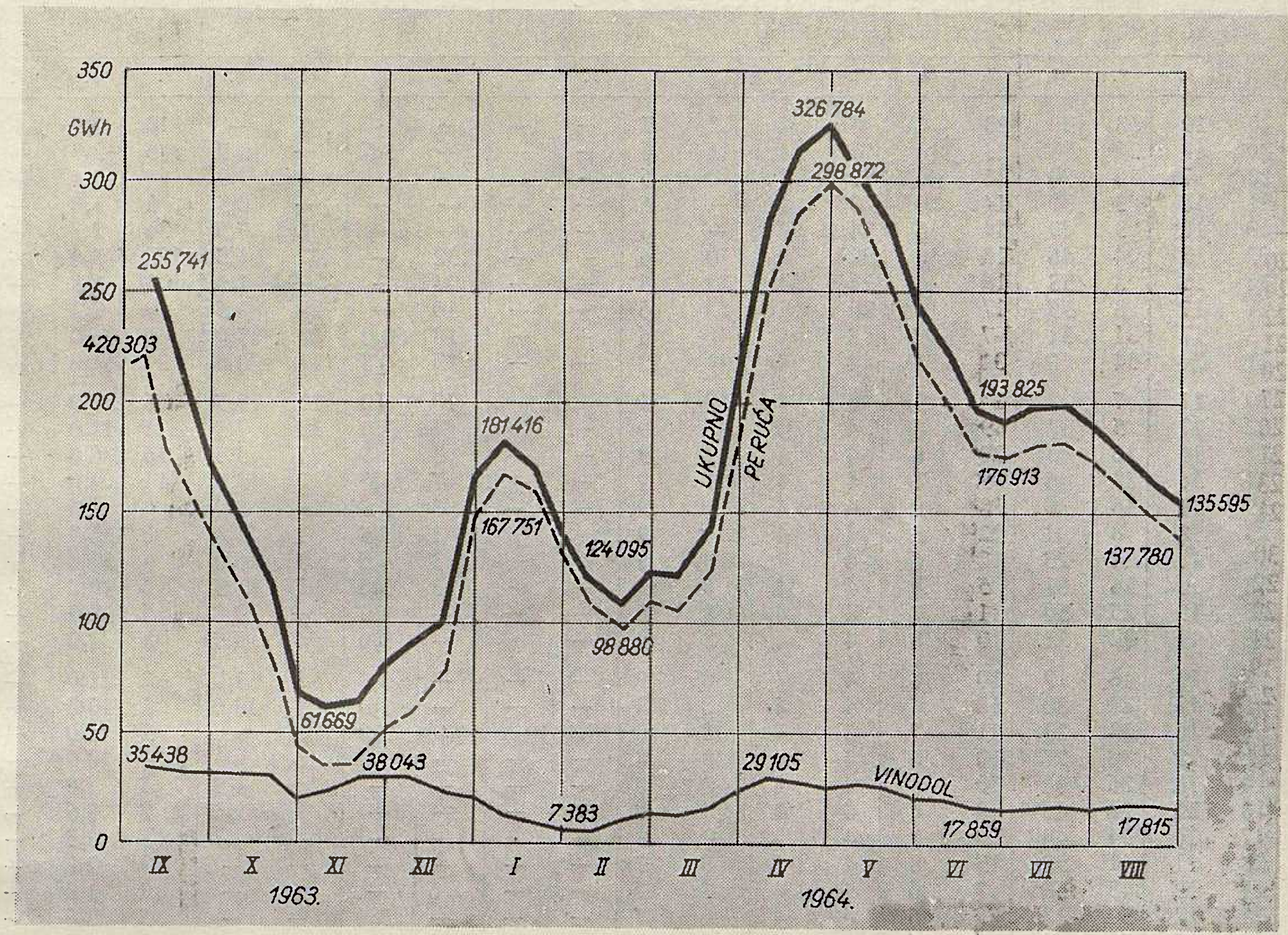
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1964.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Mazivna ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	7. 1964.	171.098	19.792	193.138	34.988	1.001	9.138	67.457	13.969	60.957
	8. 1964.	161.479	15.676	174.137	32.443	1.517	7.376	59.434	10.113	51.592
Indeks na bazi	7. 1963.	112	142	128	125	153	98	119	116	178
	8. 1963.	109	103	102	108	121	71	97	115	129

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1964.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
7. srpanj 1964.	109	109	102	107	115	129	104	107	115	101
8. kolovoz 1964.	113	113	111	112	119	121	98	113	116	108
7. srpanj 1963.	95	96	92	96	97	107	84	93	100	88
8. kolovoz 1963.	101	99	101	104	102	97	92	95	105	98


SRIJEDA, 15. 7. 1964.
W = 8 441,0 MWh
P_{max} = 487,0 MW
m = 0,72
SRIJEDA, 19. 8. 1964.
W = 7 979,0 MWh
P_{max} = 462,0 MW
m = 0,71
NEDJELJA, 19. 7. 1964.
W = 6 793,0 MWh
P_{max} = 411,0 MW
m = 0,69
NEDJELJA, 23. 8. 1964.
W = 6 811,0 MWh
P_{max} = 413,0 MW
m = 0,68
MW
UKUPNO
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece srpanj i kolovoz 1964.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1963.		VII i VIII mj. 1964. prema VII i VIII mj. 1963.		12 mjeseci 1964/63. prema mjesecima 1963/62.	
	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz
Ukupno SRH	100	100	100,5	101,9	105,6	102,6	106,1	105,6	110,9	109,4
Direktni potrošači	16,3	14,3	87,9	89,5	80,9	74,0	76,0	75,0	95,0	90,1
Distribucija	70,1	73,6	95,4	106,9	107,8	110,6	111,9	111,7	110,8	110,6
Industrija	...	...	...	...	...	...	..	...	...	...
Opća potrošnja	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Domaćinstvo	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..

NAPOMENA: Podaci koji nedostaju nisu zbog tehničkih razloga mogli biti prikupljeni

Srednji dnevni protoci vode za mjesece srpanj (7) i kolovoz (8) 1964 (m^3/sek)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrež.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz akumul. Peruća, Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u korito Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.
1	20	19	18	50	23	10	4	4	12	7	—	—	—	—	5	—	10	0,7	—	—
2	24	13	32	13	13	10	4	4	11	6	—	—	—	3,5	—	10,0	5	2,7	—	—
3	22	17	16	20	21	6	6	4	10	6	—	—	—	—	—	2,0	4	5,4	—	—
4	21	18	3	30	14	10	20	4	—	6	—	—	—	—	—	2,5	3	1,8	—	—
5	20	18	3	49	14	6	34	4	—	6	—	—	—	—	6,2	3,5	30	2,7	—	—
6	27	15	4	46	13	6	22	4	10	6	—	—	132	—	208	1,5	126	3,0	—	—
7	26	15	3	58	19	6	22	4	12	6	—	—	94	—	—	1,5	101	1,8	—	—
8	21	17	3	55	17	6	20	4	12	6	—	—	10	—	29	3,5	69	2,3	—	—
9	23	17	31	31	7	9	12	4	10	6	—	—	18	60,0	28	85,0	45	36,0	—	—
10	21	24	34	3	31	15	4	4	11	12	—	—	35	4,5	21	20,0	31	61,0	—	—
11	30	17	7	8	14	9	4	4	12	11	—	—	10	6,0	15	10,5	26	27,0	—	—
12	22	17	5	37	19	8	4	4	11	10	—	—	7	3,0	11	7,5	21	11,0	—	—
13	22	16	16	43	20	8	4	4	11	9	—	—	3	9,5	7	5,5	16	6,0	—	—
14	21	16	23	45	9	7	4	4	11	9	—	—	7	3,0	7	3,0	11	4,0	—	—
15	19	16	36	36	18	9	4	4	11	9	—	—	3	9,5	—	3,0	6	3,6	—	—
16	23	19	8	24	22	8	4	4	10	9	—	—	1	15,5	1	11,0	8	36,0	—	—
17	16	18	22	25	12	6	4	4	9	9	—	—	3	6,5	1	16,0	6	24,0	—	—
18	18	18	26	61	5	6	4	4	8	9	—	—	3	3,0	1	11,5	6	10,0	—	—
19	18	19	25	50	11	7	4	4	8	10	—	—	—	3.0	—	10,5	5	37,0	—	—
20	18	19	32	22	10	8	4	4	8	9	—	—	—	3,0	4	5,5	8	32,0	—	—
21	15	19	46	19	10	8	4	4	8	9	—	—	—	3,0	3	1,0	2	21,0	—	—
22	28	17	22	30	12	6	4	4	8	8	—	—	—	3,0	1	10,0	3	10,0	—	—
23	23	18	23	23	11	7	4	4	8	8	—	—	—	3,0	3	—	3	13,0	—	—
24	18	18	30	27	10	6	4	4	8	8	—	—	—	—	3	—	10	10,0	—	—
25	14	18	26	32	10	5	4	4	8	8	—	—	—	—	1	1,5	4	7,0	—	—
26	18	15	29	43	8	6	4	4	8	8	—	—	—	—	1	2,5	2	3,6	—	—
27	17	10	34	48	9	7	4	4	8	8	—	—	—	—	—	—	3	3,5	—	—
28	28	11	41	52	15	8	4	4	8	7	—	—	—	—	—	—	3	2,2	—	—
29	18	12	43	50	7	6	4	4	8	7	—	—	6	—	4	—	2	1,2	—	—
30	21	12	50	13	8	6	4	4	8	7	—	—	—	3,0	—	—	5	3,6	—	—
31	18	12	50	52	5	6	4	4	7	18	—	—	—	—	—	—	2	0,9	—	—
M. p.[1]	20,7	16,4	24,0	35,6	13,4	7,4	7,4	4	9	9	—	—	10	5	13	7	19	12	—	—

[1] M. p. = mjesečni prosjek

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ
ZA MJESECE RUJAN I LISTOPAD 1964.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru						Razmjena			Ukupno (5-9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11. 1963.	112.658	61.789	967	21.261	113.625	83.050	80.705	2.345	— 5.264	274.461
12. 1963.	220.022	51.148	1.580	15.762	221.602	66.910	6.227	42.570	— 8.304	316.551
Ukupno 1963.	2,194 993	579.964	16.416	190.207	2,211.409	770.171	197.909	149.900	— 62.718	3.266.761
1. 1964.	196.057	65.926	1.220	13.278	197.277	79.207	— 48.376	92.259	— 140	320.224
2. 1964.	144.860	74.022	1.472	14.970	146.332	88.992	7.178	24.343	— 306	266.539
3. 1964.	212.955	58.396	2.236	17.598	215.191	75.994	— 17.846	26.199	— 4.249	295.289
4. 1964.	216.089	36.113	2.042	16 238	218.131	52.351	— 24.455	49.506	— 13.840	281.693
5. 1964.	188.812	41.432	1.265	16.688	190.077	58.120	17.377	10.986	413	276.973
6. 1964.	126.411	39.154	880	18.948	127.291	58.102	53.744	21.306	— 180	260.263
7. 1964.	66.991	63.541	908	17.522	67.899	81.063	69.788	42.810	+ 61	261.621
8. 1964.	80.253	73.476	679	17.403	80.932	90.879	69.682	26.566	+ 12	268.071
9. 1964.	105.605	70.324	1.075	28.316	106.680	98.640	51.312	12.238	+ 554	269.424
10. 1964.	175.179	33.567	2.097	26.416	177.276	59.983	46.119	13.053	— 9.552	286.879
Ukupno 1. — 10. 1964.	1,513.212	555.951	13.874	187.377	1,527.086	743.328	224.523	319.266	— 27.227	2,786.976

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece rujan i listopad 1964.

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	78,9	3.614	12.931	72.140	39,6	66,0	80,0	6,5	22,0	—	—
		Gojak	48,0	4.609	26.372	125.916	35,4	198,0	87,5	13,2	73,3	—	—
		Ozalj	5,1	—	—	11.530	—	—	57,5	—	—	—	—
		Kraljevac	67,0	411	10.121	58.605	840,0	720,0	60,2	—	—	—	—
		Peruća	42,0	9.488	708	78.736	44,0	6,5	55,0	32,0	—	—	—
		Split	224,0	83.137	113.874	1,047.455	58,3	77,0	85,4	54,7	70,8	—	—
		Manojlovac	20,5	4.346	11.173	97.823	45,5	182,0	89,0	25,0	62	—	—
		Jaruga	5,5	—	—	21.007	—	—	60,0	—	—	—	—
	TE	Zagreb TO	64,0	45.561	24.358	338.821	104,0	55,6	110,7	88,3	45,2	3.223	3.380
		Zagreb	17,0	—	—	9.199	—	—	184,0	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	18.182	5.910	142.991	219,0	51,0	107,5	63,4	19,9	4.305	4.343
		Vlaška	8,0	3.610	2.168	32.730	—	165,0	196,4	71.6	41,6	5.296	5.094
		Rijeka	7,2	2.971	1.131	29.284	—	—	663,6	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil, Split	17,4	5.856	2.543	29.563	418,0	171,0	184,7	47,2	19,2	—	—
		Sladorana, Županja	3,6	2.051	2.960	5.011	—	63,8	106,0	80,7	109,3	—	—
		Jug. kombinat, Borovo	6,0	2.908	2.292	19.236	144,0	138.0	103,5	67,6	53,6	—	—
		Željezara, Sisak	5,5	2.995	2.250	29.800	90,0	144,0	93,7	75,8	56,0	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i svima narednim, iskazan je u odnosu na 1963. g. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Energetska bilanca SR Hrvatske za mjesece rujan i listopad 1964.

Elementi energetske bilance	Rujan		Listopad		Od početka god.		Indeks 1963 — 1964		
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	Rujan	Listopad	Od početka god.
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proizvodnja elektrana u sistemu	172.958	58,3	207.615	63,2	2,026.203	64,0	72,5	79,0	86,3
Proizvodnja industrijskih elektrana	29.391	9,7	20.513	8,5	202.251	6,4	161,0	107,2	120,9
Ukupna proizvodnja na generatoru	202.349	68,0	236.128	71,7	2,228.454	70,4	77,5	81,5	89,0
Nabava elektr. energ. od susjed. zaj.	93.590	31,7	94.158	28,3	930.921	29,5	127,0	177,3	126,0
Nabava elektr. energije od inozemstva	917	0,3	—	—	4.399	0,1	0,5	—	13,7
Ukupna raspoloživa el. energija	296.856	100,0	330.286	100,0	3,163.774	100,0	85,5	94,2	96,5
Vlastiti potrošak elektrana u sistemu	7.694	2,5	6.618	2,0	69.952	2,2	128,0	91,0	109,3
Vlastiti potrošak industrij. elektrana	2.939	1,0	2.851	0,9	20.223	0,6	162,0	107,4	117,6
Ukupno raspoloživo na pragu elektr.	286.223	96,5	320.817	97,1	3,073.599	97,2	84,1	94,4	95,9
(Dobava industr. elektrana u sistemu)	(3.893)	(1.0)	—	—	(5.096)	(0,1)	—	—	(115,9)
(Prag elektrana u sistemu)	(270.084)	(91,0)	(306.111)	(92,6)	(2,899.818)	(91,6)	(83,3)	(96,5)	(94,8)
Gubici prijenosa u sistemu	12.246	4,1	14.606	4,4	154.015	4,6	62,2	57,6	75,5
Gubici razvoda u sistemu	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna prodaja el. energije potrošaču	273.977	92,4	306.211	92,7	2,919.584	92,6	85,5	97,1	103,6
Od toga:									
Prodano susjednim zajednicama	30.940	10,6	35.966	10,9	388.315	12,3	31,0	66,6	76,0
Prodano inozemstvu	363	0,2	9.552	2,9	29.596	1,0	242,0	505,2	36,5
Industrija vlastita opskrba	26.252	8,8	25.662	7,8	181.928	5,9	162,3	108,3	121,0
Potrošači u sistemu	216.322	72,8	235.031	71,1	2,319.745	73,4	98,2	100,0	108,0
Struktura potrošnje u sistemu. Ukupna predaja potrošačima u sistemu = 100 %									
Kućanstva (domaćinstva)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta poslovnih prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rasvjeta društvenih prostorija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Motori i aparati	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poljoprivredni motori	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Javna rasvjeta	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preprodavaoci	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna potrošnja na malo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vodovod	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gradska električna vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna komunalna potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ugljenokopi	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tvornica cementa	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ostala veća potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrokemije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod elektrometalurgije	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kod ostalih	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna ostala velepotrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Karbid	3.889	1,3	3.101	0,9	88.593	2,8	32,5	34,4	89,0
Aluminij	8.242	2,7	7.456	2,2	99.311	3,2	51,7	46,7	61,8
Ostala elektrokemija	5.207	1,8	5.025	1,5	46.872	1,4	148,5	135,0	14,7
(Ukupno elektrokemija)	(17.338)	(5,8)	(15.582)	(4,6)	(234.776)	(7,4)	(54,7)	(55,2)	(75,8)
Ferolegura el. metalurgije	1.442	0,5	4.269	1,3	57.213	1,8	9,4	35,2	45,8
Elektrotoplina	2.637	0,9	2.793	0,9	25.666	0,8	113,0	112,0	84.5
Željeznička elektr. vuča	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melioracija	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ukupna specijalna velepotrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1964.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	9. 1964.	968	410	558	105	77	104	190	103	137	47	148	47	6	3	—
	10. 1964.	1040	652	388	174	36	108	170	162	79	93	99	34	3	80	0,5
Indeks na bazi	9. 1963.	102	72	144	53	205	171	107	52	183	81	162	151	97	18	—
	10. 1963.	97	110	81	85	64	140	91	118	62	129	100	79	38	140	—

Proizvodnja ugljena za mjesece rujan i listopad 1964.
Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrst ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1963 = 100		
		Rujan	Listopad	Od početka godine	Rujan	Listopad	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša		65.910	68.460	646.270	93,3	89,4	89,7
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	4.363	4.200	47.291	88,5	84,8	87,0
	Rudnik Pregrada	6.160	5.550	64.860	102,6	82,4	101,7
	Ostali	6.507	6.349	58.874	111,9	105,6	115,6
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	14.111	14.368	140.769	101,3	98,6	103,8
	Dalmacija: Rudnik Siverić	9.391	8.533	82.427	120.3	100,3	94,3
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	2.157	1.673	20.494	104,5	60,0	73,3
	Svega mrki	42.239	40.673	414.715	104,1	92,5	97,6
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	31.300	32.260	301.077	103,7	103,6	95,5
	Zagorski rudnici, Konjšćina	9.189	8.045	99.787	91,5	81,8	89,8
	Rudnik lignita Poljanica	5.719	5.460	50.556	94,0	101,6	87,3
	Ostali	1.600	1.473	17.275	105,1	89,3	90,7
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	7.805	7.470	75.071	107,5	103,5	85,3
	Ostali	6.405	6.465	58.544	185,8	199,6	142,0
	Ostala područja	1.469	1.693	12.705	201,2	224,2	153,5
	Svega lignita	63.487	62.866	615.315	107,1	106,2	96,0
Ukupno sve vrste ugljena		171.636	171.999	1,676.301	100,6	95,7	93,8

NAPOMENA: [1] Obuhvaća bivše koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojkovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1964.

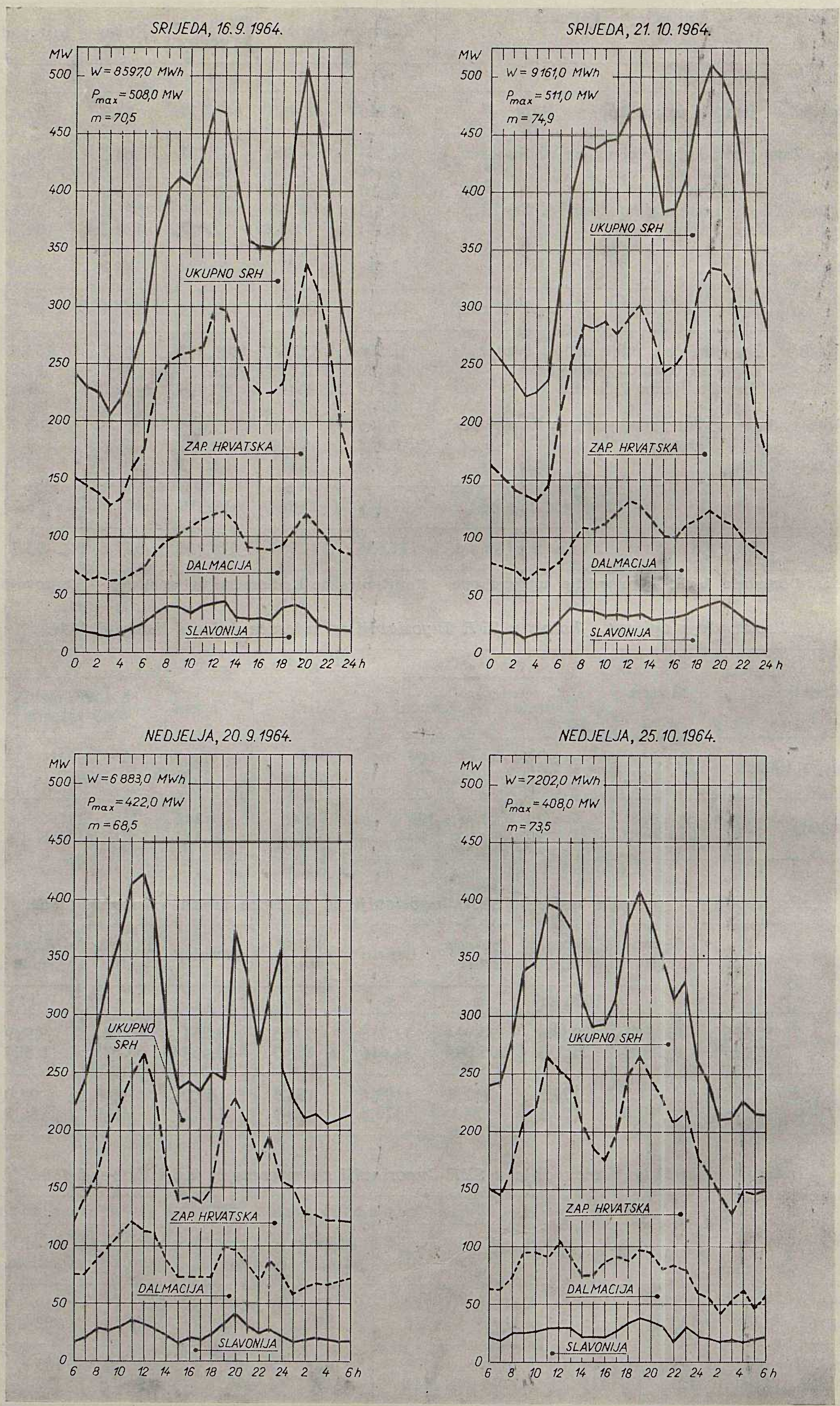
Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	9. 1964.	2538	109	903	1527	1983	101
	10. 1964.	2662	113	936	1593	2082	103
Indeks na bazi	9. 1963.	114	103	114	115	111	112
	10. 1963.	112	99	102	114	110	105

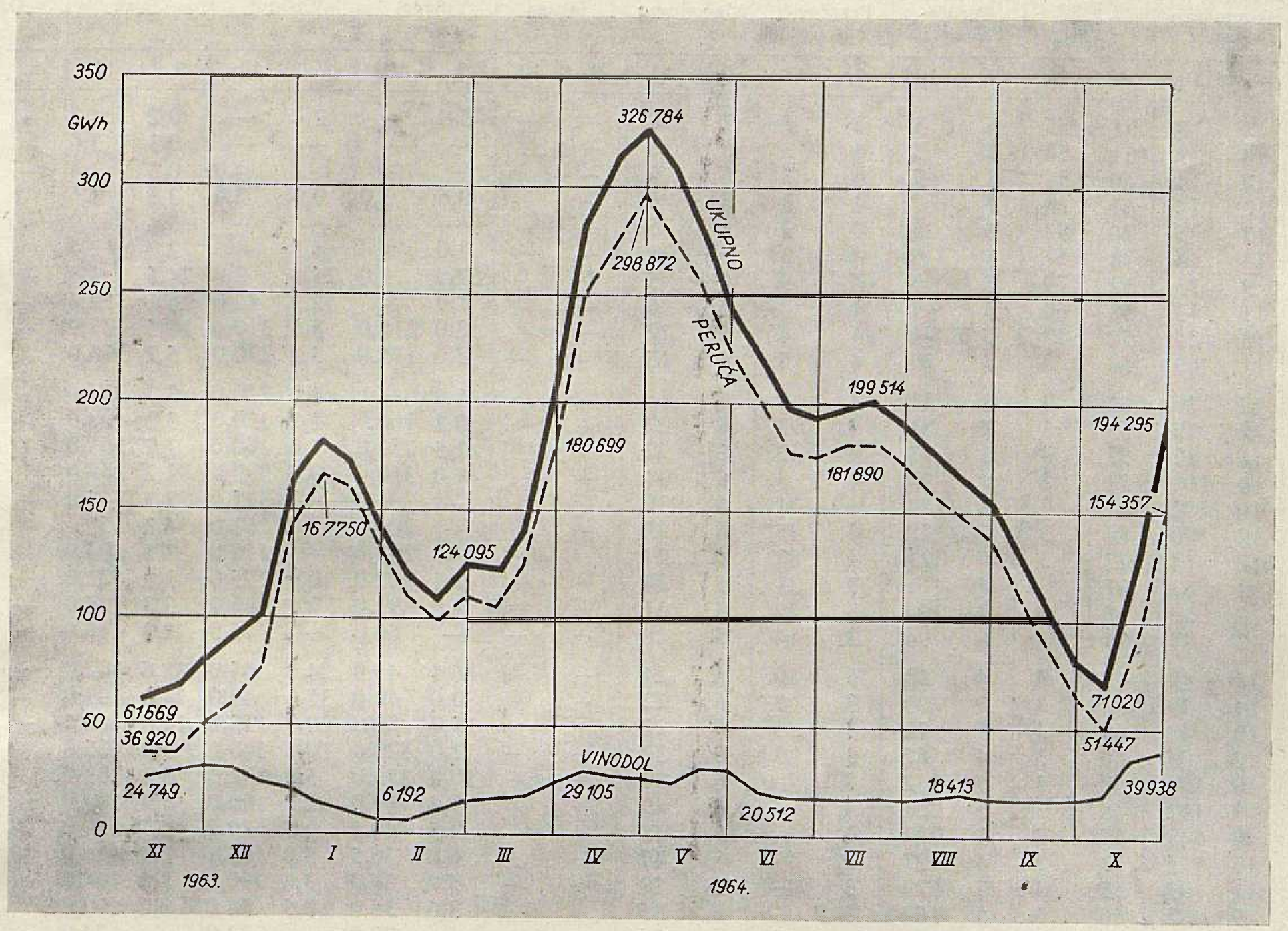
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1964.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	9. 1964.	151.151	29.066	190.924	33.718	1.653	7.251	60.581	9.999	63.600
	10. 1964.	165.825	25.236	205.099	34.616	1.263	10.664	60.421	8.584	70.658
Indeks na bazi	9. 1963.	107,7	170,5	112,0	109,6	154,5	69,9	98,8	98,0	155,0
	10. 1963.	110,6	108,6	128,1	120,8	96,9	122,2	109,0	86,0	165,3

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece rujan i listopad 1964.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za raspodjelu	Potrošna roba
9. rujan 1964.	122	128	120	116	122	123	97	122	119	126
10. listopad 1964.	128	137	125	119	126	129	121	126	122	138
9. rujan 1963.	106	99	108	102	103	102	97	100	105	110
10. listopad 1963.	116	121	116	110	111	117	106	113	112	121


SRIJEDA, 16. 9. 1964.
MW
W = 8597,0 MWh
P_{max} = 508,0 MW
m = 70,5
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 h
SRIJEDA, 21. 10. 1964.
MW
W = 9161,0 MWh
P_{max} = 511,0 MW
m = 74,9
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 h
NEDJELJA, 20. 9. 1964.
MW
W = 6 883,0 MWh
P_{max} = 422,0 MW
m = 68,5
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6 h
NEDJELJA, 25. 10. 1964.
MW
W = 7202,0 MWh
P_{max} = 408,0 MW
m = 73,5
UKUPNO SRH
ZAP. HRVATSKA
DALMACIJA
SLAVONIJA
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6 h



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece rujan i listopad 1964.

Bruto - potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1963.		IX i X 1964 prema IX i X mj. 1963.		12 mjeseci 1964./63. prema mjesecima 1963./62.	
	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad	Rujan	Listopad
Ukupno SRH	100,0	100,0	98,0	107,7	102,0	100,6	105,2	104,7	108,0	105,1
Direktni potrošači	12,7	8,7	86,5	74,0	68,6	47,8	75,0	72,2	71,9	65,6
Distribucija	76,8	72,3	102,3	101,3	109,8	104,6	111,5	110,8	110,4	109,7
Industrija	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Opća potrošnja	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Domaćinstvo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

NAPOMENA: Podaci koji nedostaju nisu zbog tehničkih razloga mogli biti prikupljeni.

Srednji dnevni protoci vode za mjesece rujan (9) i listopad (10) 1964 (m^3/sek)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka		Ličanka		Mrežn.-Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz ak. Peruća Limn. Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u kor. Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Vinodol		Gojak		Ozalj	
	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.	9.	10.
1	8	8	51	55	6	5	4	3	7	6	—	—	3,0	—	2,4	—	0,2	4,2	—	—
2	8	9	51	58	7	5	4	3	6	6	—	—	—	—	—	—	0,3	3,6	—	—
3	12	14	60	58	8	5	4	3	6	6	—	—	—	—	—	4,0	0,3	3,4	—	—
4	12	14	61	28	7	7	4	3	6	6	—	—	0,6	3,0	0,9	2,0	3,6	2,6	—	—
5	13	15	70	52	5	6	4	3	6	5	—	—	—	—	—	—	3,4	2,9	—	—
6	13	15	38	67	5	5	4	3	6	5	—	—	3,0	—	4,5	—	2,7	2,4	—	—
7	9	13	52	79	5	5	4	3	6	5	—	—	61,0	3,0	25,3	2,0	24,5	3,7	—	—
8	11	13	53	60	5	5	4	3	6	6	—	—	7,0	—	12,9	42,0	24,1	2,4	—	—
9	13	22	58	29	5	14	4	4	6	12	—	—	3,0	215,0	8,1	310,0	10,5	27,9	—	—
10	11	60	60	3	7	24	4	5	6	15	—	—	3,0	195,0	5,9	290,0	5,2	76,0	—	—
11	12	70	61	3	6	31	4	3	6	18	—	—	1,8	—	1,2	250,0	3,7	137,0	—	—
12	12	75	53	3	7	81	4	3	6	22	—	—	0,8	160,0	1,2	120,0	3,2	98,0	—	—
13	11	82	57	3	6	67	4	3	6	22	—	—	1,5	250,0	1,0	160,0	3,2	363,0	—	—
14	10	100	54	3	7	95	4	3	6	34	—	—	1,0	350,0	0,5	290,0	2,2	348,0	—	—
15	10	102	57	3	7	124	4	31	6	30	—	—	—	206,0	—	325,0	2,3	245,0	—	—
16	10	100	64	3	7	128	4	45	6	27	—	—	—	206,0	—	267,0	4,3	151,0	—	—
17	12	74	77	3	6	121	4	37	5	27	—	—	—	203,0	—	112,0	3,1	104,0	—	—
18	12	63	57	3	6	111	3	31	5	24	—	—	2,1	102 0	0,9	75,0	3,9	122,0	—	—
19	12	55	52	3	4	104	3	24	5	31	—	—	4.0	91,0	2,1	46,0	3,3	107,0	—	—
20	13	47	34	3	6	96	3	14	5	28	—	—	—	60,0	—	75,0	2,3	116,0	—	—
21	18	49	45	3	4	88	3	10	6	24	—	—	86 4	45,0	24,3	65,0	38,6	142,0	—	—
22	14	49	33	3	7	79	3	7	6	22	—	—	30,0	40,0	35,0	49,0	29,0	109,0	—	—
23	10	44	65	3	5	72	3	3	6	22	—	—	15,0	80,0	20,0	115,0	10,8	67,0	—	—
24	10	74	60	3	4	67	3	3	6	22	—	—	12,0	520,0	10,0	540,0	5,9	135,0	—	—
25	10	188	60	3	5	232	3	—	6	30	—	—	10,0	373,0	5,0	302,0	5,1	289,0	—	—
26	9	192	48	3	5	257	3	—	6	49	—	—	3,8	49,0	2,2	190,0	4,9	180,0	—	—
27	9	142	47	3	5	223	3	—	9	48	—	—	2,5	40,5	2,5	80,2	4,7	180,0	—	—
28	15	125	53	3	4	197	3	—	8	47	—	—	6,0	36,5	5,0	105,0	2,9	126,0	—	—
29	11	95	55	3	5	179	3	—	6	39	—	—	5,0	36,0	3,6	790,0	3,8	164,0	—	—
30	9	82	56	3	5	162	3	—	6	35	—	—	3,6	36,0	0,5	54,0	3,2	97,0	—	—
31		71		3		141		3		34		—		28,0		23,0		74,0	—	—
M. p[1].	11,3	66,5	54,7	17,8	5,7	88,2	3,5	10,0	6	23	—	—	87,6	107,0	58,3	380	71	115,0	—	—

1 M. p. = mjesečni prosjek

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 53-822, kućni 452.

IZDAVAČKI ODBOR. Miloš *Damjanić*, glavni direktor Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Horvat*, tehnički savjetnik Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Franjo *Kovač*, direktor ekonomsko-financijskog sektora Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ing. Vinko *Brajnović*, tehnički direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb, ing. Boris *Markovčić*, glavni urednik »Energije«, ing. Herman *Mattes*, direktor Instituta za elektroprivredu, Zagreb.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić. Urednici rubrika.* Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati*, ing. Vladimir *Štengl*, ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević*. Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec*. Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač*. Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Tehnički urednik: ing. Vlatko *Dabac*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.